

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6337558号  
(P6337558)

(45) 発行日 平成30年6月6日 (2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日 (2018.5.18)

(51) Int.Cl.

F I

G O 6 F 3 / 0 4 2 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

G O 6 F 3 / 0 4 1 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

G O 6 F 3 / 0 4 2 4 7 3

G O 6 F 3 / 0 4 1 6 3 0

G O 6 F 3 / 0 4 1 5 2 2

請求項の数 19 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-62101 (P2014-62101)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成26年3月25日 (2014.3.25)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-158886 (P2015-158886A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年9月3日 (2015.9.3)	(74) 代理人	110001081
審査請求日	平成29年3月22日 (2017.3.22)		特許業務法人クシブチ国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2014-8626 (P2014-8626)	(72) 発明者	ネス, ハルヴァート
(32) 優先日	平成26年1月21日 (2014.1.21)		ノルウェー国 7 4 6 2 トロンハイム
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		スラッペン ピー. オー. ボックス 1 2
			8 8 エプソン ノルウェー リサーチ
			アンド ディベロップメント アクティー
			ゼルスカブ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置、プロジェクター、位置検出システム、及び、位置検出装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、  
前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記位置検出部は、前記距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 3】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、  
前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記撮影画像データを前記しきい値により 2 値化して輝点を検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 4】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、

10

20

前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、

前記検出領域に検出光を出射する光源部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が反射した前記検出光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 5】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、

前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が発する光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 6】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、

前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が発する光と、検出光が前記指示体で反射した光との少なくとも一方の輝度に基づいて前記指示体の指示位置を検出し、前記指示位置を検出する際に、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離が近づくに従って輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の位置検出装置を備えることを特徴とするプロジェクター。

【請求項 8】

検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、

前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出システム。

【請求項 9】

前記位置検出部は、前記距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする請求項 8 に記載の位置検出システム。

【請求項 10】

検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、

前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記撮影画像データを前記しきい値により 2 値化して輝点を検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出システム。

【請求項 11】

検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、

前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前

10

20

30

40

50

記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、前記検出領域に検出光を出射する光源部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が反射した前記検出光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出システム。

【請求項 1 2】

検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、

前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、

前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が発する光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出システム。

【請求項 1 3】

検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、

前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、

前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備え、

前記位置検出部は、前記指示体が発する光と、検出光が前記指示体で反射した光との少なくとも一方の輝度に基づいて前記指示体の指示位置を検出し、前記指示位置を検出する際に、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離が近づくに従って輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いることを特徴とする位置検出システム。

【請求項 1 4】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影部により撮影するステップと、

撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有し、

前記指示位置を検出するステップは、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置の制御方法。

【請求項 1 5】

前記指示位置を検出するステップは、前記距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする請求項 1 4 に記載の位置検出装置の制御方法。

【請求項 1 6】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影部により撮影するステップと、

撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有し、

前記指示位置を検出するステップは、前記撮影画像データを前記しきい値により 2 値化して輝点を検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置の制御方法。

【請求項 1 7】

指示体の指示位置を検出する検出領域に検出光を出射するステップと、

前記検出領域を撮影部により撮影するステップと、

前記撮影するステップにより撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有し、

前記指示位置を検出するステップは、前記指示体が反射した前記検出光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とす

10

20

30

40

50

る位置検出装置の制御方法。

【請求項 18】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影部により撮影するステップと、  
撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、  
前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有し、  
前記指示位置を検出するステップは、前記指示体が発する光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする位置検出装置の制御方法。

【請求項 19】

指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影部により撮影するステップと、  
撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、  
前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有し、  
前記指示位置を検出するステップは、前記指示体が発する光と、検出光が前記指示体で反射した光との少なくとも一方の輝度に基づいて前記指示体の指示位置を検出し、前記指示位置を検出する際に、前記撮影部から前記検出領域の位置までの距離が近づくに従って輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いることを特徴とする位置検出装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置検出装置、プロジェクター、位置検出システム、及び、位置検出装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、受光素子等を備える光学検出器を用いて、検出領域内の指示体の位置を光学的に検出する位置検出装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-65409号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

指示体の指示位置を光学的に検出する場合、検出領域内の全ての場所から光が一樣に届くとは限らないため、検出精度が低下する。この点について、特許文献1の構成では、光量の分布を求めることで精度の向上を図っていたが、例えば検出領域を撮影して指示位置を検出する場合には、このような手法は適用できない。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、撮影画像データを用いて指示体の指示位置を高精度に検出することができる位置検出装置、プロジェクター、位置検出システム、及び、位置検出装置の制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明の位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部とを備える。

本構成によれば、撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際に、検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて検出する。検出領域を撮影した撮影画像データにより指示体の位置を検出する場合、検出領域内の全ての場所から光が一樣に届くとは限らないため検出精度が低下する場合がある。このため、撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際には、検出領域の位置に応じたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出する

10

20

30

40

50

ことで、指示位置を精度よく検出することができる。

【0006】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記位置検出部は、前記撮影部から前記検出領域の各位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする。

本発明の構成によれば、撮影部から検出領域の各位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出する。撮影部から指示体までの距離が異なれば、撮影画像データに写る指示体の明るさも異なる。このため、撮影部から検出領域の各位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出することで、指示体の指示位置を精度よく検出することができる。

10

【0007】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記位置検出部は、前記撮影部との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする。

本発明の構成によれば、撮影部との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、指示体の指示位置を検出する。指示体によって、撮影部との距離が近い検出領域上の位置が指し示された場合、指示体と、その周辺部も明るく撮影された撮影画像データとなる。そこで、撮影部との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出することで、指示体の指示位置を精度よく検出することができる。

20

【0008】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記位置検出部は、前記撮影画像データを前記しきい値により2値化して輝点を検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする。

本発明の構成によれば、撮影画像データを2値化して輝点検出し、指示体の指示位置を検出する。このため、簡単な処理により指示体の指示位置を検出することができる。

【0009】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記検出領域に検出光を出射する光源部を備え、前記位置検出部は、前記指示体が反射した前記検出光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする。

30

本発明の構成によれば、指示体が自ら発光しなくも、指示体が反射した検出光の像を検出して、指示体の位置を検出することができる。

【0010】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記位置検出部は、前記指示体が発する光の像を、前記撮影画像データから検出することにより、前記指示体の指示位置を検出することを特徴とする。

本発明の構成によれば、撮影画像データから、指示体が発する光の像を検出して、指示体の位置を検出する。従って、指示体の指示位置を精度よく検出することができる。

【0011】

また、本発明は、上記位置検出装置において、前記位置検出部は、前記指示体が発する光と、検出光が前記指示体で反射した光との少なくとも一方の輝度に基づいて前記指示体の指示位置を検出し、前記指示位置を検出する際に、前記距離が近づくに従って輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いることを特徴とする。

40

本発明の構成によれば、指示体の指示位置の検出の際に、撮影部との距離が近づくに従って、輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出するので、指示体の指示位置を精度よく検出することができる。

【0012】

本発明のプロジェクターは、上記の位置検出装置を備えることを特徴とする。

本発明の構成によれば、撮影画像データから、しきい値を用いて指示体の指示位置を精度よく検出することができるので、スクリーンに投射する投射画像に、指示位置を反映さ

50

せることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の位置検出システムは、検出領域での指示体の指示位置を検出する位置検出装置と、前記検出領域に検出光を出射する光出射装置とを備え、前記位置検出装置は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影する撮影部と、前記撮影部の撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体が反射した検出光の像を検出し、前記指示体の指示位置を検出する位置検出部と、を備えることを特徴とする。

本構成によれば、撮影部により撮影された撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際に、検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて検出する。検出領域を撮影した撮影画像データにより指示体の位置を検出する場合、検出領域内の全ての場所から光が  
10  
一様に届くとは限らないため検出精度が低下する場合がある。このため、撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際には、検出領域の位置に応じたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出する。従って、指示位置を精度よく検出することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の位置検出装置の制御方法は、指示体の指示位置を検出する検出領域を撮影部により撮影するステップと、撮影された撮影画像データから、前記検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて、前記指示体の指示位置を検出するステップと、を有することを特徴とする。

本構成によれば、撮影部により撮影された撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際に、検出領域の位置に応じて異なるしきい値を用いて検出する。検出領域を撮影した撮影画像データにより指示体の位置を検出する場合、検出領域内の全ての場所から光が  
20  
一様に届くとは限らないため検出精度が低下する場合がある。このため、撮影画像データから指示体の指示位置を検出する際には、検出領域の位置に応じたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出する。従って、指示位置を精度よく検出することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、撮影画像データを用いて指示体の指示位置を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】 プロジェクションシステムの概略構成を示す図である。

【図 2】 プロジェクションシステムの機能ブロック図である。

【図 3】 プロジェクターの動作を示すフローチャートである。

【図 4】 (A) はペン型の指示体の指示位置を検出する様子を示し、(B) は指示体としての指の指示位置を検出する様子を示す図である。

【図 5】 オートキャリブレーション画像の一例を示す図である。

【図 6】 撮像部により撮影した撮影画像データの一例を示す図である。

【図 7】 キャリブレーションデータ管理テーブルの一例を示す図である。

【図 8】 マニュアルキャリブレーション画像の一例を示す図である。

【図 9】 背景画像作成処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 10】 マスク画像の一例を示す図である。

【図 11】 マスク画像の作成方法を説明するための図である。

【図 12】 第 1 背景画像データの一例を示す図である。

【図 13】 第 2 背景画像データの一例を示す図である。

【図 14】 指示位置検出処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 15】 (A) はマスク画像に合わせて設定した濃度しきい値を示し、(B) は(A)に示す点 A ~ 点 D での濃度しきい値を示す図である。

【図 16】 光源ノイズデータの一例を示す図である。

【図 17】 プロジェクター、指示体、光出射装置の発光タイミングを示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図 1 は、本発明を適用した実施形態に係るプロジェクションシステム 1 の構成を示す図である。プロジェクションシステム 1 は、スクリーン S C ( 投射面 ) の上方に設置されたプロジェクター 1 0 ( 位置検出装置 ) と、スクリーン S C の上部に設置された光出射装置 ( 光源部 ) 6 0 とを備える。

## 【 0 0 1 8 】

プロジェクター 1 0 はスクリーン S C の直上又は斜め上方に設置され、斜め下方のスクリーン S C に向けて画像を投射する。また、本実施形態で例示するスクリーン S C は、壁面に固定され、或いは床面に立設された、平板又は幕である。本発明はこの例に限定されず、壁面をスクリーン S C として使用することも可能である。この場合、スクリーン S C として使用される壁面の上部にプロジェクター 1 0 及び光出射装置 6 0 を取り付けるとよい。

## 【 0 0 1 9 】

プロジェクター 1 0 は、P C ( パーソナルコンピュータ )、ビデオ再生装置、D V D 再生装置等の外部の画像供給装置に接続され、この画像供給装置から供給されるアナログ画像信号又はデジタル画像データに基づき、スクリーン S C に画像を投射する。また、プロジェクター 1 0 は、内蔵する記憶部 1 1 0 ( 図 2 ) や外部接続される記憶媒体に記憶された画像データを読み出して、この画像データに基づきスクリーン S C に画像を表示する構成としてもよい。

光出射装置 6 0 は、固体光源からなる光源部 6 1 ( 図 2 ) を有し、光源部 6 1 が発する光 ( 本実施形態では赤外光 ) をスクリーン S C に沿って拡散させて出射 ( 照射 ) する。光出射装置 6 0 の出射範囲を図 1 に角度  $\theta$  で示す。光出射装置 6 0 はスクリーン S C の上端より上に設置され、下向きに角度  $\theta$  の範囲に光を出射し、この光はスクリーン S C に沿う光の層を形成する。本実施形態では角度  $\theta$  はほぼ 1 8 0 度に達し、スクリーン S C のほぼ全体に、光の層が形成される。スクリーン S C の表面と光の層とは近接していることが好ましく、本実施形態では、スクリーン S C の表面と光の層との距離は概ね 1 0 m m ~ 1 m の範囲内である。

## 【 0 0 2 0 】

プロジェクションシステム 1 は、スクリーン S C に対する指示操作が行われた場合に、指示位置をプロジェクター 1 0 によって検出する。

指示操作に利用される指示体は、ペン型の指示体 7 0 を用いることができる。指示体 7 0 の先端部 7 1 は、押圧された場合に動作する操作スイッチ 7 5 ( 図 2 ) を内蔵しているので、先端部 7 1 を壁やスクリーン S C に押しつける操作がされると操作スイッチ 7 5 がオンになる。指示体 7 0 は、ユーザーが棒状の軸部 7 2 を手に持って、先端部 7 1 をスクリーン S C に接触させるように操作され、先端部 7 1 をスクリーン S C に押しつける操作も行われる。先端部 7 1 には、赤外光を発する送受信部 7 4 ( 図 2 ) を備える。プロジェクター 1 0 は、指示体 7 0 が発する赤外光に基づき、先端部 7 1 の位置を、指示位置として検出する。

## 【 0 0 2 1 】

また、ユーザーの手指である指示体 8 0 で位置指示操作を行う場合、ユーザーは指をスクリーン S C に接触させる。この場合、指示体 8 0 がスクリーン S C に接触した位置が検出される。すなわち、指示体 8 0 の先端 ( 例えば、指先 ) がスクリーン S C に接触するときに、光出射装置 6 0 が形成する光の層を遮る。このとき、光出射装置 6 0 が出射した光が指示体 8 0 に当たって反射し、反射光の一部は指示体 8 0 からプロジェクター 1 0 に向かって進む。プロジェクター 1 0 は、スクリーン S C 側からの光、すなわち下方からの光を後述する位置検出部 5 0 により検出する機能を有するので、指示体 8 0 の反射光を検出できる。プロジェクター 1 0 は、指示体 8 0 で反射した反射光を検出することにより、指示体 8 0 によるスクリーン S C への指示操作を検出する。また、プロジェクター 1 0 は指示体 8 0 により指示された指示位置を検出する。

光出射装置 60 が出射する光の層はスクリーン SC に近接しているので、指示体 80 において光が反射する位置は、スクリーン SC に最も近い先端、或いは指示位置と見なすことができる。このため、指示体 80 の反射光に基づき指示位置を特定できる。

#### 【0022】

プロジェクションシステム 1 は、インタラクティブホワイトボードシステムとして機能し、ユーザーが指示体 70、80 により行った指示操作を検出して、指示位置を投射画像に反映させる。具体的には、プロジェクションシステム 1 は、指示位置に図形を描画したり文字や記号を配置したりする処理、指示位置の軌跡に沿って図形を描画する処理、描画した図形や配置した文字又は記号を消去する処理等を行う。また、スクリーン SC に描画された図形、配置された文字又は記号を画像データとして保存することもでき、外部の装置に出力することもできる。

10

さらに、指示位置を検出することによりポインティングデバイスとして動作し、スクリーン SC にプロジェクター 10 が画像を投射する画像投射領域における指示位置の座標を出力してもよい。また、この座標を用いて GUI (Graphical User Interface) 操作を行ってもよい。

#### 【0023】

図 2 は、プロジェクションシステム 1 を構成する各部の機能ブロック図である。

プロジェクター 10 は、外部の装置に接続されるインターフェイスとして、I/F (インターフェイス) 部 11 及び画像 I/F (インターフェイス) 部 12 を備える。I/F 部 11 及び画像 I/F 部 12 は有線接続用のコネクタを備え、上記コネクタに対応するインターフェイス回路を備えていてもよい。また、I/F 部 11 及び画像 I/F 部 12 は、無線通信インターフェイスを備えていてもよい。有線接続用のコネクタ及びインターフェイス回路としては有線 LAN、IEEE 1394、USB 等に準拠したものが挙げられる。また、無線通信インターフェイスとしては無線 LAN や Bluetooth (登録商標) 等に準拠したものが挙げられる。画像 I/F 部 12 には、HDMI (登録商標) インターフェイス等の画像データ用のインターフェイスを用いることもできる。画像 I/F 部 12 は、音声データが入力されるインターフェイスを備えてもよい。

20

#### 【0024】

I/F 部 11 は、PC 等の外部の装置との間で各種データを送受信するインターフェイスである。I/F 部 11 は、画像の投射に関する制御データ、プロジェクター 10 の動作を設定する設定データ、プロジェクター 10 が検出した指示位置の座標データ等を入出力する。後述する制御部 30 は、I/F 部 11 を介して外部の装置とデータを送受信する機能を有する。

30

画像 I/F 部 12 は、デジタル画像データが入力されるインターフェイスである。本実施形態のプロジェクター 10 は、画像 I/F 部 12 を介して入力されるデジタル画像データに基づき画像を投射する。なお、プロジェクター 10 は、アナログ画像信号に基づき画像を投射する機能を備えてもよく、この場合、画像 I/F 部 12 は、アナログ画像用のインターフェイスと、アナログ画像信号をデジタル画像データに変換する A/D 変換回路とを備えてもよい。

#### 【0025】

40

プロジェクター 10 は、光学的な画像の形成を行う投射部 20 を備える。投射部 20 は、光源部 21、光変調装置 22 及び投射光学系 23 を有する。光源部 21 は、キセノンランプ、超高圧水銀ランプ、LED (Light Emitting Diode)、或いはレーザー光源等からなる光源を備える。また、光源部 21 は、光源が発した光を光変調装置 22 に導くリフレクター及び補助リフレクターを備えていてもよい。さらに、投射光の光学特性を高めるためのレンズ群 (図示略)、偏光板、或いは光源が発した光の光量を光変調装置 22 に至る経路上で低減させる調光素子等を備えていてもよい。

光変調装置 22 は、例えば RGB の三原色に対応した 3 枚の透過型液晶パネルを備え、この液晶パネルを透過する光を変調して画像光を生成する。光源部 21 からの光は RGB の 3 色の色光に分離され、各色光は対応する各液晶パネルに入射する。各液晶パネルを通

50



過して変調された色光はクロスダイクロックプリズム等の合成光学系によって合成され、投射光学系 23 に射出される。

【0026】

投射光学系 23 は、光変調装置 22 により変調された画像光をスクリーン SC 方向へ導き、スクリーン SC 上に結像させるレンズ群を備える。また、投射光学系 23 は、スクリーン SC の投射画像の拡大・縮小及び焦点の調整を行うズーム機構、フォーカスの調整を行うフォーカス調整機構を備えていてもよい。プロジェクター 10 が短焦点型である場合、投射光学系 23 に、画像光をスクリーン SC に向けて反射する凹面鏡を備えていてもよい。

【0027】

投射部 20 には、制御部 30 の制御に従って光源部 21 を点灯させる光源駆動部 45、及び制御部 30 の制御に従って光変調装置 22 を動作させる光変調装置駆動部 46 が接続される。光源駆動部 45 は、光源部 21 の点灯 / 消灯の切り替えを行い、光源部 21 の光量を調整する機能を有していてもよい。

【0028】

プロジェクター 10 は、投射部 20 が投射する画像を処理する画像処理系を備える。この画像処理系は、プロジェクター 10 を制御する制御部 30、記憶部 110、操作検出部 17、画像処理部 40、光源駆動部 45 及び光変調装置駆動部 46 を含む。また、画像処理部 40 にはフレームメモリー 44 が接続され、制御部 30 には姿勢センサー 47、出射装置駆動部 48 及び位置検出部 50 が接続される。これらの各部を画像処理系に含めてもよい。

【0029】

制御部 30 は、所定の制御プログラム 111 を実行することにより、プロジェクター 10 の各部を制御する。記憶部 110 は、制御部 30 が実行する制御プログラム 111、及び制御部 30 が処理するデータを不揮発的に記憶する。記憶部 110 は、プロジェクター 10 の動作を設定するための画面の設定画面データ 115、及び設定画面データ 115 を利用して設定された内容を示す設定データ 116 を記憶する。記憶部 110 は、この他に、オートキャリブレーション画像 121、マニュアルキャリブレーション画像 122 を記憶する。さらに、記憶部 110 は、オートキャリブレーションデータ 123、マニュアルキャリブレーションデータ 124、初期補正データ 125、マニュアル補正データ 126 を記憶する。これらのデータの詳細については、後述する。

【0030】

画像処理部 40 は、制御部 30 の制御に従って、画像 I/F 部 12 を介して入力される画像データを処理し、光変調装置駆動部 46 に画像信号を出力する。画像処理部 40 が実行する処理は、3D (立体) 画像と 2D (平面) 画像の判別処理、解像度変換処理、フレームレート変換処理、歪み補正処理、デジタルズーム処理、色調補正処理、輝度補正処理等である。画像処理部 40 は、制御部 30 により指定された処理を実行し、必要に応じて、制御部 30 から入力されるパラメータを使用して処理を行う。また、上記のうち複数の処理を組み合わせて実行することも勿論可能である。

画像処理部 40 はフレームメモリー 44 に接続されている。画像処理部 40 は、画像入力 I/F 部 12 から入力される画像データをフレームメモリー 44 に展開して、展開した画像データに対し上記の各種処理を実行する。画像処理部 40 は、処理後の画像データをフレームメモリー 44 から読み出して、この画像データに対応する R、G、B の画像信号を生成し、光変調装置駆動部 46 に出力する。

光変調装置駆動部 46 は、光変調装置 22 の液晶パネルに接続される。光変調装置駆動部 46 は、画像処理部 40 から入力される画像信号に基づいて液晶パネルを駆動し、各液晶パネルに画像を描画する。

【0031】

操作検出部 17 は、入力デバイスとして機能するリモコン受光部 18 及び操作パネル 19 に接続され、リモコン受光部 18 及び操作パネル 19 を介した操作を検出する。

10

20

30

40

50

リモコン受光部 18 は、プロジェクター 10 のユーザーが使用するリモコン（図示略）がボタン操作に対応して送信した赤外線信号を受光する。リモコン受光部 18 は、上記リモコンから受光した赤外線信号をデコードして、上記リモコンにおける操作内容を示す操作データを生成し、制御部 30 に出力する。

操作パネル 19 は、プロジェクター 10 の外装筐体に設けられ、各種スイッチ及びインジケータランプを有する。操作検出部 17 は、制御部 30 の制御に従い、プロジェクター 10 の動作状態や設定状態に応じて操作パネル 19 のインジケータランプを適宜点灯及び消灯させる。この操作パネル 19 のスイッチが操作されると、操作されたスイッチに対応する操作データが操作検出部 17 から制御部 30 に出力される。

#### 【0032】

出射装置駆動部 48 は、接続部 49 を介して光出射装置 60 に接続される。接続部 49 は、例えば複数のピンを有するコネクタであり、接続部 49 には光出射装置 60 がケーブル 60a を介して接続される。出射装置駆動部 48 は、制御部 30 の制御に従ってパルス信号を生成し、接続部 49 を介して光出射装置 60 に出力する。また、出射装置駆動部 48 は接続部 49 を介して光出射装置 60 に電源を供給する。

#### 【0033】

光出射装置 60 は、図 1 に示すように略箱形のケースに、光源部 61 及び光学部品を収容して構成される。本実施形態の光出射装置 60 は、光源部 61 に、赤外光を発する固体光源（不図示）を備える。固体光源が発する赤外光は、平行化レンズ及びパウエルレンズによって拡散され、スクリーン SC に沿った面を形成する。また、光源部 61 が複数の固体光源を備え、これら複数の固体光源が発する光をそれぞれ拡散させることによって、スクリーン SC の画像投射範囲を覆うように光の層を形成してもよい。また、光出射装置 60 は、光源部 61 が発する光の層とスクリーン SC との間の距離や角度を調整する調整機構を備えていてもよい。

#### 【0034】

光出射装置 60 は、出射装置駆動部 48 から供給されるパルス信号及び電源により、光源部 61 を点灯させる。光源部 61 が点灯及び消灯するタイミングは、出射装置駆動部 48 が制御する。制御部 30 は、出射装置駆動部 48 を制御して、後述する撮像部 51 が撮影を行うタイミングに同期して光源部 61 を点灯させる。

#### 【0035】

位置検出部 50 は、指示体 70、80 によるスクリーン SC への操作を検出する。位置検出部 50 は、撮像部（撮影部）51、送信部 52、撮影制御部 53、撮影画像データ処理部 56、フレームメモリー 58、指示体検出部（位置検出部）54 及び座標算出部 55 の各部を備えて構成される。

撮像部 51 は、指示体 70、80 の指示位置を検出するためにスクリーン SC とその周辺部（検出領域）を撮影範囲として撮影する。また、撮像部 51 は、撮像光学系、撮像素子、インターフェイス回路等を有し、投射光学系 23 の投射方向を撮影する。撮像部 51 の撮像光学系は、投射光学系 23 と略同じ方向を向いて配置され、投射光学系 23 がスクリーン SC 上に画像を投射する範囲をカバーする画角を有する。また、撮像素子は、赤外領域及び可視光領域の光を受光する CCD や CMOS が挙げられる。撮像部 51 は、撮像素子に入射する光の一部を遮るフィルターを備えてもよく、例えば、赤外光を受光させる場合に、主に赤外領域の光を透過するフィルターを撮像素子の前に配置させてもよい。また、撮像部 51 のインターフェイス回路は、撮像素子の検出値を読み出して出力する。

#### 【0036】

撮影制御部 53 は、撮像部 51 により撮影を実行させて撮影画像データを生成する。撮像素子が可視光による撮影を行うと、スクリーン SC 上に投射された画像が撮影される。例えば、後述するオートキャリブレーションの画像は、可視光で撮影される。また、撮影制御部 53 は、撮像部 51 により赤外光を撮影させることができ、この場合の撮影画像には指示体 70 が発する赤外光（赤外線信号）や、指示体 80 に反射した反射光が写る。

#### 【0037】

撮影画像データ処理部 56 は、撮像部 51 によって撮影され、撮影制御部 53 から取得した撮影画像データをフレームメモリ 58 に展開する。撮影画像データ処理部 56 は、後述するマスク画像を記憶しており、フレームメモリ 58 に展開された撮影画像データに、マスク画像を重ねてマスク処理を行う。撮影画像データ処理部 56 は、マスク処理後の撮影画像データを指示体検出部 54 に出力する。

#### 【0038】

指示体検出部 54 は、撮影制御部 53 が撮影した撮影画像データに基づいて、スクリーン SC の位置に応じて異なる濃度しきい値を用いて、指示体 70、80 の指示位置を検出する。濃度しきい値は、撮像部 51 からスクリーン SC 上の各位置までの距離に応じて異なる値に設定されている。より具体的には、濃度しきい値は、撮像部 51 との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されている。濃度しきい値と、濃度しきい値を用いて撮影画像データから指示体 70、80 の指示位置を検出する処理との詳細については、図 15 を参照しながら後ほど説明する。

10

指示体検出部 54 は、撮影制御部 53 が撮像部 51 によって赤外光の撮影を実行させた場合の撮影画像データから、指示体 70 が発した赤外光の像と、指示体 80 に反射した反射光の像との少なくとも一方を検出する。さらに、指示体検出部 54 は、検出した像を、指示体 70 が発した光の像であるか、指示体 80 の反射光の像であるか判別してもよい。

座標算出部 55 は、指示体検出部 54 が検出した像の位置に基づき、撮影画像データにおける指示体 70、80 の指示位置の座標を算出して、制御部 30 に出力する。座標算出部 55 は、また、投射部 20 が投射した投射画像における指示体 70、80 の指示位置の座標を算出して、制御部 30 に出力してもよい。さらに、座標算出部 55 は、画像処理部 40 がフレームメモリ 44 に描画した画像データにおける指示体 70、80 の指示位置の座標や、画像 I/F 部 12 の入力画像データにおける指示体 70、80 の指示位置の座標を、算出してよい。

20

#### 【0039】

送信部 52 は、指示体検出部 54 の制御に従って、指示体 70 に対して赤外線信号を送信する。送信部 52 は、赤外 LED 等の光源を有し、この光源を指示体検出部 54 の制御に従って点灯及び消灯させる。

#### 【0040】

また、指示体 70 は、制御部 73、送受信部 74、操作スイッチ 75 及び電源部 76 を備え、これらの各部は軸部 72 (図 1) に収容される。制御部 73 は、送受信部 74 及び操作スイッチ 75 に接続され、操作スイッチ 75 のオン/オフ状態を検出する。送受信部 74 は、赤外 LED 等の光源と、赤外光を受光する受光素子とを備え、制御部 73 の制御に従って光源を点灯及び消灯させるとともに、受光素子の受光状態を示す信号を制御部 73 に出力する。

30

電源部 76 は、電源として乾電池又は二次電池を有し、制御部 73、送受信部 74 及び操作スイッチ 75 の各部に電力を供給する。

指示体 70 は、電源部 76 からの電源供給をオン/オフする電源スイッチを備えていてもよい。

#### 【0041】

40

ここで、位置検出部 50 と指示体 70 との相互の通信により、撮像部 51 の撮影画像データから指示体 70 を特定する方法について説明する。

制御部 30 は、指示体 70 による位置指示操作を検出する場合に、指示体検出部 54 を制御して、送信部 52 から同期用の信号を送信させる。すなわち、指示体検出部 54 は、制御部 30 の制御に従って、送信部 52 の光源を所定の周期で点灯させる。送信部 52 が周期的に発する赤外光が、位置検出部 50 と指示体 70 とを同期させる同期信号として機能する。

一方、制御部 73 は、電源部 76 から電源の供給が開始され、所定の初期化動作を行った後、プロジェクター 10 の送信部 52 が発する赤外光を、送受信部 74 により受光する。送信部 52 が周期的に発する赤外光を送受信部 74 により受光すると、制御部 73 は、

50

この赤外光のタイミングに同期させて、予め設定された点灯パターンで、送受信部 7 4 の光源を点灯（発光）させる。この点灯のパターンは、光源の点灯と消灯をデータのオンとオフに対応させて、指示体 7 0 に固有のデータを表す。制御部 7 3 は設定されたパターンの点灯時間及び消灯時間に従って光源を点灯及び消灯させる。制御部 7 3 は、電源部 7 6 から電源が供給されている間、上記のパターンを繰り返し実行する。

つまり、位置検出部 5 0 は指示体 7 0 に対し、同期用の赤外線信号を周期的に送信し、指示体 7 0 は、位置検出部 5 0 が送信する赤外線信号に同期して、予め設定された赤外線信号を送信する。

#### 【 0 0 4 2 】

位置検出部 5 0 の撮影制御部 5 3 は、撮像部 5 1 による撮影タイミングを、指示体 7 0 が点灯するタイミングに合わせる制御を行う。この撮影タイミングは、指示体検出部 5 4 が送信部 5 2 を点灯させるタイミングに基づいて決定される。指示体検出部 5 4 は、撮像部 5 1 の撮影画像データに指示体 7 0 の光の像が写っているか否かにより、指示体 7 0 が点灯するパターンを特定できる。

指示体 7 0 が点灯するパターンは、指示体 7 0 の個体毎に固有のパターン、又は複数の指示体 7 0 に共通のパターンと個体毎に固有のパターンとを含むものとして行うことができる。この場合、指示体検出部 5 4 は、撮影画像データに複数の指示体 7 0 が発する赤外光の像が含まれる場合に、各々の像を、異なる指示体 7 0 の像として区別できる。

#### 【 0 0 4 3 】

また、制御部 3 0 は、出射装置駆動部 4 8 を制御して、光源部 6 1 の点灯のタイミングを撮像部 5 1 の撮影のタイミングに同期させる。光源部 6 1 が、撮像部 5 1 の撮影タイミングに合わせてパルス点灯すると、指示体 8 0 がスクリーン S C 上を指し示す場合には、撮像部 5 1 の撮影画像に指示体 8 0 の反射光が写る。光源部 6 1 を、指示体 7 0 の点灯のタイミングと区別できるパターンで点灯させれば、指示体検出部 5 4 は、撮影画像データに写る像が指示体 7 0 であるか指示体 8 0 であるかを判定できる。例えば、撮像部 5 1 の撮影タイミングの全てに同期して指示体 7 0 を点灯させ、光源部 6 1 については「 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 」( 1 は点灯を、0 は消灯を示す) のパターンで点灯させる場合を考える。この場合、光源部 6 1 が点灯していないときに撮影された像は、指示体 7 0 によるものであると判断できる。

#### 【 0 0 4 4 】

さらに、指示体 7 0 が備える制御部 7 3 は、操作スイッチ 7 5 の操作状態に応じて、送受信部 7 4 を点灯させるパターンを切り替える。このため、指示体検出部 5 4 は、複数の撮影画像データに基づいて、指示体 7 0 の操作状態、すなわち先端部 7 1 がスクリーン S C に押しつけられているか否かを判定できる。

#### 【 0 0 4 5 】

姿勢センサー 4 7 は、加速度センサーやジャイロセンサー等により構成され、制御部 3 0 に対して検出値を出力する。姿勢センサー 4 7 はプロジェクター 1 0 の本体に対して、プロジェクター 1 0 の設置方向を識別可能なように固定される。

プロジェクター 1 0 は、図 1 に示したように壁面や天井面から吊り下げる吊り下げ設置の他に、スクリーン S C の下方から投射を行う設置状態、机の天面などの水平面をスクリーン S C として使用する設置状態等で使用できる。プロジェクター 1 0 の設置状態によっては光出射装置 6 0 の使用に適さないことがある。例えば、下方からスクリーン S C に投射を行う場合、ユーザーの体が光出射装置 6 0 の出射光を遮ってしまうことがあり、不適である。姿勢センサー 4 7 は、プロジェクター 1 0 の設置状態として想定される複数の設置状態を識別できるように、プロジェクター 1 0 の本体に設けられる。姿勢センサー 4 7 は、例えば、2 軸のジャイロセンサー、1 軸のジャイロセンサー、加速度センサー等を用いて構成される。制御部 3 0 は、姿勢センサー 4 7 の出力値に基づきプロジェクター 1 0 の設置状態を自動的に判定できる。制御部 3 0 が、光出射装置 6 0 の使用に不適な設置状態と判定した場合には、例えば、出射装置駆動部 4 8 が電源電圧やパルス信号の出力を停止する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

制御部 3 0 は、記憶部 1 1 0 に記憶された制御プログラム 1 1 1 を読み出して実行することにより、投射制御部 3 1、検出制御部 3 2、出射制御部 3 3 及びキャリブレーション制御部 3 9 (マスク画像生成部) の機能を実現し、プロジェクター 1 0 の各部を制御する。

投射制御部 3 1 は、操作検出部 1 7 から入力される操作データに基づいて、ユーザーが行った操作の内容を取得する。投射制御部 3 1 は、ユーザーが行った操作に応じて画像処理部 4 0、光源駆動部 4 5 及び光変調装置駆動部 4 6 を制御して、スクリーン S C に画像を投射させる。投射制御部 3 1 は、画像処理部 4 0 を制御して、上述した 3 D (立体) 画像と 2 D (平面) 画像の判別処理、解像度変換処理、フレームレート変換処理、歪み補正処理、デジタルズーム処理、色調補正処理、輝度補正処理等を実行させる。また、投射制御部 3 1 は、画像処理部 4 0 の処理に合わせて光源駆動部 4 5 を制御し、光源部 2 1 の光量を制御する。

10

## 【 0 0 4 7 】

検出制御部 3 2 は、位置検出部 5 0 を制御して、指示体 7 0、8 0 の操作位置の検出を実行させ、操作位置の座標を取得する。また、検出制御部 3 2 は、操作位置の座標とともに、指示体 7 0 の操作位置であるか指示体 8 0 の操作位置であるかを識別するデータ、及び操作スイッチ 7 5 の操作状態を示すデータを取得する。検出制御部 3 2 は、取得した座標及びデータに基づいて、予め設定された処理を実行する。例えば、画像処理部 4 0 によって、取得した座標に基づいて図形を描画させ、描画した図形を画像 I / F 部 1 2 に入力される入力画像に重畳して投射させる処理を行う。また、検出制御部 3 2 は、取得した座標を I / F 部 1 1 に接続された P C 等の外部の装置に出力してもよい。この場合、検出制御部 3 2 は、取得した座標を、I / F 部 1 1 に接続された外部の装置のオペレーティングシステムにおいて、座標入力デバイスの入力として認識されるデータフォーマットに変換して出力してもよい。例えば、I / F 部 1 1 に W i n d o w s (登録商標) オペレーティングシステムで動作する P C が接続された場合、オペレーティングシステムにおいて H I D (Human Interface Device) の入力データとして処理されるデータを出力する。また、検出制御部 3 2 は、座標のデータとともに、指示体 7 0 の操作位置であるか指示体 8 0 の操作位置であるかを識別するデータ、及び操作スイッチ 7 5 の操作状態を示すデータを出力してもよい。

20

30

## 【 0 0 4 8 】

また、検出制御部 3 2 は、指示体 8 0 を使用した位置検出を制御する。具体的には、検出制御部 3 2 は、光出射装置 6 0 の接続の有無に基づき、光出射装置 6 0 を使用できるか否かを判定する。検出制御部 3 2 は、光出射装置 6 0 を使用できない場合に、光出射装置 6 0 の使用を不可とする設定を行う。ここで、検出制御部 3 2 は、光出射装置 6 0 を使用できないことを報知してもよい。

## 【 0 0 4 9 】

出射制御部 3 3 は、出射装置駆動部 4 8 を制御して、接続部 4 9 に接続された光出射装置 6 0 に対する電源及びパルス信号の出力を実行又は停止させる。出射制御部 3 3 は、検出制御部 3 2 の制御により、光出射装置 6 0 を使用できない又は使用しない場合に、出射装置駆動部 4 8 の電源及びパルス信号の出力を停止させる。また、光出射装置 6 0 を使用する場合、出射制御部 3 3 は出射装置駆動部 4 8 の電源及びパルス信号を出力させる。

40

## 【 0 0 5 0 】

キャリブレーション制御部 3 9 は、指示体 7 0 及び指示体 8 0 の指示位置を検出して、画像 I / F 部 1 2 の入力画像における座標に変換するためのキャリブレーションを実行する。

## 【 0 0 5 1 】

図 3 に示すフローチャート及び各図を参照しながら、制御部 3 0 の処理手順、特にキャリブレーション制御部 3 9 の処理手順を説明する。

## 【 0 0 5 2 】

50

キャリブレーションは、プロジェクター 10 を最初に使用する際に初期設定の 1 つとして実行される。キャリブレーションは、例えば、フレームメモリ 44 に描画され投射部 20 が投射する画像における位置と、撮像部 51 が撮影する撮影画像データ上の位置とを対応付ける処理である。位置検出部 50 が撮影画像データから検出する指示体 70、80 の指示位置は、撮影画像データにおける位置であり、例えば撮影画像に設定される座標系における座標で示される。ユーザーはスクリーン SC に投射された投射画像を意識して指示体 70、80 で指示を行う。従って、プロジェクター 10 は、スクリーン SC 上の投射画像に対する指示位置を特定する必要がある。キャリブレーションによって、撮影画像データで検出された位置の座標を投射画像データ上の座標に変換できる。この対応づけを行うデータをキャリブレーションデータとする。キャリブレーションデータは、撮影制御部 53 が出力する撮影画像データ上の座標と投射画像上の座標とを対応付けるデータである。具体的には、撮影画像データ上の座標と投射画像上の座標とを 1 対 1 で対応付けるテーブルであってもよいし、撮影画像データ上の座標を投射画像上の座標に変換する関数であってもよい。

#### 【0053】

キャリブレーション制御部 39 は、指示体の種類に応じてキャリブレーションを実行する。すなわち、指示体 70 の指示位置の検出に関するキャリブレーションと、指示体 80 の指示位置の検出に関するキャリブレーションとの 2 つを実行する。

図 4 は、指示体 70、80 の指示位置を検出する様子を示す説明図であり、(A) は指示体 70 の指示位置を検出する様子を示し、(B) は指示体 80 の指示位置を検出する様子を示す。

図 4 (A) には撮像部 51 がスクリーン SC を撮影する撮影方向を符号 PA で示す。指示体 70 の位置検出を行う場合、送受信部 74 は、指示体 70 の先端の発光位置 70a から赤外光を出射する。発光位置 70a は、指示体 70 がスクリーン SC に接する接触点 70b に非常に近い。このため、撮影方向 PA から撮影した撮影画像データから指示体 70 が発する光の像を検出する場合、この像の位置を、接触点 70b の位置とみなすことができる。

#### 【0054】

これに対し、図 4 (B) に示すように指示体 80 の指示位置を検出する場合、光出射装置 60 が出射する検出光 L を指示体 80 が反射した反射光を検出する。すなわち、撮影方向 PA から撮影される撮影画像データから、検出光 L の反射光の像が検出される。検出光 L の出射方向はスクリーン SC とほぼ平行であり、検出光 L はスクリーン SC から所定の距離 (以下、距離 G1 とする) だけ離れている。距離 G1 はスクリーン SC に対する光出射装置 60 の取付位置により変化するが、構造上、距離 G1 をゼロにすることは困難である。このため、撮影方向 PA から撮影した撮影画像データには、指示体 80 の先端において、スクリーン SC から距離 G1 だけ離れた反射位置 80a で反射した反射光の像が写る。

図 4 (B) に示すように、反射位置 80a は、撮影方向 PA に対して斜めの方向に離れている。このため、撮影画像データに写る反射光の像の位置は、撮影方向 PA において、より離れた位置を指示体 70 で指示した場合の像と同じ位置になる。つまり、指示体 80 が接触点 80b でスクリーン SC に接触した場合の反射光と、指示体 70 が接触点 70b でスクリーン SC に接触した場合の光とが、撮像部 51 の撮影画像データでは同じ位置に写る。このため、指示体 80 が指し示す接触点 80b は、撮影方向 PA において撮像部 51 から離れた接触点 70b として検出され、距離 G2 のずれを生じる。

#### 【0055】

距離 G2 のずれは、撮像部 51 が、スクリーン SC から離れた位置から斜めに撮影を行うことに起因する。例えば、図 4 (A)、(B) に示す撮影方向 PA と指示体 70、80 との位置関係は、上下方向に限らず、水平方向においても同様に発生する。本実施形態では、図 1 に示したようにスクリーン SC の上方に位置するプロジェクター 10 の本体に設けられた 1 つの撮像部 51 が、スクリーン SC を俯瞰して撮影するため、上下及び水平の

10

20

30

40

50

両方向において距離 G 2 のずれが発生する。

【 0 0 5 6 】

そこで、プロジェクター 1 0 は、指示体 8 0 の指示位置を検出する場合に、指示体 7 0 の指示位置を検出する場合と同様に指示位置を検出した後に、検出した位置を補正する。

具体的には、キャリブレーション制御部 3 9 が、指示体 7 0 の指示位置の検出に関するキャリブレーションを行うことにより、キャリブレーションデータを生成する。このキャリブレーションデータを使用すれば、例えば図 4 ( A ) に示すように、発光位置 7 0 a がスクリーン S C との接触点 7 0 b に近い場合に、高精度で指示位置を検出できる。

【 0 0 5 7 】

さらに、プロジェクター 1 0 は、指示体 8 0 の指示位置を検出する場合に、キャリブレーションデータにより求めた座標を補正する補正データを使用する。補正データは、具体的には、初期補正データ 1 2 5 及びマニュアル補正データ 1 2 6 である。

補正データは、図 4 ( B ) の距離 G 1 を定めるデータとすることができる。この場合、撮影画像データ上の座標又は投射画像上の座標ごとに、距離 G 1 の大きさを示すデータを対応付けるテーブル形式、或いはマップデータとすることができる。また、撮影画像データ上の座標又は投射画像上の座標において予め設定された代表点について、距離 G 1 の大きさを示すデータを対応付けるテーブル形式とすることができる。代表点から外れた座標の距離 G 1 の大きさを求める必要がある場合は、補正対象の座標に近い代表点の距離 G 1 を適用する方法や、補間演算により代表点の距離 G 1 から補正対象の座標の距離 G 1 を求める方法を利用できる。

また、例えば、補正データは、撮影画像データ上で検出された座標、又はキャリブレーションデータに基づき得られた投射画像上の座標をシフトさせるデータであってもよい。具体的には、座標のシフト量を定めるデータであってもよいし、座標を補正する関数であってもよい。また、補正データを、撮影画像データ上の座標又は投射画像上の座標ごとに異なるシフト量を実現するデータとすることもできる。この場合、補正対象の座標に、座標のシフト量に対応付けたテーブルとしてもよい。このテーブルは、撮影画像データ上の座標又は投射画像上の座標から選択される代表点にシフト量に対応付けてもよい。代表点以外の座標を補正する場合には、補正対象の座標に近い代表点のシフト量を適用する方法や、補間演算により代表点のシフト量から補正対象の座標のシフト量を求める方法を利用できる。

【 0 0 5 8 】

キャリブレーション制御部 3 9 は、指示体 7 0 の指示位置に関するキャリブレーションとして、オートキャリブレーションとマニュアルキャリブレーションとを実行できる。

オートキャリブレーションは、スクリーン S C に、オートキャリブレーション用の画像を投射して、撮像部 5 1 で撮影し、撮影画像データを用いてキャリブレーションデータを生成する処理である。オートキャリブレーションは、プロジェクター 1 0 が自動的に実行可能な処理であり、ユーザーによる指示体 7 0、8 0 の操作を必要としない。オートキャリブレーションは、ユーザーがリモコンまたは操作パネル 1 9 で実行を指示した場合に限らず、制御部 3 0 が制御するタイミングで実行することもできる。例えば、プロジェクター 1 0 の電源オン直後等の動作開始時に行ってもよいし、後述する通常動作中に行ってもよい。オートキャリブレーションで投射されるオートキャリブレーション画像 1 2 1 は、予め記憶部 1 1 0 に記憶されている。

【 0 0 5 9 】

図 5 は、オートキャリブレーション画像 1 2 1 の一例を示す。オートキャリブレーション画像 1 2 1 には、複数のマーク（シンボル）が所定の間隔で配置されている。キャリブレーション画像中のマークは、撮影画像データから検出可能な図形や記号であり、その形状やサイズは特に限定されない。

図 6 は、スクリーン S C に投射されたオートキャリブレーション画像 1 2 1 を撮像部 5 1 により撮影した撮影画像データの一例を示す。撮像部 5 1 の撮影画像データは、プロジェクター 1 0 を図 1 に示すように吊り下げ設置した場合に、スクリーン S C の斜め上方か

10

20

30

40

50

ら撮影されるので、歪んだ画像となる。図 5 には、等間隔でマークが並ぶ矩形のオートキャリブレーション画像 121 を例示したが、図 6 の撮影画像データでは歪んだ形状の画像が写っており、この画像の内部に並ぶマークの間隔は、マークの位置によって異なっている。

#### 【0060】

キャリブレーション制御部 39 は、投射制御部 31 の機能により、記憶部 110 に記憶されたオートキャリブレーション画像 121 に基づいて、画像処理部 40 及び投射部 20 を動作させて、オートキャリブレーション画像 121 をスクリーン SC に投射させる。キャリブレーション制御部 39 は、位置検出部 50 を制御して撮像部 51 に撮影を実行させ、撮影画像データを取得する。この撮影画像データは、撮影制御部 53 から、図示しないメモリに一時的に記憶され、制御部 30 に出力される。キャリブレーション制御部 39 は、撮影画像データからマークを検出し、各マークの重心位置をマークの座標値として取得する。キャリブレーション制御部 39 は、撮影画像データから検出されたマークと、フレームメモリ 44 に描画された投射画像、すなわちオートキャリブレーション画像 121 のマークとを対応付ける。

キャリブレーション制御部 39 は、撮影画像におけるマークの座標値と、投射画像におけるマークの座標値とを対応付けることにより、テーブル形式または関数形式のオートキャリブレーションデータ 123 を作成する。オートキャリブレーション画像 121 のマークの投射画像における座標値は、予めオートキャリブレーション画像 121 とともに、或いはオートキャリブレーション画像 121 に含まれて記憶部 110 に記憶されている。キャリブレーション制御部 39 は、既にオートキャリブレーションデータ 123 が記憶されている場合、このオートキャリブレーションデータ 123 を更新する。

#### 【0061】

図 7 に、キャリブレーションデータを登録したキャリブレーションデータ管理テーブルの一例を示す。図 7 に示すキャリブレーションデータ管理テーブルは、オートキャリブレーション画像 121 上に配置されたマークの識別番号と、各マークのオートキャリブレーション画像 121 上での中心座標とを対応づけて記録したテーブルである。キャリブレーションデータ管理テーブルは、オートキャリブレーション画像 121 に対応付けて記憶部 110 に記憶される。キャリブレーション管理テーブルには、各マークの識別番号に対応付けて、各マークのフレームメモリ 44 上での中心座標が記録されている。なお、各マークの位置座標として、中心座標に代えて、各マークの位置する範囲の座標値（X 座標、Y 座標における最大値、最小値）を記録しておくものであってもよい。このキャリブレーションデータ管理テーブルに記録された座標と、位置検出部 50 が撮影画像データから検出した座標とに基づき、撮影画像データ上の座標とフレームメモリ 44 上の座標とが対応付けられ、オートキャリブレーションデータ 123 が生成される。

#### 【0062】

キャリブレーション制御部 39 は 1 回のキャリブレーションを実行して、1 つのオートキャリブレーションデータ 123 の作成又は更新を行う。又は、キャリブレーション制御部 39 は、オートキャリブレーション画像 121 を切り替えて複数の撮影と座標の対応づけを行う。そして、キャリブレーション制御部 39 は、複数のオートキャリブレーションで得られた対応づけの結果を統合して、より高精度のオートキャリブレーションデータ 123 を作成してもよい。

#### 【0063】

本実施形態では、記憶部 110 には、複数のオートキャリブレーション画像 121 が記憶されている。キャリブレーション制御部 39 は、記憶部 110 に記憶されたオートキャリブレーション画像 121 の中から 1 のオートキャリブレーション画像 121 を選択する。複数のオートキャリブレーション画像 121 を用意しておくことで、オートキャリブレーションを複数回行って、指示体 70、80 による指示座標の検出精度を高めることが可能になる。例えば、1 回目のオートキャリブレーションと 2 回目のオートキャリブレーションとにおいて、マークの位置が異なるものを使用する。指示体 70、80 による指示座



標の検出精度を高めるためには、マークにある程度の大きさ（面積）が必要となる。このため、オートキャリブレーションを２回に分けて、さらにオートキャリブレーション画像１２１上のマーク位置が異なるものを使用することで、指示体７０、８０による指示座標の検出精度を高めることができる。また、キャリブレーション制御部３９は、１回のオートキャリブレーションで、複数のオートキャリブレーション画像１２１を用いてもよい。なお、図５には、Ｘ字形状のマークを用いた例を示したが、マークの形状、サイズ、オートキャリブレーション画像１２１に含まれるマークの数、マークの配置等も限定されない。

#### 【００６４】

マニュアルキャリブレーションは、スクリーンＳＣに、マニュアルキャリブレーション用の画像を投射し、投射した画像に対応する指示体７０の操作を検出して、マニュアルキャリブレーションデータを生成する処理である。

図８は、マニュアルキャリブレーション画像１２２の一例を示す。マニュアルキャリブレーション画像１２２は、ユーザーに指示体７０で指示をさせるため、指示位置を示すマークを含む。図８のマニュアルキャリブレーション画像１２２は複数の指示用のマーク（）が配置され、ユーザーは、マークの位置を指示体７０で指示する。

#### 【００６５】

マニュアルキャリブレーション画像１２２には複数のマークが含まれるが、これらのマークは、１つずつスクリーンＳＣに投射される。このため、マニュアルキャリブレーション画像１２２は、具体的にはマークの数が異なる複数の画像の組合せで構成される。

ユーザーはスクリーンＳＣにマークが表示される毎に、新たに表示されたマークを指示体７０で指示する。キャリブレーション制御部３９はユーザーが操作を行う毎に、指示位置を検出する。そして、キャリブレーション制御部３９は、撮影画像で検出した指示位置と、フレームメモリ４４に描画された投射画像、すなわちマニュアルキャリブレーション画像１２２のマークとを対応付ける。キャリブレーション制御部３９は、撮影画像データで検出した指示位置の座標値と、投射画像上のマークの座標値とを対応付けることにより、マニュアルキャリブレーションデータ１２４を作成する。

マニュアルキャリブレーションデータ１２４は、オートキャリブレーションデータ１２３と同様のデータ形式とすることも可能であるが、オートキャリブレーションデータ１２３を補正する補正データとすることができる。オートキャリブレーションデータ１２３は、撮影画像上の座標を投射画像上の座標に変換するデータである。これに対し、マニュアルキャリブレーションデータ１２４は、オートキャリブレーションデータ１２３を用いて変換された後の座標を、さらに補正するデータである。

#### 【００６６】

キャリブレーション制御部３９は、指示体７０の指示位置の検出に関するキャリブレーションを行う場合に、オートキャリブレーション又はマニュアルキャリブレーションを実行できる。記憶部１１０が、過去に生成されたオートキャリブレーションデータ１２３を記憶している場合には、オートキャリブレーションとマニュアルキャリブレーションを選択して実行できる。ここで、オートキャリブレーションが実行された場合、キャリブレーション制御部３９は記憶部１１０のオートキャリブレーションデータ１２３を更新する。また、マニュアルキャリブレーションが実行された場合、マニュアルキャリブレーションデータ１２４が生成又は更新される。また、記憶部１１０にオートキャリブレーションデータ１２３が記憶されていない場合は、オートキャリブレーションを実行する必要がある。オートキャリブレーションデータ１２３が記憶されていない状態では、マニュアルキャリブレーションデータ１２４を使用できないためである。

#### 【００６７】

キャリブレーション制御部３９は、指示体８０の指示位置の検出に関するキャリブレーションを、指示体７０のマニュアルキャリブレーションと同様に実行できる。この場合、キャリブレーション制御部３９は、マニュアル補正データ１２６を生成する。マニュアル補正データ１２６は、指示体８０の指示位置を検出する場合に利用される。

マニュアル補正データ126は、図4(B)を参照して説明したように、指示体70の指示位置として検出した座標を、指示体80の指示位置の座標に補正するデータである。指示体80の指示位置の検出に関し、マニュアルキャリブレーションを行わない場合には、キャリブレーション制御部39は初期補正データ125を選択する。初期補正データ125は、図4(B)の距離G1を初期値にした場合の補正データであり、予め記憶部110に記憶される。光出射装置60の設置時には、スクリーンSCと検出光Lとの距離G1が、例えば10mm~1mmとなるように調整され、実際にはスクリーンSCの面内で変化する。初期補正データ125は、距離G1の初期値を、例えば5mmに仮定した場合の補正データであり、初期補正データ125を使用すればマニュアルキャリブレーションを行わなくても指示体80の指示位置を検出できる。マニュアルキャリブレーションで作成されるマニュアル補正データ126を用いれば、距離G1の面内における差を反映した補正を行うことで、より高精度で指示体80の指示位置を検出できる。

10

つまり、検出制御部32は、位置検出部50の位置検出において、指示体70の指示位置を検出する場合には、オートキャリブレーションデータ123又はマニュアルキャリブレーションデータ124を用いて指示位置の座標を求める。指示体80の指示位置を検出する場合、検出制御部32は、オートキャリブレーションデータ123又はマニュアルキャリブレーションデータ124を用いて座標を求める処理で、初期補正データ125又はマニュアル補正データ126で補正を行う。言い換えれば、初期補正データ125及びマニュアル補正データ126は、指示体70の指示位置から指示体80の指示位置を求める差分のデータである。

20

#### 【0068】

図3のフローチャートにおいて、オートキャリブレーションを実行するか、マニュアルキャリブレーションを実行するかがユーザーにより選択される(ステップS1)。キャリブレーション制御部39は、リモコン又は操作パネル19の操作を検出し(ステップS2)、オートキャリブレーションが選択された場合はステップS2に移行し、マニュアルキャリブレーションが選択された場合にはステップS7に移行する。なお、上述したように、記憶部110にオートキャリブレーションデータ123が記憶されていない場合、ステップS1で、オートキャリブレーションのみを選択可能なメニュー画面を投射してもよい。

#### 【0069】

30

ステップS2で、キャリブレーション制御部39は、オートキャリブレーション画像121を選択する。記憶部110には、複数のオートキャリブレーション画像121が記憶されており、キャリブレーション制御部39は、記憶部110に記憶されたオートキャリブレーション画像121の中から1のオートキャリブレーション画像121を選択する。

続いて、キャリブレーション制御部39は、選択したオートキャリブレーション画像121を投射部20によりスクリーンSCに投射する(ステップS3)。オートキャリブレーション画像121がスクリーンSCに投射された状態で、ユーザーは、リモコン又は操作パネル19の操作により、オートキャリブレーション画像121がスクリーンSCの表示エリアに納まるように表示サイズや表示位置を調整してもよい。

キャリブレーション制御部39は、位置検出部50を制御して、撮像部51により撮影を実行させ(ステップS4)、撮像部51の撮影画像データを取得して、取得した撮影画像データに基づきオートキャリブレーションデータ123を作成する(ステップS5)。

40

#### 【0070】

キャリブレーション制御部39は、背景画像作成処理を実行し(ステップS6)、ステップS15に移行する。

図9は、背景画像作成処理の詳細を示すフローチャートである。

キャリブレーション制御部39は、マスク画像を作成する(ステップS111)。マスク画像は、撮像部51が撮影した撮影画像データから、スクリーンSCの表示エリアに相当する部分の画像データを切り出すための画像である。図10に、マスク画像の一例を示す。

50

## 【 0 0 7 1 】

マスク画像の作成方法について図 1 1 を参照しながら説明する。図 1 1 には、撮影画像データの一例を示す。図 1 1 では撮影画像データの左下を原点とし、上下方向を X 軸方向とし、左右方向を Y 軸方向としている。

キャリブレーション制御部 3 9 は、スクリーン S C の投射画像を撮影した撮影画像データから、スクリーン S C が写っている範囲を決定する。

## 【 0 0 7 2 】

プロジェクター 1 0 では、既にステップ S 3 で、投射画像がスクリーン S C の投射領域に納まるようにユーザーによって調整されている。また、キャリブレーション制御部 3 9 は、オートキャリブレーション画像 1 2 1 に含まれるマークのうち、上下左右の各方向で最も外側に位置するマーク列がどのマーク列であるかを示すデータを取得する。このデータは、例えばオートキャリブレーション画像 1 2 1 に対応付けて記憶部 1 1 0 に記憶されている。

図 1 1 に示す例では、オートキャリブレーション画像 1 2 1 の左側で、最も外側に位置するマーク列は、マーク列 T である。キャリブレーション制御部 3 9 は、マーク列 T に含まれる各マークの中心座標を、図 7 に例示したキャリブレーションデータ管理テーブルから取得する。キャリブレーション制御部 3 9 は、取得した各マークの中心座標にマージンとなる所定値を加算して、スクリーン S C の左端を決定する。マーク列 T は、オートキャリブレーション画像 1 2 1 の左側で、最も外側に位置するマーク列であるため、各マークの Y 座標値から、所定値を減算してスクリーン S C 左端の座標値とする。例えば、図 1 1 に示すマーク列 T のマーク T 3 ( X 3、Y 3 ) の場合、Y 座標値 Y 3 から所定値 を減算した座標 T 3 ' ( X 3、Y 3 - ) が、T 3 におけるスクリーン S C の左端となる。キャリブレーション制御部 3 9 は、スクリーン S C の上下左右それぞれの方向で、端部の座標値を求める。なお、マークが存在しない領域については、補間処理によって端部の座標値を求めてもよい。キャリブレーション制御部 3 9 は、求めた上下左右それぞれの方向の座標値を記憶部 1 1 0 に保存する。次に、キャリブレーション制御部 3 9 は、求めたスクリーン S C の範囲のデータを使用して、マスク画像を作成する。キャリブレーション制御部 3 9 は、スクリーン S C の範囲外の領域で、画素値が 0 になるように設定したマスク画像を生成する。キャリブレーション制御部 3 9 は、生成したマスク画像を位置検出部 5 0 の撮影画像データ処理部 5 6 に送る。

## 【 0 0 7 3 】

次に、キャリブレーション制御部 3 9 は、光出射装置 6 0 の光源部 6 1 をオフにして、撮像部 5 1 に撮影範囲を撮影させる ( ステップ S 1 1 2 )。撮像部 5 1 による撮影の際には、例えば、指示体 7 0、8 0 で操作を行わないように注意を促すメッセージ画像を投射部 2 0 により投射させて、指示体 7 0、8 0 や、ユーザーが撮影されないようにする。ステップ S 1 1 2 で撮影した、光出射装置 6 0 の光源部 6 1 をオフにして撮影した撮影画像データを、第 1 背景画像データと呼ぶ。図 1 2 に、第 1 背景画像データの一例を示す。図 1 2 に示す第 1 背景画像データには、スクリーン S C や、意図せずにスクリーン S C に写った反射光が記録されている。キャリブレーション制御部 3 9 は、第 1 背景画像データを記憶部 1 1 0 に保存する。

## 【 0 0 7 4 】

次に、キャリブレーション制御部 3 9 は、光出射装置 6 0 の光源部 6 1 をオンにして、撮像部 5 1 に撮影範囲を撮影させる ( ステップ S 1 1 3 )。この撮影の際にも、例えば、上記のメッセージ画像を投射部 2 0 に投射させて、指示体 7 0、8 0 や、ユーザーが撮影されないようにする。ステップ S 1 1 3 で撮影した、光出射装置 6 0 の光源部 6 1 をオンにして撮影した撮影画像データを、第 2 背景画像データと呼ぶ。図 1 3 に、第 2 背景画像データの一例を示す。図 1 3 に示す第 2 背景画像データには、スクリーン S C や、光出射装置 6 0 の検出光がスクリーン S C に反射した反射光に加えて、光源部 6 1 の光を反射したペントレイが写っている。キャリブレーション制御部 3 9 は、第 2 背景画像データを記憶部 1 1 0 に保存する。

キャリブレーション制御部 39 は、第 1 背景画像データと第 2 背景画像データとを撮影すると、第 2 背景画像データから第 1 背景画像データを減算して、差分画像データを生成する（ステップ S 114）。なお、以下では、この差分画像データを光源ノイズデータと呼ぶ。キャリブレーション制御部 39 は、生成した光源ノイズデータを記憶部 110 に保存する。なお、第 1 背景画像データ及び第 2 背景画像データの撮影は、後述する通常動作中に行ってもよい。

【0075】

一方、マニュアルキャリブレーションが選択された場合、キャリブレーション制御部 39 はステップ S 7 に移行する。

ステップ S 7 では、上述したステップ S 6 の背景画像作成処理を実行する。図 9 のステップ S 111 ではスクリーン SC にオートキャリブレーション画像 121 を投射して、マスク画像を作成するが、ステップ S 7 においても同様である。

【0076】

マスク画像を作成した後、キャリブレーション制御部 39 は、マニュアルキャリブレーション画像 122 を選択し（ステップ S 8）、選択したマニュアルキャリブレーション画像 122 を投射部 20 によりスクリーン SC に投射する（ステップ S 9）。マニュアルキャリブレーション画像 122 がスクリーン SC に投射された状態で、ユーザーは、マニュアルキャリブレーション画像 122 がスクリーン SC の表示エリアに納まるように表示サイズや表示位置を調整してもよい。

【0077】

ここで、ユーザーにより、指示体 70 を用いた操作が行われる（ステップ S 10）。図 8 に示したように、マニュアルキャリブレーション画像 122 には所定のマークが配置されている。マニュアルキャリブレーション画像 122 がスクリーン SC に表示されると、ユーザーは、指示体 70 を使用して、スクリーン SC に投射されたマークを 1 つずつ指し示す。プロジェクター 10 の送信部 52 は、同期用の赤外線信号を周期的に送信する。指示体 70 は、この赤外線信号に同期して、赤外光を点灯させる。キャリブレーション制御部 39 は、撮像部 51 に、指示体 70 の発光タイミングに同期して撮影範囲を撮影させる。これにより、指示体 70 がマークを指し示している撮影画像データ（以下、第 1 位置検出画像データという）が撮影される。キャリブレーション制御部 39 は、撮影画像データを取得して指示体 70 の指示位置を検出する指示位置検出処理を実行する（ステップ S 11）。

【0078】

ステップ S 11 の詳細について、図 14 に示すフローチャートを参照しながら説明する。第 1 背景画像データは、光出射装置 60 の光源部 61 をオフにして、指示体 70 やユーザーが映らないようにして撮影したスクリーン SC とその周辺の画像である。第 1 背景画像データには、窓から入り込む外光や、蛍光灯等の照明の光、これらの光がスクリーン SC で反射した反射光による外乱等が記録されている。これらを背景ノイズと呼ぶ。

【0079】

撮影画像データ処理部 56 は、撮像部 51 により撮影された第 1 位置検出画像データを取得する。撮影画像データ処理部 56 は、取得した第 1 位置検出画像データをフレームメモリ 58 に展開する。撮影画像データ処理部 56 は、第 1 位置検出画像データを展開したフレームメモリ 58 に、さらにマスク画像を重ねてマスク処理を行う（ステップ S 121）。なお、以下では、マスク処理されて切り出された、スクリーン SC に相当する領域の第 1 位置検出画像データを、切り出し画像データと呼ぶ。撮影画像データ処理部 56 は、マスク処理により切り出した切り出し画像データを指示体検出部 54 に渡す。指示体検出部 54 は、撮影画像データ処理部 56 から取得した切り出し画像データから第 1 背景画像データを減算して、背景ノイズを除去した差分画像データを生成する（ステップ S 122）。次に、指示体検出部 54 は、差分画像データを濃度しきい値を用いて 2 値化する（ステップ S 123）。すなわち、指示体検出部 54 は、差分画像データの画素値と濃度しきい値とを比較して、画素値が濃度しきい値以上の画素を検出する。図 15（A）及び

(B)に、濃度しきい値の一例を示す。図15(A)は、図10に示すマスク画像に合わせて設定した濃度しきい値を示し、図15(B)は、図15(A)に示す点A～点Dでの濃度しきい値を示している。

#### 【0080】

本実施形態では、濃度しきい値を、撮像部51からの距離に応じて変更している。撮像部51によって撮影された撮影画像データでは、撮像部51から被写体までの距離が長いほど撮影画像の輝度が低く、撮像部51から被写体までの距離が近いほど輝度が高くなる傾向がある。このため、位置検出部50は、撮像部51からの距離が近い範囲の濃度しきい値が大きく、撮像部51からの距離が遠い範囲の濃度しきい値が小さく設定されている。このように濃度しきい値が傾斜を設けて設定されるため、撮影画像において、指示体70の赤外光と、その他の画像との区別がしやすくなる。図15(B)に示す例では、撮像部51からの距離が最も近い点Dにおいて濃度しきい値が最も大きく設定されており、撮像部51からの距離が最も遠い点Aにおいて濃度しきい値が最も小さく設定されている。

#### 【0081】

指示体検出部54は、2値化により検出した、画素値が濃度しきい値以上の画素を検出すると、検出された画素の塊ごとのブロックに分けて、ブロックのうち面積が所定の範囲内となるブロックの重心座標を求める(ステップS124)。重心座標とは、ブロックの位置的中心座標のことである。重心座標の算出は、例えば、ブロックに割り当てられた座標の横軸X成分及び縦軸Y成分をそれぞれ加算して、その平均を取ることによって行われる。位置検出部50は、算出した重心座標をキャリブレーション制御部39に渡す。キャリブレーション制御部39は、指示体検出部54から取得した重心座標を、撮影画像データ上の指示座標と判定する。

なお、図2に示す例では、位置検出部50がフレームメモリ58を備えている場合を例に説明した。位置検出部50がフレームメモリ58を備えていない簡易な構成の場合には、撮影画像データ処理部56は、第1位置検出画像データのうち、スクリーンSC領域の第1位置検出画像データだけを指示体検出部54に出力することで、マスク処理を行ってもよい。具体的には、撮影画像データ処理部56は、キャリブレーション制御部39から取得したマスク画像から、撮影画像データ上において、スクリーンSCに相当する領域の座標値を算出する。そして、撮影画像データ処理部56は、撮影制御部53から第1位置検出画像データを取得すると、算出した座標値に基づいて、スクリーンSCに相当する領域の第1位置検出画像データだけを指示体検出部54に出力する。

キャリブレーション制御部39は、図3に戻り、撮影画像データ上での指示座標と、対応するマークのオートキャリブレーション画像121上の座標とを対応付けて記憶部110に記憶させる(ステップS12)。

#### 【0082】

キャリブレーション制御部39は、マニュアルキャリブレーション画像122の全てのマークについて指示位置を検出したか否かを判定し(ステップS13)、未処理のマークがある場合はステップS9に戻る。また、全てのマークの指示位置の検出が済んだ場合、キャリブレーション制御部39は、ステップS12で一時的に記憶した指示位置の座標とマークの位置とに基づき、マニュアルキャリブレーションデータ124を作成する(ステップS14)。ここで作成されたマニュアルキャリブレーションデータ124は記憶部110に記憶される。その後、キャリブレーション制御部39はステップS15に移行する。

#### 【0083】

ステップS15で、キャリブレーション制御部39は、指示体80の指示位置の検出に関するマニュアルキャリブレーションを実行するか否かを選択するユーザーインターフェイスを投射部20により投射させ、ユーザーの選択入力が行われる。

キャリブレーション制御部39は、リモコン又は操作パネル19の操作を検出し、マニュアルキャリブレーションを実行するか否かを判定する(ステップS16)。

#### 【0084】

マニュアルキャリブレーションを実行しない場合（ステップS16；No）、キャリブレーション制御部39は、初期補正データ125を選択して（ステップS17）、通常動作に移行する（ステップS18）。

通常動作とは、画像I/F部12に入力される入力画像に基づき、スクリーンSCに画像を投射し、指示体70、80により指示された指示位置を特定して、指示内容に応じた処理を行う動作である。

【0085】

指示体80の操作に関するマニュアルキャリブレーションを行う場合（ステップS16；Yes）、キャリブレーション制御部39は、マニュアルキャリブレーション画像122を選択する（ステップS19）。

10

続いて、キャリブレーション制御部39は、選択したマニュアルキャリブレーション画像122を投射部20によりスクリーンSCに投射する（ステップS20）。ここで、ユーザーにより、指示体80を用いた操作が行われ（ステップS21）、キャリブレーション制御部39は、指示体80の指示位置を検出する指示位置検出処理を実行する（ステップS22）。このステップS22の指示位置検出処理は、上述したステップS11の指示位置検出処理と同様の処理であり、図14のように実行される。

【0086】

このステップS22の指示位置検出処理で、位置検出部50（指示体検出部54）は、第2位置検出画像データと、マスク画像、第1背景画像データ及び第2背景画像データとを用いて、指80aによって指し示された指示座標を検出する。なお、第2背景画像データは、光射出装置60の光源部61をオンして撮影したスクリーンSCとその周辺の画像である。このため、第2背景画像データには、第1背景画像データに記録された背景ノイズに加えて、光射出装置60の光源部61の発する光やその反射光が記録されている。この光源部61の発する光に起因するノイズを光源ノイズと呼ぶ。キャリブレーション制御部39は、ステップS8において、第2背景画像データから第1背景画像データを減算して光源ノイズデータを生成し、記憶部110に保存している。図16に、光源ノイズデータの一例を示す。

20

【0087】

位置検出部50は、第2位置検出画像データから、第1背景画像データと光源ノイズデータとを減算して、背景ノイズと光源ノイズとを除去した差分画像データを生成する。差分画像データを生成した後の処理は、図14に示す処理と同一であるため、説明を省略する。位置検出部50は、算出した重心座標をキャリブレーション制御部39に渡す。キャリブレーション制御部39は、位置検出部50から取得した重心座標を、撮影画像データ上の指示座標と判定する。そして、キャリブレーション制御部39は、撮影画像データ上の指示座標と、対応するマークのマニュアルキャリブレーション画像122上でのマークの座標値とを対応付けて記憶部110に記憶させる（ステップS23）。

30

【0088】

キャリブレーション制御部39は、マニュアルキャリブレーション画像122の全てのマークについて指示位置を検出したか否かを判定し（ステップS24）、未処理のマークがある場合はステップS20に戻る。また、全てのマークの指示位置の検出が済んだ場合、キャリブレーション制御部39は、ステップS23で記憶した指示位置の座標とマークの位置とに基づき、マニュアル補正データ126を作成する（ステップS25）。ここで作成されたマニュアル補正データ126は記憶部110に記憶される。その後、キャリブレーション制御部39はステップS18に移行して、通常動作を開始する。

40

【0089】

なお、キャリブレーション制御部39が、指示体70のマニュアルキャリブレーションにより、オートキャリブレーションデータ123と同様のデータを含むマニュアルキャリブレーションデータ124を生成してもよい。この場合、キャリブレーション制御部39は、図3のステップS8～S14の処理により、オートキャリブレーションデータ123と同様のマニュアルキャリブレーションデータ124を生成する。また、オートキャリブ

50

レーションデータ１２３とマニュアルキャリブレーションデータ１２４と同一のデータとしてもよく、この場合、ステップＳ１４で生成されるデータにより、過去に生成されたオートキャリブレーションデータ１２３が上書きされる。

この構成では、キャリブレーション制御部３９がオートキャリブレーションまたはマニュアルキャリブレーションのいずれかを実行すれば、指示体７０の指示位置の座標を求めることが可能となる。従って、図３の動作において、オートキャリブレーションデータ１２３が記憶されていない状態で、ステップＳ１でマニュアルキャリブレーションを選択することが可能となる。

【００９０】

次に、図１７に示すシーケンス図を参照して、通常動作中におけるプロジェクター１０（送信部５２）、指示体７０、光出射装置６０（光源部６１）の発光タイミングについて説明する。

【００９１】

本シーケンスでは、プロジェクター１０がマスター装置となり、指示体７０と、光出射装置６０とに発光タイミングを通知する。光出射装置６０の光源部６１と、指示体７０とは、プロジェクター１０から通知されたタイミングに従って発光する。また、本シーケンスは、第１フェーズから第４フェーズまでの４つのフェーズを備え、第１フェーズから第４フェーズを順に繰り返す。第４フェーズまで終了した場合には第１フェーズに戻り、第１フェーズから第４フェーズを再度繰り返す。これによって、プロジェクター１０は、指示体７０に発光タイミングを通知し、指示体７０や光出射装置６０の発光タイミングに同期して撮影を行うことができる。

【００９２】

第１フェーズは、同期フェーズである。第１フェーズでは、プロジェクター１０の送信部５２の光源を点灯させて、同期用の赤外線信号を指示体７０に送信する。指示体７０は、この同期用の赤外線信号を受信することで、第１フェーズの開始タイミングを認識することができる。なお、第１～第４フェーズの各時間は、同一の時間に設定されているため、第１フェーズの開始タイミングを認識することで、指示体７０は、第２～第４フェーズの開始タイミングも認識することができる。

【００９３】

第２フェーズは、位置検出のフェーズであり、光出射装置６０の光源部６１と、指示体７０とが点灯する。プロジェクター１０は、光源部６１と指示体７０との点灯タイミングに合わせて、撮像部５１により撮影範囲を撮影する。これにより、指示体８０がスクリーンＳＣ上を指し示している場合には、撮像部５１の撮影画像に指示体８０の反射光が写る。また、指示体７０の点灯光が撮影画像に写る。

【００９４】

第３フェーズは、指示体判定のフェーズであって、指示体７０が、指示体７０に設定された固有の点灯パターンで点灯し、光源部６１は点灯しない。このため、第２、第４フェーズで撮影した撮影画像データから検出された指示座標のうち、第３フェーズで撮影した撮影画像データから検出された指示座標に近い指示座標は、指示体７０の指示座標であると判定することができる。

また、指示体７０には、指示体７０を識別するＩＤが設定されており、第３フェーズにおいて指示体７０は、設定されたＩＤに従って点灯する。例えば、指示体７０のＩＤとして「１０００」が割り当てられており、「１」で指示体７０を点灯させ、「０」で指示体７０を消灯させる設定であるとする。この場合、指示体７０は、最初の第３フェーズにおいて点灯し、その後の２回目～４回目の第３フェーズにおいては消灯する。

【００９５】

また、第４フェーズは、第２フェーズと同様に位置検出のフェーズである。光出射装置６０の光源部６１と指示体７０とを点灯させて、撮像部５１により撮影を行う。なお、プロジェクター１０は、例えば、第１フェーズ、第２フェーズ、第４フェーズにおいて、撮像部５１により撮影範囲の撮影を行い、第１及び第２背景画像データを更新してもよい。

通常動作中においても第1及び第2背景画像データを更新することで、指示体70、80による指示座標の検出精度を高めることができる。例えば、第1フェーズにおいて、プロジェクター10は、同期用の赤外線信号を送信した後に、撮像部51により撮影範囲を撮影する。第1フェーズで撮影した撮影画像データは、指示体70及び光出射装置60の光源部61が点灯していない画像データであるため、第1背景画像データとして使用することができる。また、第2フェーズと第4フェーズとの少なくとも一方において、プロジェクター10は、指示体70の点灯が終了した後、光出射装置60の光源部61が点灯している間に、撮像部51により撮影範囲を撮影する。撮影された撮影画像データは、指示体70が消灯し、光出射装置60の光源部61が点灯している画像データである。このため、第2背景画像データとして使用することができる。

10

#### 【0096】

以上説明したように、本実施形態のプロジェクター10は、撮像部51と、指示体検出部54とを備える。撮像部51は、指示体70、80の指示位置を検出するスクリーンSCを撮影する。指示体検出部54は、撮像部51の撮影画像データから、スクリーンSCの位置に応じて異なるしきい値を用いて、指示体70、80の指示位置を検出する。スクリーンSCを撮影した撮影画像データにより指示体70、80の位置を検出する場合、スクリーンSC内の全ての場所から光が一様に届くとは限らないため検出精度が低下する場合がある。このため、本実施形態のプロジェクター10は、撮影画像データにより指示体70、80の指示位置を検出する際に、スクリーンSCの位置に応じたしきい値を用いて指示体70、80の指示位置を検出する。従って、指示位置を精度よく検出することができる。

20

#### 【0097】

また、指示体検出部54は、撮像部51からスクリーンSCの各位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて、指示体70、80の指示位置を検出している。撮像部51から指示体までの距離が異なれば、撮影画像データに写る指示体70、80の明るさも異なる。このため、撮像部51からスクリーンSCの各位置までの距離に応じて異なる値に設定されたしきい値を用いて指示体70、80の指示位置を検出することで、指示体70、80の指示位置を精度よく検出することができる。

#### 【0098】

また、指示体検出部54は、撮像部51との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、指示体70、80の指示位置を検出する。指示体70、80によって、撮像部51との距離が近いスクリーンSC上の位置が指し示された場合、指示体70、80と、指示体70、80の周辺部も明るく撮影された撮影画像データとなる。そこで、撮像部51との距離が近づくに従って、値が大きくなるように設定されたしきい値を用いて、指示体70、80の指示位置を検出することで、指示体70、80の指示位置を精度よく検出することができる。

30

#### 【0099】

また、指示体検出部54は、撮影画像データをしきい値により2値化して輝点を検出することにより、指示体70、80の指示位置を検出する。このため、撮影画像データから簡単な処理で指示体70、80の指示位置を検出することができる。

40

#### 【0100】

また、指示体検出部54は、スクリーンSCに検出光を出射する送信部52を備え、指示体検出部54は、指示体80が反射した検出光の像を、撮影画像データから検出することにより、指示体80の指示位置を検出する。従って、指示体80が自ら発光しなくも、指示体80が反射した検出光の像を検出して、指示体80の指示位置を検出することができる。

#### 【0101】

また、指示体検出部54は、指示体70が発する光の像を、撮影画像データから検出することにより、指示体70の指示位置を検出する。従って、指示体70の指示位置を精度よく検出することができる。

50



## 【 0 1 0 2 】

また、指示体検出部 5 4 は、指示体 7 0 が発する光と、検出光が指示体 8 0 で反射した光との少なくとも一方の輝度に基づいて指示体 7 0、8 0 の指示位置を検出する。また、指示体検出部 5 4 は、指示位置を検出する際に、距離が近づくに従って輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いる。従って、指示体 7 0、8 0 の指示位置の検出の際に、撮像部 5 1 との距離が近づくに従って、輝度が高くなるように設定されたしきい値を用いて指示体の指示位置を検出するので、指示体 7 0、8 0 の指示位置を精度よく検出することができる。

## 【 0 1 0 3 】

また、プロジェクター 1 0 が、位置検出部 5 0 を備えることで、撮影画像データから、しきい値を用いて指示体の指示位置を精度よく検出することができ、スクリーンに投射する投射画像に、指示位置を反映させることができる。

10

## 【 0 1 0 4 】

なお、上述した実施形態及び変形例は本発明を適用した具体的態様の例に過ぎず、本発明を限定するものではなく、異なる態様として本発明を適用することも可能である。上記実施形態では、ペン型の指示体 7 0 やユーザーの手指である指示体 8 0 に限定されず、レーザーポインターや指示棒等を用いてもよく、その形状やサイズは限定されない。

また、上記実施形態及び変形例では、光出射装置 6 0 はプロジェクター 1 0 の本体とは別体で構成され、ケーブル 6 0 a で接続される構成を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば、光出射装置 6 0 をプロジェクター 1 0 の本体に一体に取り付けることも、プロジェクター 1 0 の本体に内蔵する構成としてもよい。また、光出射装置 6 0 が外部から電源の供給を受け、出射装置駆動部 4 8 との間で無線通信回線により接続されてもよい。

20

## 【 0 1 0 5 】

また、上記実施形態では、位置検出部 5 0 は、撮像部 5 1 によりスクリーン S C を撮影して指示体 7 0 の位置を特定するものとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、撮像部 5 1 は、プロジェクター 1 0 の本体に設けられ、投射光学系 2 3 の投射方向を撮影するものに限定されない。撮像部 5 1 をプロジェクター 1 0 本体とは別体として配置してもよいし、撮像部 5 1 がスクリーン S C の側方や正面から撮影を行うものとしてもよい。さらに、複数の撮像部 5 1 を配置し、これら複数の撮像部 5 1 の撮影画像データに基づいて、検出制御部 3 2 が指示体 7 0、8 0 の位置を検出してもよい。

30

また、上記実施形態では、プロジェクター 1 0 から指示体 7 0 に対し、送信部 5 2 が発する赤外線信号を用いて指示体 7 0 に同期用の信号を送信する構成を説明したが、同期用の信号は赤外線信号に限定されない。例えば、電波通信や超音波無線通信により同期用の信号を送信する構成としてもよい。この構成は、電波通信や超音波無線通信により信号を送信する送信部をプロジェクター 1 0 に設け、同様の受信部を指示体 7 0 に設けることで実現できる。

## 【 0 1 0 6 】

また、上記実施形態では、光源が発した光を変調する光変調装置 2 2 として、R G B の各色に対応した 3 枚の透過型の液晶パネルを用いた構成を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、3 枚の反射型液晶パネルを用いた構成としてもよいし、1 枚の液晶パネルとカラーホイールを組み合わせた方式を用いてもよい。或いは、3 枚のデジタルミラーデバイス ( D M D ) を用いた方式、1 枚のデジタルミラーデバイスとカラーホイールを組み合わせた D M D 方式等により構成してもよい。光変調装置として 1 枚のみの液晶パネル又は D M D を用いる場合には、クロスダイクロイックプリズム等の合成光学系に相当する部材は不要である。また、液晶パネル及び D M D 以外にも、光源が発した光を変調可能な光変調装置であれば問題なく採用できる。

40

上記実施形態では、ユーザーが、フロントプロジェクション型のプロジェクター 1 0 が画像を投射 ( 表示 ) するスクリーン S C ( 投射面、表示面 ) に対して、指示体 7 0、8 0 による指示操作を行う態様について説明したが、ユーザーが、プロジェクター 1 0 以外の

50

表示装置（表示部）が画像を表示する表示画面（表示面）に対して指示操作を行う態様であってもよい。この場合にも、光出射装置 60 や撮像部 51 は、表示装置と一体的に構成されてもよいし、表示装置とは別体で構成されてもよい。プロジェクター 10 以外の表示装置としては、リアプロジェクション（背面投射）型のプロジェクター、液晶ディスプレイ、有機 E L（Electro Luminescence）ディスプレイ、プラズマディスプレイ、C R T（陰極線管）ディスプレイ、S E D（Surface-conduction Electron-emitter Display）等を用いることができる。

また、図 2 に示したプロジェクションシステム 1 の各機能部は機能的構成を示すものであって、具体的な実装形態は特に制限されない。つまり、必ずしも各機能部に個別に対応するハードウェアが実装される必要はなく、一つのプロセッサがプログラムを実行することで複数の機能部の機能を実現する構成とすることも勿論可能である。また、上記実施形態においてソフトウェアで実現される機能の一部をハードウェアで実現してもよく、あるいは、ハードウェアで実現される機能の一部をソフトウェアで実現してもよい。その他、プロジェクションシステム 1 の他の各部の具体的な細部構成についても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で任意に変更可能である。

【符号の説明】

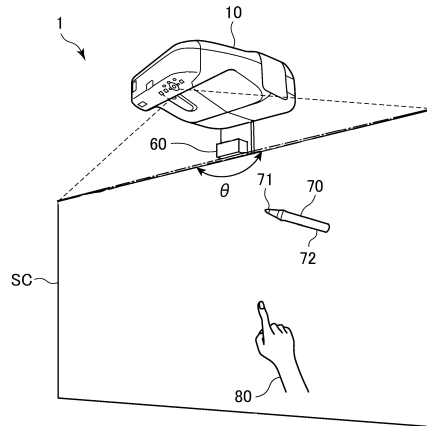
【0107】

1 ... プロジェクションシステム（位置検出システム）、10 ... プロジェクター（位置検出装置）、20 ... 投射部、21 ... 光源部、22 ... 光変調装置、23 ... 投射光学系、30 ... 制御部、31 ... 投射制御部、32 ... 検出制御部、33 ... 出射制御部、39 ... キャリブレーション制御部、40 ... 画像処理部、50 ... 位置検出部、51 ... 撮像部（撮影部）、54 ... 指示体検出部、55 ... 座標算出部、60 ... 光出射装置（光源部）、70 ... 指示体、80 ... 指示体、110 ... 記憶部、121 ... オートキャリブレーション画像、122 ... マニュアルキャリブレーション画像、123 ... オートキャリブレーションデータ、124 ... マニュアルキャリブレーションデータ、126 ... マニュアル補正データ、S C ... スクリーン（検出領域）。

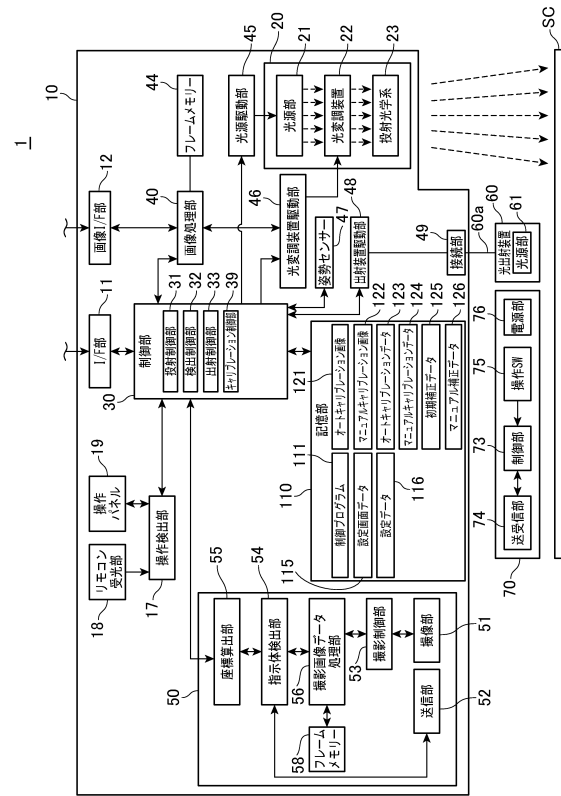
10

20

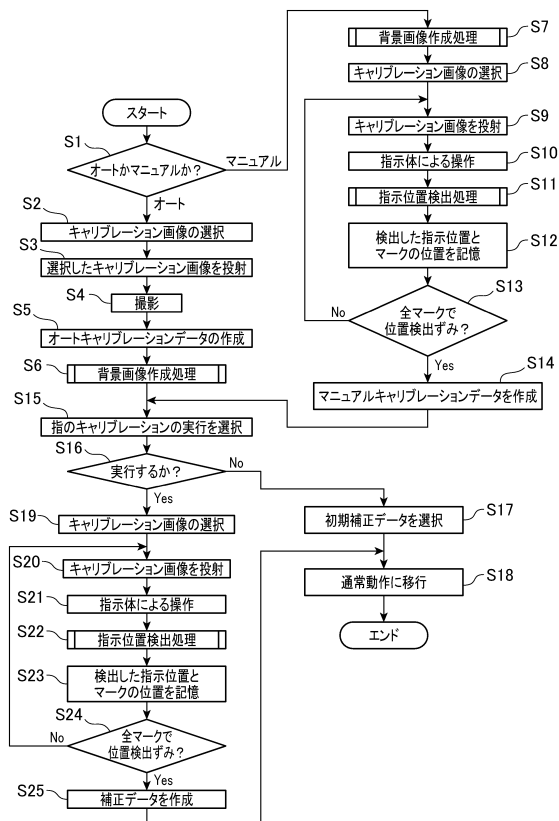
【図 1】



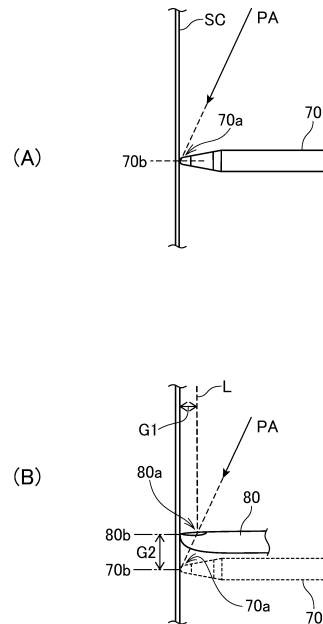
【図 2】



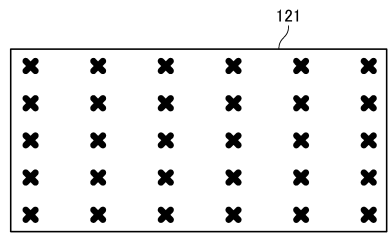
【図 3】



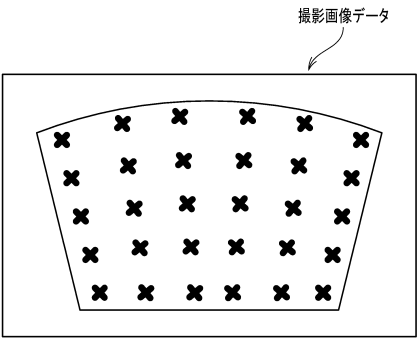
【図 4】



【図 5】



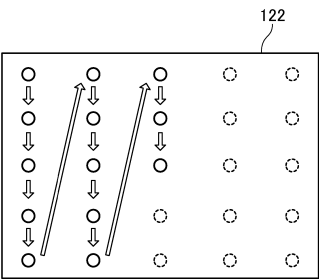
【図 6】



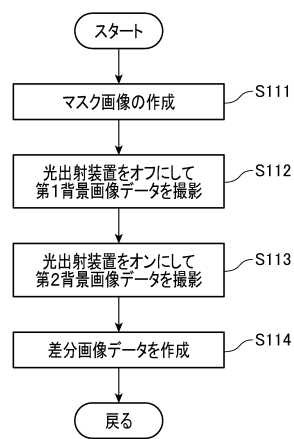
【図 7】

	オートキャリブレーション画像 上での位置座標(中心座標)	フレームメモリー上 での位置座標(中心座標)
マーク1	(X1, Y1)	(X2, Y2)
マーク2	(X3, Y3)	(X4, Y4)
マーク3	(X5, Y5)	(X6, Y6)
...	...	...

【図 8】



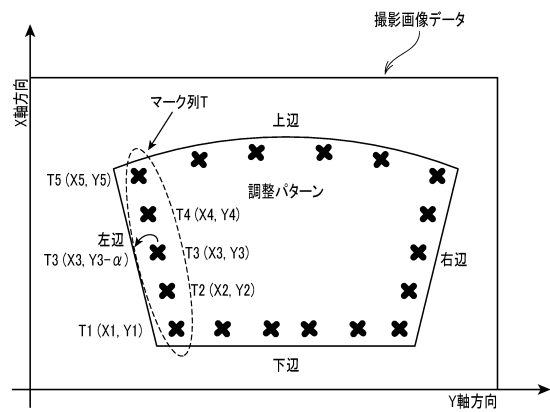
【図 9】



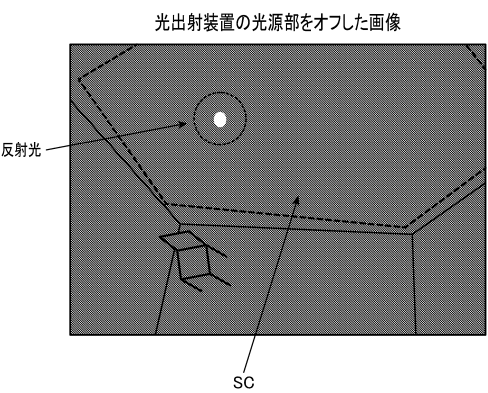
【図 10】



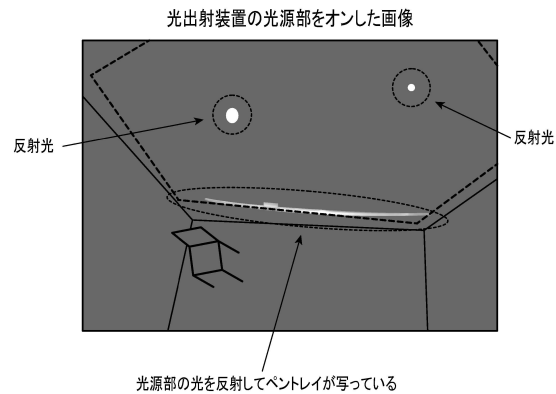
【図 11】



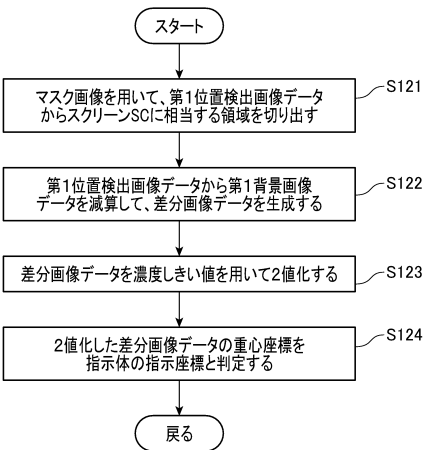
【図 12】



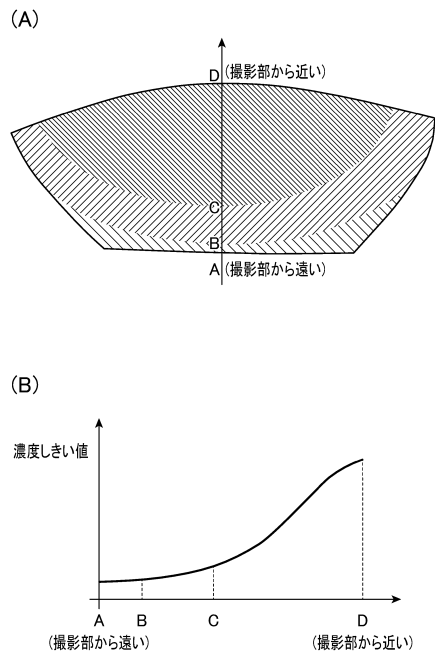
【図 1 3】



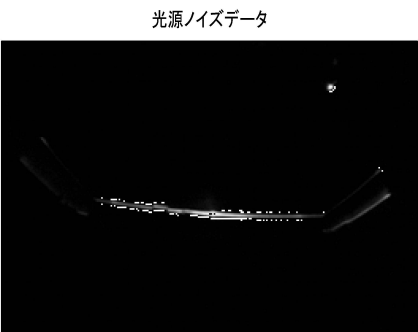
【図 1 4】

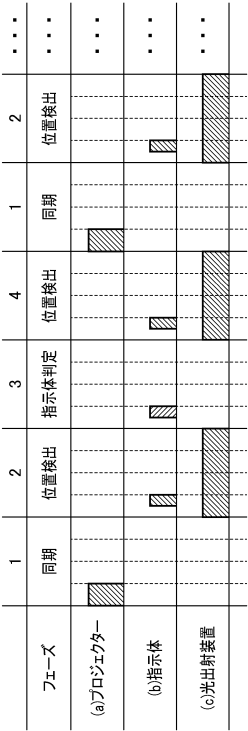


【図 1 5】



【図 1 6】





---

フロントページの続き

(72)発明者 モサカニ, ババク

ノルウェー国 7462 トロンハイム スラッペン ピー・オー・ボックス 1288 エブソン ノルウェー リサーチ アンド ディベロップメント アクティーゼルスカブ内

(72)発明者 久保田 真司

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 円子 英紀

(56)参考文献 特開2005-276139(JP, A)

特開2001-344069(JP, A)

特開2012-003521(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/0346

G06F 3/041