

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6049334号
(P6049334)

(45) 発行日 平成28年12月21日 (2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日 (2016.12.2)

(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

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-156904 (P2012-156904)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年7月12日 (2012.7.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-21562 (P2014-21562A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年2月3日 (2014.2.3)	(74) 代理人	100090273
審査請求日	平成27年7月3日 (2015.7.3)		弁理士 國分 孝悦
		(72) 発明者	小林 究
			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	萩島 豪

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出装置、検出方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

不可視光をスクリーンに対して投光する投光手段と、
前記スクリーンを撮像する撮像手段であって、前記投光手段により投光される不可視光の波長成分に感度を有する撮像手段と、
前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データと、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データとの差分をとることにより、ファレンス画像データを生成するリファレンス画像データ生成手段と、
前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データと、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データとの差分をとることにより、影画像データを生成する影画像データ生成手段と、
前記リファレンス画像データ生成手段により生成されたリファレンス画像データと前記

10

20

影画像データ生成手段により生成された影画像データとを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行う検出手段とを有することを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記検出手段は、位置が異なる複数の投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態における前記撮像手段による撮像に基づいて得られた画像データを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、位置が異なる複数の撮像手段夫々による撮像に基づいて得られた複数の画像データを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記影画像データと前記リファレンス画像データとを用いて生成される規格化影画像データを 2 値化することにより、2 値化画像データを生成する 2 値化画像データ生成手段を更に有し、

前記検出手段は、前記 2 値化画像データを用いて前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項 に記載の検出装置。

【請求項 5】

複数の前記 2 値化画像データの O R をとることにより、O R 影領域画像データを生成する O R 影領域画像データ生成手段を更に有し、

前記検出手段は、前記 O R 影領域画像データに基づいて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記 O R 影領域画像データから二つの突起した形状の端点間の距離を算出する算出手段を更に有し、

前記検出手段は、前記算出手段により算出された距離に基づいて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記投光手段は、不可視光を前記スクリーンに対して複数の投光パターンで投光し、

前記検出手段は、前記投光手段により不可視光が前記複数の投光パターンで投光されている状態それぞれにおける前記撮像手段による撮像に基づいて前記影画像データ生成手段により生成された複数の影画像データから選択された影画像データを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項 に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記検出手段は、前記スクリーンに対する操作として、前記スクリーン上の指示位置、及び、前記スクリーンに対するタッチ操作のうちの少なくとも何れか一方を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項 に記載の検出装置。

【請求項 9】

不可視光をスクリーンに対して投光する投光ステップと、

前記投光ステップにより投光される不可視光の波長成分に感度を有する撮像手段によって前記スクリーンを撮像する撮像ステップと、

前記投光ステップにより前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像ステップによる撮像により得られた画像データと、前記投光ステップにより前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像ステップによる撮像により得られた画像データとの差分を取ることにより、リファレンス画像データを生成するリファレンス画像データ生成ステップと、

前記投光ステップにより前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且

10

20

30

40

50

つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像ステップによる撮像により得られた画像データと、前記投光ステップにより前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像ステップによる撮像により得られた画像データとの差分をとることにより、影画像データを生成する影画像データ生成ステップと、

前記リファレンス画像データ生成ステップにより生成されたリファレンス画像データと前記影画像データ生成ステップにより生成された影画像データとを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行う検出ステップとを有することを特徴とする検出方法。

【請求項 10】

10

前記検出ステップは、前記投光ステップにおいて位置が異なる複数の投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態における前記撮像ステップによる撮像に基づいて得られた画像データを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の検出方法。

【請求項 11】

前記検出ステップは、前記撮像ステップにおける位置が異なる複数の撮像手段夫々による撮像に基づいて得られた複数の画像データを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行うことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の検出方法。

【請求項 12】

コンピュータを請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の検出装置として動作させるためのプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タッチされた位置やタッチダウン等を検出する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、プロジェクタによって投影される画像に対してタッチ入力を行う場合、投影対象となるスクリーン上に何らかのデバイスを設置することによりタッチ入力を可能としていた。特許文献 1 及び 2 には、赤外線を投光する手段と赤外線を受光する手段とをスクリーン上に設け、これらの手段を用いて指等がそれを遮ることを検知して座標入力及びタッチ判定を行う技術が開示されている。一方、特許文献 3 乃至 5 には、プロジェクタによって投影される画像に対して、スクリーン上にデバイスを設置せずに指示入力可能な技術が開示されている。但し、特許文献 3 乃至 5 に開示される技術では、専用の指示具を必要としており、当該指示具が光や超音波を発し、これを投影部の近傍、又は、スクリーンから離れた部分で検知することにより、座標入力及びタッチ判定等が行われる。

30

【0003】

ところで、プロジェクタという表示装置は、液晶表示装置等のフラットパネル型表示装置と比較して、どこにでも投影できるというメリットがある。この「どこにでも投影できる」という特徴と、上述した「スクリーン上に何らかの装置を設置する必要がある」という特徴とは、相反するものであり、便利さを阻害している。同様に、「どこにでも投影できる」という特徴と、上述した「専用の指示具が必要である」という特徴とは、相反するものであり、これも便利さを阻害している。特許文献 6 には、これらを両立するために、手や指の影をプロジェクタ側に設置されたカメラで検出することにより、タッチ入力する技術が開示されている。特許文献 6 に開示される技術は、投影された画像上における所定の位置をユーザが手によってタッチしようとする場合、タッチ位置の検出とタッチダウンの判別とを行うものである。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2004-272353号公報

【特許文献2】特開2001-43021号公報

【特許文献3】特開2001-236179号公報

【特許文献4】特開2004-265185号公報

【特許文献5】特開2000-81950号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献6に開示される技術において、タッチ位置の検出及びタッチダウンの判別は、投影光によって照らされる手の実像と、投影光によって生成される手の影像との関係に基づいて行われる。この方法では、投影された画像に黒い領域がある場合、その領域においては有効な光線が得られず、影像及び実像を十分に取得することができず、タッチ位置及びタッチダウンを正確に検出することができない。

10

【0006】

そこで、本発明の目的は、影像を確実に取得し、タッチに係る検出を正確に行うことにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の検出装置は、不可視光をスクリーンに対して投光する投光手段と、前記スクリーンを撮像する撮像手段であって、前記投光手段により投光される不可視光の波長成分に感度を有する撮像手段と、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データと、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在しない状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データとの差分をとることにより、ファレンス画像データを生成するリファレンス画像データ生成手段と、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されている状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データと、前記投光手段により前記スクリーンに不可視光が投光されていない状態であって、且つ、前記撮像手段と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに対する操作を行う物体が存在する状態における前記撮像手段による撮像により得られた画像データとの差分をとることにより、影画像データを生成する影画像データ生成手段と、前記リファレンス画像データ生成手段により生成されたリファレンス画像データと前記影画像データ生成手段により生成された影画像データとを用いて、前記スクリーンに対する操作の検出を行う検出手段とを有することを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、影像を確実に取得し、タッチに係る検出を正確に行うことが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る画像投影システムをスクリーン側の正面から見た場合の外観構成を示す図である。

【図3】プロジェクタの内部構成を示す図である。

【図4】撮像装置によって撮像される画像データの例を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る画像投影システムの処理を示すフローチャートである。

50

【図 6】投光パターンと指示方向との関係を示す図である。

【図 7】元画像データ（影画像データ）⇒規格化影画像データ⇒影領域画像データ⇒O R 影領域画像データの流れの意味について説明するための図である。

【図 8】第 2 の画像処理部における O R 影領域画像データから指示座標データ及びタッチ判定データを算出する処理に係る構成を示す図である。

【図 9】図 8 に示した各構成において生成される画像データを示す図である。

【図 10】領域拡張フィルタ及び領域縮小フィルタについて説明するための図である。

【図 11】指画像データから P 1、P 2 を算出する処理を説明するための図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図 14】本発明の第 4 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施形態に係る画像投影システムの処理を示すフローチャートである。

【図 16】本発明の第 5 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図 17】本発明の第 6 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図 18】本発明の第 7 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を適用した好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は、飽くまでも本発明の一例に過ぎず、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

【0011】

先ず、本発明の第 1 の実施形態について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る画像投影システムは、撮像装置 1、投光装置 2～5 及びプロジェクタ 6 を備える。撮像装置 1 及び投光装置 2～5 は、プロジェクタ 6 の画像投影部 7 の近傍に設置される。なお、本実施形態に係る画像投影システムは、タッチ検出装置の例である。

【0012】

スクリーン 8 は、プロジェクタ 6 の画像投影部 7 から画像が投影される対象であり、且つ、タッチ入力の対象エリアである。撮像装置 1 の撮影範囲及び投光装置 2～5 の照明範囲には、スクリーン 8 の一部又は全てが含まれる。投光装置 2～5 は、可視光の波長成分を含まない光を投光する。ここでは、投光装置 2～5 は赤外線を投光することを想定しているが、これに限定されず、非可視光であればよい。

【0013】

撮像装置 1 は、少なくとも投光装置 2～5 から投光される赤外線の一部又は全ての波長帯域に感度があるものである。本発明においては、撮像装置 1 の波長特性が可視領域を含むか含まないかを限定しない。可視領域を含まない場合、外乱光に対してより堅牢になる。一方、可視領域を含む場合、画像投影部 7 から投影される画像をとらえることができるため、投影される画像とタッチ入力との間においてより緊密な連携ができるようになる。

【0014】

図 1 のスクリーン 8 の部分に描かれている手の影像 9、10 は、非可視光に基づくものであり、実際に人間に見えるものではなく、撮像装置 1 によって観測される像である。即ち、投光装置 2～5 から投光される非可視光、及び、その非可視光によって生ずる全ての影は、プロジェクタ 6 によってスクリーン 8 上に投影される画像の表示を一切妨害しないものである。

【0015】

図 2 は、本実施形態に係る画像投影システムをスクリーン側の正面から見た場合の外観構成を示す図である。図 2 に示すように、本実施形態に係る画像投影システムは、例えば天井からつり下げられて設置されるものであり、支持部材 13 によって撮像装置 1 と投光装置 2～5 とが互いに固定される。そして、支持部材 13 は、天井固定部材 12 によって

10

20

30

40

50

プロジェクタ6とともに天井に固定される。

【0016】

図3は、プロジェクタ6の内部構成を示す図である。図3に示すように、プロジェクタ6は、制御部61、画像データ格納部62、第1の画像処理部63、第2の画像処理部64、指示座標データ・タッチ判別データ格納部65、座標・タッチ状態送信部66及び投光駆動制御回路67が制御バスを介して接続される。制御部61は、制御バスに接続される各構成を制御する。第1～第4の投光装置2～5は、投光駆動制御回路67によって制御され、駆動される。

【0017】

撮像装置1により撮像された画像データは、画像データ格納部62に一旦格納された後、第1の画像処理部63に出力され、さらに第2の画像処理部64に出力される。なお、画像データは、画像データバスを介してやりとりされる。第2の画像処理部64は、第1の画像処理部63を介して入力した画像データに基づいて、指示座標データ及びタッチ判別データを算出する。算出された指示座標データ及びタッチ判別データは、指示座標データ・タッチ判別データ格納部65に一旦格納され、座標・タッチ状態送信部66によって送信される。指示座標データ及びタッチ判別データの送信先は、PC、スマート端末又はプロジェクタ6そのものであり、無線又は有線で送信される。なお、後述する図5に示すフローチャートの処理は、制御部61が不図示の記録媒体から必要なプログラムやデータを読み出して実行することにより実現する処理である。

【0018】

図4は、撮像装置1によって撮像される画像データの例を示す図である。なお、図4に示す影像9、10は、非可視光に基づいて撮像装置1により撮像されたものであり、人間には見えないものである。

【0019】

先ず、ユーザがスクリーン8上に手を差し出すと、図4(A)に示す画像データが撮像装置1により撮像される。第2の画像処理部64は、図4(A)に示す画像データを解析し、二つの手の先端の位置としてP1及びP2を検出し、例えばその中点P0を指示座標として算出するとともに、P1とP2との距離dを算出する。ユーザが手をスクリーン8に近づけると、二つの手の影像が近付き、P1とP2との距離dが短くなっていく。そして、図4(B)に示すように、距離dが第1の閾値以下になった時点で、第2の画像処理部64は、「座標入力あり」として座標値P0を出力する。さらに二つの影像が近付き、図4(C)又は図4(D)に示すように、距離dが第2の閾値以下になった時点で、第2の画像処理部64は、「タッチダウンあり」と判定する。図4(C)に示す例は、第2の閾値が比較的大きい値を示す場合であり、この場合、手が或る程度スクリーン8に近付いた時点で「タッチダウンあり」の判定がなされる。一方、図4(D)に示す例は、第2の閾値がほぼゼロに近い値を示す場合であり、この場合、手がスクリーン8にほぼ接触した時点で「タッチダウンあり」の判定がなされる。

【0020】

図4(C)に示すような設定は、スクリーン面になるべく触れたくないようなケースに用いられる。例えば、手術等の外科的な処置を行いつつ操作するような場合には無菌状態が必要なため、このような設定が行われる。一方、図4(D)に示すような設定は、スクリーン8に対して実際に操作しているという、物理的イメージを活かしたいとき等に用いられる。

【0021】

図5は、本実施形態に係る画像投影システムの処理を示すフローチャートである。図5において、ステップS101～S103は、リファレンス画像データを取得するための処理である。この処理部分は、手による操作がないことを条件に実行される。ステップS104以降の処理は、手による操作が行われている状態で実行される通常サンプリングの処理部分であり、終了までループで繰り返される。

【0022】

ステップS101において、撮像装置1は、第1～第4の投光装置2～5によって投光されていない状態で、撮影処理を実行する。ステップS102において、撮像装置1は、手による指示入力が行われていない状態であって、且つ、第1～第4の投光装置2～5により投光された状態で撮影処理を実行する。ここでは、第1～第4の投光パターンで投光された状態で撮影処理が実行される。ステップS103において、第1の画像処理部63は、ステップS101で撮影された画像データと、ステップS102で撮影された、第1～第4の投光パターンに対応する各画像データとの差分をとることにより、4つのリファレンス画像データを生成する。なお、本処理は、リファレンス画像データ生成手段の処理例である。

【0023】

10

ステップS104において、撮像装置1は、第1～第4の投光装置2～5によって投光されていない状態で、撮影処理を実行する。ステップS105において、撮像装置1は、手による指示入力が行われている状態であって、且つ、第1～第4の投光装置2～5により投光された状態で撮影処理を実行する。ここでは、第1～第4の投光パターンで投光された状態で撮影処理が実行される。

【0024】

ステップS106において、第1の画像処理部63は、ステップS104において撮影された画像データと、ステップS105で撮影された第1～第4の投光パターンに対応する各画像データとの差分をとることにより、4つの影画像データを生成する。なお、本処理は、影画像データ生成手段の処理例である。ステップS107において、第1の画像処理部63は、ステップS106により生成された4つの影画像データから、一組（2つ）の影画像データを選択する。ステップS108において、第2の画像処理部64は、後述する画像処理を実行する。

20

【0025】

ステップS109において、第2の画像処理部64は、画像処理の結果に基づいて、指示座標データとタッチ判別データとを算出する。ステップS110において、制御部61は、ステップS109において算出された指示座標データとタッチ判別データとの適正評価を行う。ステップS111において、制御部61は、ステップS110の適正評価の結果、指示座標データとタッチ判別データとが適正であるか否かを判定する。指示座標データとタッチ判別データとが適正である場合、処理はステップS112に移行する。一方、指示座標データとタッチ判別データとが適正でない場合、処理はステップS104に戻る。ステップS112において、座標・タッチ状態送信部66は、指示座標データとタッチ判別データとをPC等に対して送信する。制御部61は、ユーザから処理を終了させる指示を受け付けたか否かを判定する。処理を終了させる指示を受け付けた場合、処理は終了する。一方、処理を終了させる指示を受け付けていない場合、処理はステップS104に戻る。

30

【0026】

次に、ステップS106における一組の画像データの選択処理について詳細に説明する。本実施形態においては、第1～第4の投光パターンに対応する複数の影画像データを生成し、そのうちから、影像がユーザの手や腕に遮られない最適な一組の影画像データを選択する。

40

【0027】

ここで、第1～第4の投光パターンは、図6のp01～p04に示すとおりである。例えば、p10に示すような方向に手による指示入力が行われた場合、投光パターン毎の影画像データは、p11～p14に示すようになる。p12及びp13は、影像の特に指の部分が手の実像に遮られて見えない状態の影画像データである。これに対して、p11及びp14は、影像の特に指の部分が十分見える状態の影画像データである。このような場合、p11及びp14を選択するようにする。以下、p20、p30及びp40に示すような方向に手による指示入力が行われた場合も、同じように、影像の特に指の部分が十分見える状態（丸印の合格パターン）の影画像データを採用するようにする。

50

【0028】

ステップS101において、第1～第4の投光装置2～5によって投光されていない状態で撮影された非投光画像データをR0とする。また、ステップS102において、手による指示入力が行われていない状態であって、且つ、第1～第4の投光パターンで第1～第4の投光装置2～5により投光された状態で撮影された画像データをR1～R4とする。ステップS103において、画像データR1～R4から非投光画像データR0が差し引かれることにより、外乱光を除去したリファレンス画像データRef1～Ref4が生成される。この処理を式で表すと、次の式1-1～式1-4のようになる。

$$\text{Ref1} = \text{R1} - \text{R0} \cdots \text{式1-1}$$

$$\text{Ref2} = \text{R2} - \text{R0} \cdots \text{式1-2}$$

$$\text{Ref3} = \text{R3} - \text{R0} \cdots \text{式1-3}$$

$$\text{Ref4} = \text{R4} - \text{R0} \cdots \text{式1-4}$$

10

【0029】

ステップS104において、第1～第4の投光装置2～5によって投光されていない状態で撮影された非投光画像データをA0とする。また、ステップS105において、手による指示入力が行われている状態であって、且つ、第1～第4の投光パターンで第1～第4の投光部2～5により投光された状態で撮影された画像データをA1～A4とする。ステップS106において、画像データA1～A4から非投光画像データA0が差し引かれることにより、外乱光を除去した通常サンプルにおける影画像データK1～K4が生成される。この処理を式で表すと、次の式2-1～式2-4のようになる。

20

$$\text{K1} = \text{A1} - \text{A0} \cdots \text{式2-1}$$

$$\text{K2} = \text{A2} - \text{A0} \cdots \text{式2-2}$$

$$\text{K3} = \text{A3} - \text{A0} \cdots \text{式2-3}$$

$$\text{K4} = \text{A4} - \text{A0} \cdots \text{式2-4}$$

【0030】

ステップS106において、一組（2つの）の影画像データが選択されるが、ここでは、影画像データK1、K2が選択されたとして、ステップS107以降の処理は、添え字1、2のみの画像データに対してのみ実行される。なお、一組の影画像データの選択は、ステップS105において画像データA1～A4を取得した段階で行ってもよい。

30

【0031】

次に、ステップS108の画像処理について詳細に説明する。ステップS108では、先ず、第2の画像処理部64は、ステップS107で選択された一組の影画像データを、ステップS103で生成されたリファレンス画像データで規格化する。実際には、影がある状態を正の方向のデータとして扱う方が便利なので、反転して規格化して「規格化影画像データ」KN1、KN2が生成される。この処理を式で表すと、次の式3-1～式3-2のようになる。

$$\text{KN1} = (\text{Ref1} - \text{K1}) / \text{Ref1} \cdots \text{式3-1}$$

$$\text{KN2} = (\text{Ref2} - \text{K2}) / \text{Ref2} \cdots \text{式3-2}$$

【0032】

次に、第2の画像処理部64は、各規格化影画像データKN1、KN2を2値化する処理を行う。規格化影画像データKN1、KN2を2値化することにより、位置情報のみでレベル情報のない影領域画像データKB1、KB2が生成される。この処理を式で表すと、次の式4-1～式4-2のようになる。なお、本処理は、影領域画像データ生成手段の処理例である。

40

$$\text{KB1} = \text{Slice}(\text{KN1}) \cdots \text{式4-1}$$

$$\text{KB2} = \text{Slice}(\text{KN2}) \cdots \text{式4-2}$$

ここで、関数Slice()は、画素毎に入力画像データが所定の閾値を超えていれば1を返し、超えていなければ0を返す関数である。

【0033】

次に、第2の画像処理部64は、2つの影領域画像データのORをとって、OR影領域

50

画像データを生成する。この処理を式で表すと、次の式 5 のようになる。なお、本処理は、O R 影領域画像データ生成手段の処理例である。

$$K G = K B 1 \vee K B 2 \cdots \text{式 5}$$

【0034】

ここで、図 7 を用いて、元画像データ（影画像データ）⇒規格化影画像データ⇒影領域画像データ⇒O R 影領域画像データの流れの意味について説明する。図 7 では、直感的にわかるように、各画像データを反転して影が黒く表示されるように示している。

【0035】

図 7 (A) は、元画像データである。これをリファレンス画像データで規格化（詳しくは、規格化反転した）画像データが規格化影画像データである。夫々の画像データには、投光による明白に影である部分と、手の反射による曖昧な部分とが存在している。図 7 (A) 及び図 7 (B) においてこれを表現するためにテクスチャを用いている。図 7 (C) では、これを 2 値化するため、曖昧な部分は場所によって白、黒のまだらとなる。この曖昧な部分は、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示すように、投光の方向によって暗い傾向のある場所が異なり、どちらかといえば明白に影である部分に近い側が暗くなる傾向にある。従って、図 7 (C) の 2 値化画像データを見ると、白い部分は、投光により明白に影である部分と反対方向に多く出る傾向がある。図 7 (D) は、図 7 (C) の 2 つの像の O R をとったものである（あくまでも、図 7 の表示は反転されている）。このように O R をとると、図 7 (C) における白の部分の位置が夫々異なることが効果的となり、図 7 (D) では、白の部分が少なくなる。図 7 (D) の O R 影領域画像データは、主として指の方向、即ち、前方の部分は確実に明白な黒の状態となる、また、後方の一部まだらな部分も、黒い領域で完全に囲まれるということが分かる。本実施形態は、この特徴を有効活用して、この O R 影領域画像データから二つの指の位置を検出するものである。

【0036】

次に、第 2 の画像処理部 6 4 は、O R 影領域画像データを基にさらに画像処理を行い、指示座標データとタッチ判定データとを算出するために、2 つの点 P 1、P 2 を算出する。図 8 は、第 2 の画像処理部 6 4 における O R 影領域画像データから指示座標データ及びタッチ判定データを算出する処理に係る構成を示す図である。図 9 は、図 8 に示した各構成において生成される画像データを示す図である。図 8 においても、図 7 と同様に、直感的にわかるように、各画像データを反転して影が黒く表現されるようにして示している。図 8 において、第 2 の画像処理部 6 4 の入力画像データは O R 影領域画像データ K G である。

【0037】

図 8 に示すように、第 2 の画像処理部 6 4 は、孤立領域除去フィルタ 6 4 1、凹形状除去フィルタ 6 4 2、凸形状除去フィルタ 6 4 3、凸形状除去フィルタ 6 4 4 及び指抽出論理フィルタ 6 4 5 を備える。

【0038】

孤立領域除去フィルタ 6 4 1 は、入力画像データ（O R 影領域画像データ）K G の図 7 で説明した曖昧な部分に基づく孤立領域を除去し、画像データ K G 1 を出力する。凹形状除去フィルタ 6 4 2 は、画像データ K G 1 におけるシャープに凹んだ部分を埋めて滑らかにした画像データ K G 2 を出力する。凸形状除去フィルタ (1) 6 4 3 は、画像データ K G 2 のシャープにとがった部分を取り除き滑らかにした画像データ K G 3 を出力する。凸形状除去フィルタ (2) 6 4 4 は、画像データ K G 3 の指に相当する程度の空間周波数の飛び出し部分を除去した画像データ K G 4 を出力する。指抽出論理フィルタ 6 4 5 は、指の付いた画像データ K G 3 から指の取り除かれた画像データ K G 4 を除くことにより指の部分を抽出した指画像データ K G 5 を出力する。なお、指抽出論理フィルタ 6 4 5 の論理式は、次の式 6 である。

$$K G 5 = (K G 3) \wedge (K G 4) \cdots \text{式 6}$$

【0039】

孤立領域除去フィルタ 6 4 1、凹形状除去フィルタ 6 4 2 及び凸形状除去フィルタ (1

10

20

30

40

50

） 6 4 3 は、指形状を検出する上でのノイズを除去する役割を担っている。凸形状除去フィルタ（2） 6 4 4 は、指部分を一旦削除することにより、指抽出論理フィルタ 6 4 5 に入力する画像データ K G 4 を出力する役割を担っている。凹形状除去フィルタ 6 4 2、凸形状除去フィルタ（1） 6 4 3 及び凸形状除去フィルタ（2） 6 4 4 はいずれも、領域拡張フィルタと領域縮小フィルタとの組み合わせで構成される領域拡張フィルタである。

【0040】

次に、図 10 を参照しながら、上述した領域拡張フィルタ及び領域縮小フィルタについて説明する。領域拡張フィルタは、所定のタップ数の参照範囲を定義し、その範囲に元の領域（図 10 内の斜線で表示）が一画素でも含まれている場合に、その参照範囲の全画素を元の領域と同じ輝度とする。上記処理は、参照範囲を画面全体又は所定の領域内を画素単位のステップでスキャンして順番に処理される。領域縮小フィルタは、所定のタップ数の参照範囲を定義し、その範囲に元の領域（図 10 内の斜線で表示）の外側の領域が一画素でも含まれている場合にその参照範囲の全画素を該外側の領域と同じ輝度とする。参照領域は、画面全体又は所定の領域内を画素単位のステップでスキャンして順番に処理される。領域拡張フィルタを先にかけて、その次に同一タップ数の領域縮小フィルタを掛けると、領域の凹み部分を埋めることが可能である。タップ数が大きければ大きい凹みに対して、タップ数が小さければ細かい凹みに対してそれを埋める効果がある。一方、領域縮小フィルタを先にかけて、その次に同一タップ数の領域拡張フィルタを掛けると、領域の凸部分を削除することが可能である。タップ数が大きければ大きい凸に対して、タップ数が小さければ細かい凸に対してそれを削除することができる。

【0041】

本実施形態では、凹形状除去フィルタ 6 4 2 における、領域拡張フィルタ（1） 6 4 2 1 と領域縮小フィルタ（1） 6 4 2 2 とは、同一タップ数で $T p 1 = 10$ としている。凸形状除去フィルタ（1） 6 4 3 における、領域縮小フィルタ（2） 6 4 3 1 と領域拡張フィルタ（2） 6 4 3 2 とともに同一タップ数で $T p 2 = 10$ としている。ここで、 $Y p 1$ と $T p 2$ とを必ずしも同じ値にする必要はない。

【0042】

凸形状除去フィルタ（2） 6 4 4 においては、指抽出論理フィルタ 6 4 5 でマスクするときにノイズを残さないため、画像データ K G 4 を若干大きくする必要がある。このため、領域縮小フィルタ（3） 6 4 4 1 のタップ数を $T P 3_1 = 40$ 、領域拡張フィルタ（3） 6 4 4 2 のタップ数 $T p 3_2 = 50$ とする。

【0043】

$T p 1$ 、 $T p 2$ 、 $T p 3_1$ 、 $T p 3_2$ は、取り扱う影の大きさ、取得された画像データの画素分解能等でアプリケーション毎に最適化することにより、安定した指検出を行うことが可能である。また、演算時間及び実装コストよりも性能を重視する場合、凸形状除去フィルタ及び凹形状除去フィルタは、一段ではなく何段か重ねてもよい。また、タップ数を適切に選ぶことにより、より優れた画像処理を実現することができる。

【0044】

図 11 に示すように、第 2 の画像処理部 6 4 は、指画像データ K G 5 から $P 1$ 、 $P 2$ を算出する。 $P 1$ 、 $P 2$ は、例えば夫々の指像（突起物）における両端点が算出され、そのなかで画像データ K G 4 の重心から離れた方を選択する等して算出される。 d は、 $P 1$ と $P 2$ との距離である。ここで、 $d 1$ を座標入力の有無を判定するための第 1 の閾値とし、 $d 2$ をタッチダウンの有無を判定するための第 2 の閾値とする。

$d 1 < d$ である場合、図 3 の座標・タッチ状態送信部 6 6 は何も送信しない。

$d 2 < d \leq d 1$ である場合、座標・タッチ状態送信部 6 6 は、「タッチダウンなし」のタッチ判定データとともに座標値 $P 0$ を示す指示座標データを送信する。

$d \leq d 2$ である場合、座標・タッチ状態送信部 6 6 は、「タッチダウンあり」のタッチ判定データとともに座標値 $P 0$ を示す指示座標データを送信する。

【0045】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 12 は、第 2 の実施形態に係る画

10

20

30

40

50

像投影システムの構成を示す図である。図 1 2 に示すように、第 2 の実施形態に係る画像投影システムは、第 1 の実施形態に係る画像投影システムの第 1 ～第 4 の投光装置 2 ～5 とは異なる位置に、第 1 ～第 4 の投光装置 1 4 ～1 7 を配置したものであり、それ以外は、第 1 の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。このような第 1 ～第 4 の投光装置 1 4 ～1 7 の配置とすることにより、図 6 に示す第 1 の実施形態とは異なる態様の影画像データから、適切な影画像データを選択することができる。

【0046】

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 1 3 は、第 3 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図 1 3 に示すように、第 3 の実施形態に係る画像投影システムは、第 1 の実施形態に係る画像投影システムよりも多く投光装置を配置するとともに、第 1 の実施形態に係る画像投影システムより左右方向における投光装置の配置幅を広くしたものであり、それ以外は、第 1 の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。従って、図 6 に示す第 1 の実施形態とは異なる態様であって、且つ、第 1 の実施形態より候補数の多い影画像データから適切な影画像データを選択することができる。即ち、第 3 の実施形態では、第 1 の実施形態より多彩な影画像データから、適切な影画像データを選択することが可能となる。

【0047】

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。図 1 4 は、第 4 の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図 1 4 に示すように、第 4 の実施形態に係る画像投影システムは、撮像装置 2 8、2 9 を複数備えており、それ以外は、第 1 の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。本実施形態においては、撮像装置 2 8、2 9 と投光装置 2 4 ～2 7 とが概ねプロジェクタ 6 の画像投影部 7 の近傍に配置される必要があるが、投光装置 2 4 ～2 7 同士、又は、投光装置 2 4 ～2 7 と撮像装置 2 8、2 9 とが一定の距離だけ離れる必要がある。これは、図 6 に示すように、適切な影画像データの選択対象となる影画像データ群に十分特徴を持たせるためである。特に、投光装置 2 4 ～2 7 と撮像装置 2 8、2 9 との距離に関しては、第 1 ～第 3 の実施形態の構成における指示部材では不十分な場合、又は、十分距離のとれる指示部材では大きすぎて見苦しい、或いは邪魔になるような場合に、本実施形態は好適である。

【0048】

本実施形態においては、例えば図 6 の p 0 1 のような投光パターンにおいては、撮像装置 2 9 を選択し、同様に図 6 の p 0 2 のような投光パターンにおいては、撮像装置 2 8 を選択する。これにより、支持部材 6 2 は上下寸法が第 1 の実施形態の支持部材 1 3 の半分で済み、装置としてスリムなものとなる。また、4 つの投光部の中央に撮像装置を設置する必要がないので、支持部材 6 2 は第 1 の実施形態の支持部材 1 3 のように中央に橋渡し部分を作る必要がなく、プロジェクタ 6 とともに設置する場合に、配置の自由度が大きくなる。

【0049】

図 1 5 は、第 4 の実施形態に係る画像投影システムの処理を示すフローチャートである。なお、図 1 5 のステップ S 2 0 8 ～S 2 1 3 は、図 5 のステップ S 1 0 8 ～S 1 1 3 と同様の処理であるため、説明を省略する。

【0050】

ステップ S 2 0 1 において、撮像装置 2 8 及び撮像装置 2 9 は、第 1 ～第 4 の投光装置 2 ～5 によって投光されていない状態で撮影処理を実行する。ステップ S 2 0 2 において、撮像装置 2 8 及び撮像装置 2 9 は、手による指示入力が行われていない状態であって、且つ、第 1 ～第 4 の投光パターンで第 1 ～第 4 の投光装置 2 ～5 により投光された状態で撮影処理を実行する。ステップ S 1 0 3 において、第 1 の画像処理部 6 3 は、ステップ S 2 0 1 で撮影された画像データと、ステップ S 2 0 2 で撮影された、第 1 ～第 4 の投光パターンに対応する各画像データとの差分をとることにより、8 つのリファレンス画像データを生成する。

【0051】

ステップS204において、撮像装置28及び撮像装置29は、第1～第4の投光装置2～5によって投光されていない状態で撮影処理を実行する。ステップS205において、撮像装置28及び撮像装置29は、手による指示入力が行われている状態であって、且つ、第1～第4の投光パターンで第1～第4の投光装置2～5により投光された状態で撮影処理を実行する。ステップS206において、第1の画像処理部63は、ステップS204で撮影された画像データと、ステップS205で撮影された第1～第4の投光パターンに対応する各画像データとの差分をとることにより、8つの影画像データを生成する。ステップS207において、第1の画像処理部63は、ステップS206により生成された8つの影画像データから、一組(2つ)の影画像データを選択する。以降、図5のステップS108～S113と同様のステップS208～S213が実行される。

10

【0052】

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図16は、第5の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図16に示すように、第5の実施形態に係る画像投影システムは、第4の実施形態に係る画像投影システムから投光装置の位置を変えたものであり、それ以外は、第1の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。30～33に示すような位置に投光装置を配置することにより、第4の実施形態とは異なる態様の影画像データから、適切な影画像データを選択することができる。

【0053】

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。図17は、第6の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図17に示すように、第6の実施形態に係る画像投影システムは、第4の実施形態に係る画像投影システムよりも多く投光装置を配置するとともに、第4の実施形態に係る画像投影システムより左右方向における投光装置の配置幅を広くしたものであり、それ以外は、第1の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。従って、第6の実施形態に係る画像投影システムによれば、第4の実施形態とは異なる態様であって、且つ、第4の実施形態より候補数の多い影画像データから適切な影画像データを選択することができる。即ち、第6の実施形態では、第4の実施形態より多彩な影画像データから、適切な影画像データを選択することが可能となる。

20

【0054】

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。図18は、第7の実施形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。図18に示すように、第7の実施形態に係る画像投影システムは、テーブル42上に画像を投影するタイプであるが、それ以外は、第1の実施形態に係る画像投影システムと同様の構成である。第7の実施形態に係る画像投影システムは、テーブル42上に画像を投影しつつ、その画像のメニューに対してタッチ入力ができるものであり、例えば画像中のオブジェクト43をタッチ操作で動かすことができる。本実施形態では、撮像装置1及び投影装置2～5が設置された支持部材40とプロジェクタ6とをスタンド41に取り付けるだけで、テーブル42には特にデバイスを設置することなくタッチ入力が可能となる。

30

【0055】

上述した実施形態においては、外乱光がある状態においても確実に影像を取得することができ、正確にタッチされた位置及びタッチダウンの有無を検出することが可能となる。また、上述した実施形態は、複数の投光装置によってスクリーンを投光した状態で撮影された画像データに基づいて、タッチされた位置及びタッチダウンの有無を検出しているため、手や腕の位置や指示がいかなる方向であっても正確な検出が可能となる。

40

【0056】

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

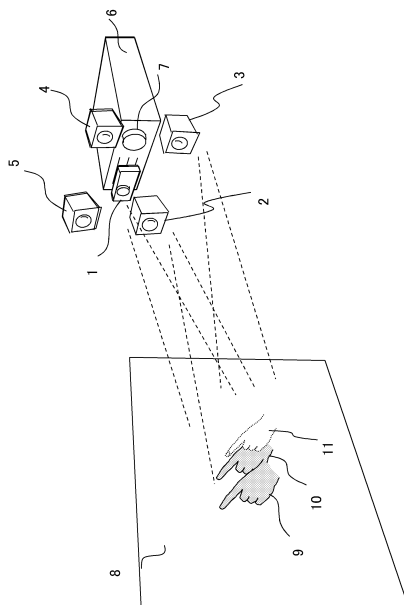
【符号の説明】

【0057】

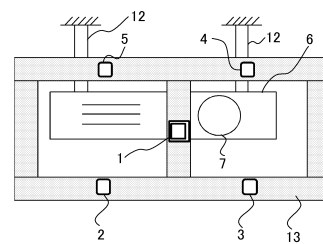
50

1：撮像装置、2～5：投光装置、6：プロジェクタ、7：画像投影部、8：スクリーン、9～10：影像、11：手、61：制御部、62：画像データ格納部、63：第1の画像処理部、64：第2の画像処理部、65：指示座標データ・タッチ判別データ格納部、66：座標・タッチ状態送信部、67：投光駆動制御回路

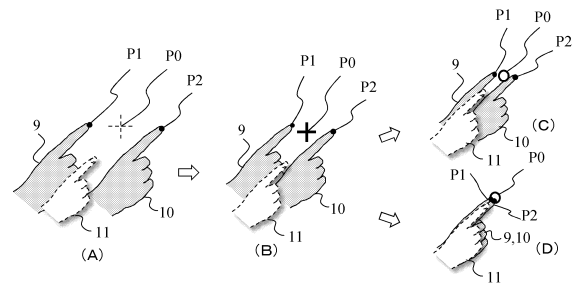
【図1】



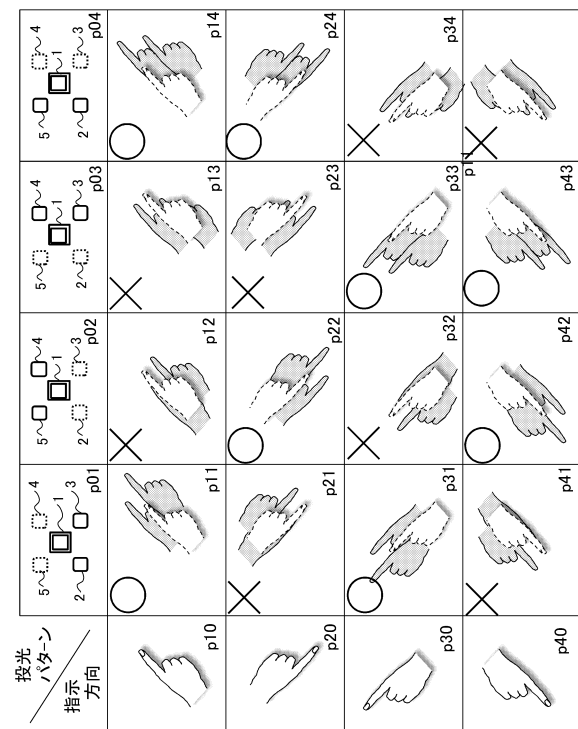
【図2】



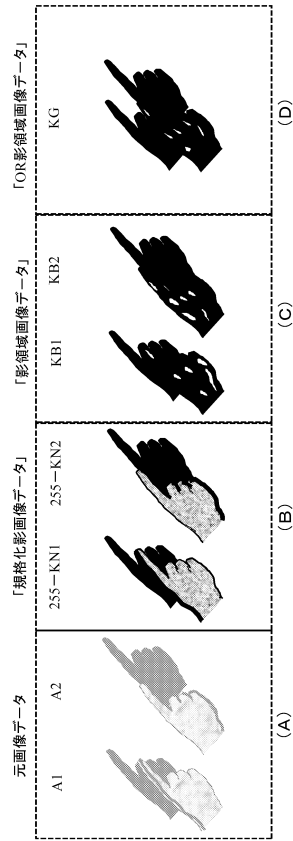
【図 4】



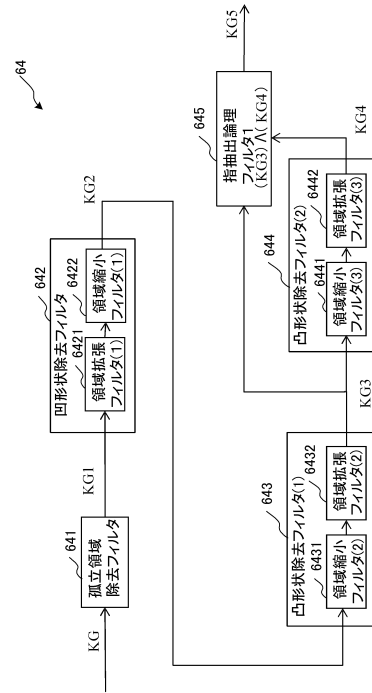
【图 6】



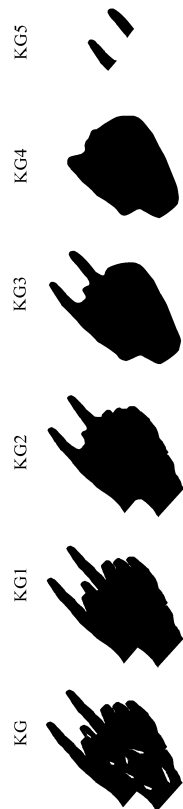
【図 7】



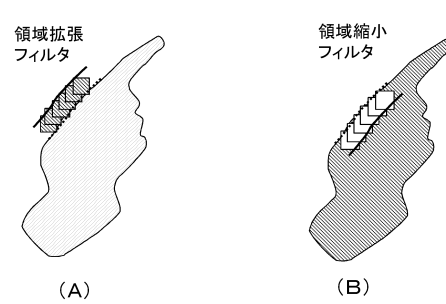
【図 8】



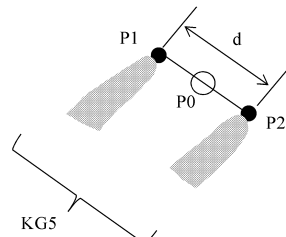
【図 9】



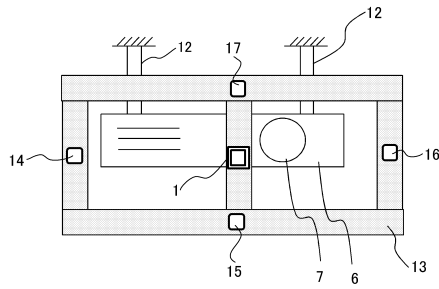
【図 10】



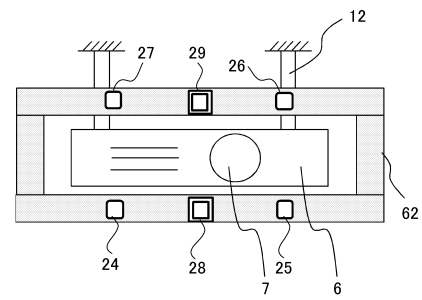
【図 11】



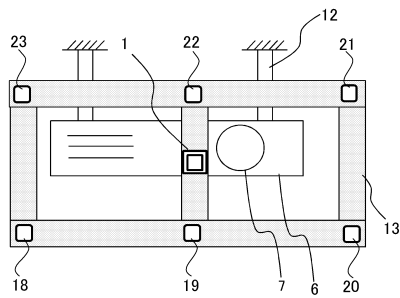
【図 1 2】



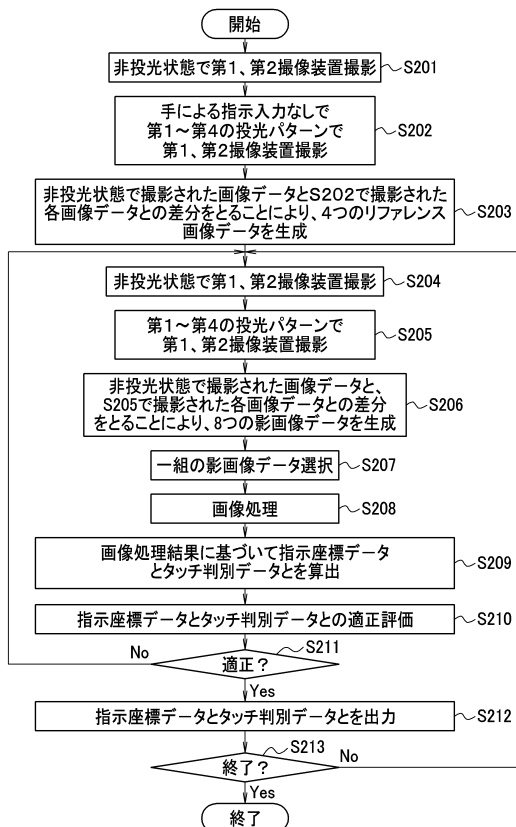
【図 1 4】



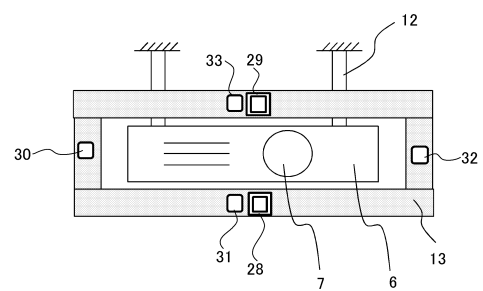
【図 1 3】



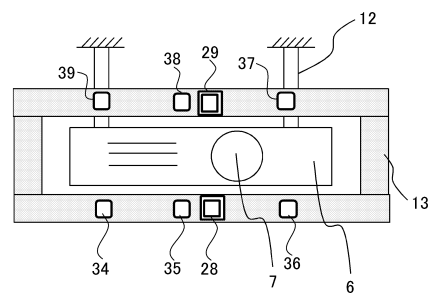
【図 1 5】



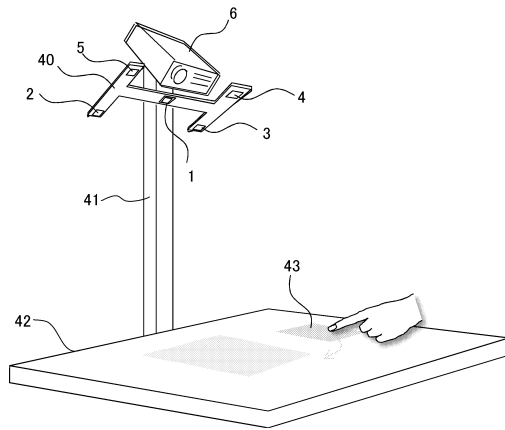
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0013826 (US, A1)

特開2008-059253 (JP, A)

特表2004-523031 (JP, A)

特開2011-216088 (JP, A)

特開2009-250772 (JP, A)

特開2001-222375 (JP, A)

特開2011-022945 (JP, A)

特開2001-236178 (JP, A)

特開2011-180712 (JP, A)

特開2002-312123 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/01

G06F 3/03 - 3/0489