

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-186674

(P2016-186674A)

(43) 公開日 平成28年10月27日(2016.10.27)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>G06F</b>	<b>3/042</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F	3/042	473			5B087
<b>G06F</b>	<b>3/0346</b>	<b>(2013.01)</b>	G06F	3/033	422			
<b>G06F</b>	<b>3/041</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F	3/041	580			
			G06F	3/041	522			
			G06F	3/041	630			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-65667 (P2015-65667)  
 (22) 出願日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 ヘンニネン, スヴェイン  
 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 12  
 88 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

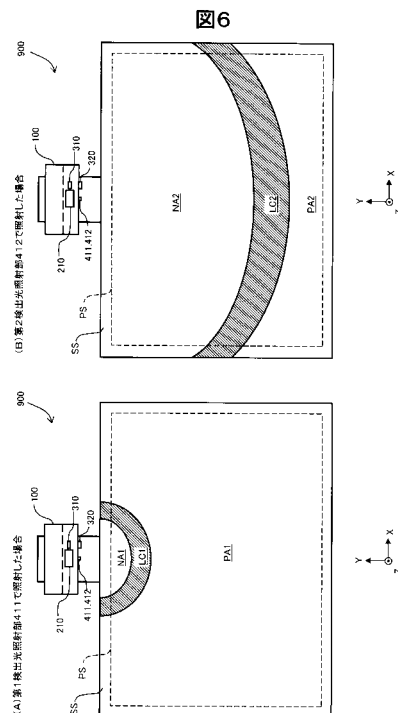
(54) 【発明の名称】 インタラクティブプロジェクター及びインタラクティブプロジェクションシステム

(57) 【要約】

【課題】 指示体と投写画面のコントラストを十分に大きくすることが必ずしも容易ではなく、検出光の照明の仕方によっては、コントラストが十分に得られない。

【解決手段】 インタラクティブプロジェクターは、投写部と；第1検出光照射部及び第2検出光照射部と；撮像部と；撮像部によって撮像された指示体を含む複数の画像に基づいて投写画面に対する指示体の3次元位置を検出する位置検出部と、を備える。第1及び第2検出光照射部は、(i) 第1検出光照射部のみから検出光が照射されている場合の第1画像における指示体と投写画面の第1コントラストと、(ii) 第2検出光照射部のみから検出光が照射されている場合の第2画像における指示体と投写画面の第2コントラストと、のうちの少なくとも一方が予め設定された閾値よりも大きくなるように配置されている。

【選択図】 図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

投写画面に対するユーザーの指示体による指示を受け取ることが可能なインタラクティブプロジェクターであって、

スクリーン面上に前記投写画面を投写する投写部と、

前記指示体の検出に用いる検出光を前記投写画面の領域に向けて照射する第 1 検出光照射部及び第 2 検出光照射部と、

前記検出光の波長を含む波長領域の光を受光して前記投写画面の領域を撮像する撮像部と、

前記撮像部によって撮像された前記指示体を含む画像に基づいて、前記投写画面に対する前記指示体の位置を検出する位置検出部と、

を備え、

前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部は、前記投写画面の領域内の任意の位置に前記指示体の先端が接している状態において、

( i ) 前記第 1 検出光照射部のみから前記検出光が照射されている場合に前記撮像部で撮像される第 1 画像における前記指示体と前記投写画面の領域との間の第 1 コントラストと

、

( i i ) 前記第 2 検出光照射部のみから前記検出光が照射されている場合に前記撮像部で撮像される第 2 画像における前記指示体と前記投写画面の領域との間の第 2 コントラストと、

のうちの少なくとも一方が、前記投写画面から前記指示体を識別するために予め設定された閾値よりも大きくなるように配置されている、インタラクティブプロジェクター。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のインタラクティブプロジェクターであって、

前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部は、前記投写画面内の少なくとも一部の領域に前記指示体の先端が接している状態において、前記第 1 コントラストの正負と前記第 2 コントラストの正負とが逆転するように配置されており、

前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部は、時分割で前記検出光を前記投写画面に向けて照射する、インタラクティブプロジェクター。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載のインタラクティブプロジェクターであって、

前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部は、前記投写画面の中心における前記投写画面の法線を含む仮想的な平面を挟んで互いに反対側に配置されている、インタラクティブプロジェクター。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載のインタラクティブプロジェクターであって、更に、

前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部よりも前記仮想的な平面により近い位置に配置されて前記投写画面の領域に検出光を照射する第 3 検出光照射部を備える、インタラクティブプロジェクター。

**【請求項 5】**

インタラクティブプロジェクティングシステムであって、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のインタラクティブプロジェクターと、

前記投写画面が投写されるスクリーン面を有するスクリーンと、

を備えるインタラクティブプロジェクティングシステム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、投写画面に対するユーザーの指示体による指示を受け取ることが可能なインタラクティブプロジェクター、及び、そのシステムに関する。

**【背景技術】**

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

特許文献 1 には、投写画面をスクリーンに投写するとともに、指などの対象物 (object) を含む画像をカメラで撮像し、この撮像画像を用いて対象物の位置を検出することが可能な投写型表示装置 (プロジェクター) が開示されている。指などの対象物は、投写画面に対して指示を行うための指示体として利用される。すなわち、プロジェクターは、対象物の先端がスクリーンに接しているときに投写画面に対して描画等の所定の指示が入力されているものと認識し、その指示に応じて投写画面を再描画する。従って、ユーザーは、投写画面をユーザーインターフェースとして用いて、各種の指示を入力することが可能である。このように、スクリーン上の投写画面を入力可能ユーザーインターフェースとして利用できるタイプのプロジェクターを、「インタラクティブプロジェクター」と呼ぶ。また、投写画面に対して指示を行うために利用される対象物を「指示体 (pointing element)」と呼ぶ。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 5 0 6 3 6 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

インタラクティブプロジェクターでは、指示体の位置を検出するために、赤外光などの検出光を指示体に照射し、指示体で反射された検出光をカメラで撮像する。撮像された画像から指示体の位置を検出する際には、指示体と投写画面のコントラストの差を利用して指示体が画像内のどこにあるかが判定される。このため、カメラで撮像される画像では、指示体と投写画面のコントラストの差が十分に大きなことが望まれる。

20

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、本願の発明者は、指示体と投写画面のコントラストを十分に大きくすることが必ずしも容易ではなく、検出光の照明の仕方によっては、コントラストが十分に得られない場合があることを見いだした。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

30

## 【 0 0 0 7 】

( 1 ) 本発明の一形態によれば、投写画面に対するユーザーの指示体による指示を受け取ることが可能なインタラクティブプロジェクターが提供される。このインタラクティブプロジェクターは、スクリーン面上に前記投写画面を投写する投写部と；前記指示体の検出に用いる検出光を前記投写画面の領域に向けて照射する第 1 検出光照射部及び第 2 検出光照射部と；前記検出光の波長を含む波長領域の光を受光して前記投写画面の領域を撮像する撮像部と；前記撮像部によって撮像された前記指示体を含む画像に基づいて、前記投写画面に対する前記指示体の位置を検出する位置検出部と、を備える。前記第 1 検出光照射部及び前記第 2 検出光照射部は、前記投写画面の領域内の任意の位置に前記指示体の先端が接している状態において ( i ) 前記第 1 検出光照射部のみから前記検出光が照射されている場合に前記撮像部で撮像される第 1 画像における前記指示体と前記投写画面の領域との間の第 1 コントラストと、( i i ) 前記第 2 検出光照射部のみから前記検出光が照射されている場合に前記撮像部で撮像される第 2 画像における前記指示体と前記投写画面の領域との間の第 2 コントラストと、のうちの少なくとも一方が、前記投写画面から前記指示体を識別するために予め設定された閾値よりも大きくなるように配置されている。

40

このインタラクティブプロジェクターによれば、投写画面内のいずれの位置においても第 1 コントラストと第 2 コントラストのうちの少なくとも一方が予め設定された閾値よりも大きくなるので、投写画面内の任意の位置において、投写画面に対する指示体の位置を

50

決定できる。

【0008】

(2) 上記インタラクティブプロジェクターにおいて、前記第1検出光照射部及び前記第2検出光照射部は、前記投写画面内の少なくとも一部の領域に前記指示体の先端が接している状態において、前記第1コントラストの正負と前記第2コントラストの正負とが逆転するように配置されており、前記第1検出光照射部及び前記第2検出光照射部は、時分割で前記検出光を前記投写画面に向けて照射するものとしてもよい。

この構成によれば、第1検出光照射部と第2検出光照射部で得られるコントラストの正負が逆転している領域が存在していても、両者が時分割で照射を行うので、投写画面に対する指示体の位置を決定できる。

10

【0009】

(3) 上記インタラクティブプロジェクターにおいて、前記第1検出光照射部及び前記第2検出光照射部は、前記投写画面の中心における前記投写画面の法線を含む仮想的な平面を挟んで互いに反対側に配置されているものとしてもよい。

この構成によれば、投写画面の中心付近において、検出光により形成される指示体の陰影が第1検出光照射部と第2検出光照射部とで逆向きとなるが、第1コントラストと第2コントラストの両方が予め設定された閾値よりも大きくなるので、投写画面に対する指示体の位置を決定できる。

【0010】

(4) 上記インタラクティブプロジェクターは、更に、前記第1検出光照射部及び前記第2検出光照射部よりも前記仮想的な平面により近い位置に配置されて前記投写画面の領域に検出光を照射する第3検出光照射部を備えるものとしてもよい。

20

この構成によれば、指示体と投写画面のコントラストを更に大きくすることが可能である。

【0011】

本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、スクリーン及び自発光指示体のうちの一方又は両方とインタラクティブプロジェクターとを含むシステム、インタラクティブプロジェクターの制御方法又は制御装置、それらの方法または装置の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した一時的でない記録媒体 (non-transitory storage medium) 等の様々な形態で実現することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】インタラクティブプロジェクションシステムの斜視図。

【図2】インタラクティブプロジェクションシステムの側面図及び正面図。

【図3】プロジェクターと自発光指示体の内部構成を示すブロック図。

【図4】自発光指示体と非発光指示体を利用した操作の様子を示す説明図。

【図5】検出光の投写画面及び非発光指示体に対する入射角を示す説明図。

【図6】2つの検出光照射部で得られるコントラストを比較して示す説明図。

【図7】第2実施形態におけるインタラクティブプロジェクションシステムの側面図及び正面図。

40

【図8】第3実施形態におけるインタラクティブプロジェクションシステムの側面図及び正面図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

A. システムの概要

図1は、本発明の一実施形態におけるインタラクティブプロジェクションシステム900の斜視図である。このシステム900は、インタラクティブプロジェクター100と、スクリーン板920と、自発光指示体70とを有している。スクリーン板920の前面は、投写スクリーン面SS (projection Screen Surface) として利用される。プロジェク

50

ター 100 は、支持部材 910 によってスクリーン板 920 の前方かつ上方に固定されている。なお、図 1 では投写スクリーン面 SS を鉛直に配置しているが、投写スクリーン面 SS を水平に配置してこのシステム 900 を使用することも可能である。

【0014】

プロジェクター 100 は、投写スクリーン面 SS 上に投写画面 PS (Projected Screen) を投写する。投写画面 PS は、通常は、プロジェクター 100 内で描画された画像を含んでいる。プロジェクター 100 内で描画された画像がない場合には、プロジェクター 100 から投写画面 PS に光が照射されて、白色画像が表示される。本明細書において、「投写スクリーン面 SS」(又は「スクリーン面 SS」)とは、画像が投写される部材の表面を意味する。また、「投写画面 PS」とは、プロジェクター 100 によって投写スクリーン面 SS 上に投写された画像の領域を意味する。通常は、投写スクリーン面 SS の一部に投写画面 PS が投写される。

10

【0015】

自発光指示体 70 は、発光可能な先端部 71 と、使用者が保持する軸部 72 と、軸部 72 に設けられたボタンスイッチ 73 とを有するペン型の指示体である。自発光指示体 70 の構成や機能については後述する。このシステム 900 では、1つ又は複数の自発光指示体 70 とともに、1つ又は複数の非発光指示体 80 (非発光のペンや指など)を利用可能である。

【0016】

図 2 (A) は、インタラクティブプロジェクションシステム 900 の側面図であり、図 2 (B) はその正面図である。本明細書では、スクリーン面 SS の左右に沿った方向を X 方向と定義し、スクリーン面 SS の上下に沿った方向を Y 方向と定義し、スクリーン面 SS の法線に沿った方向を Z 方向と定義している。なお、便宜上、X 方向を「左右方向」とも呼び、Y 方向を「上下方向」とも呼び、Z 方向を「前後方向」とも呼ぶ。また、Y 方向 (上下方向)のうち、プロジェクター 100 から見て投写画面 PS が存在する方向を「下方向」と呼ぶ。なお、図 2 (A) では、図示の便宜上、スクリーン板 920 のうちの投写画面 PS の範囲にハッチングを付している。

20

【0017】

プロジェクター 100 は、投写画面 PS をスクリーン面 SS 上に投写する投写レンズ 210 と、投写画面 PS の領域を撮像する第 1 カメラ 310 及び第 2 カメラ 320 と、指示体 (自発光指示体 70 及び非発光指示体 80) に検出光を照明するための 2 つの検出光照射部 411, 412 とを有している。検出光としては、例えば近赤外光が使用される。2 台のカメラ 310, 320 は、検出光の波長を含む波長領域の光を受光して撮像する第 1 の撮像機能を少なくとも有している。2 台のカメラ 310, 320 のうちの少なくとも一方は、更に、可視光を含む光を受光して撮像する第 2 の撮像機能を有し、これらの 2 つの撮像機能を切り替え可能に構成されていることが好ましい。例えば、2 台のカメラ 310, 320 は、可視光を遮断して近赤外光のみを通過させる近赤外フィルターをレンズの前に配置したりレンズの前から後退させたりすることが可能な近赤外フィルター切替機構 (図示せず)をそれぞれ備えることが好ましい。

30

【0018】

図 2 (B) の例は、インタラクティブプロジェクションシステム 900 がホワイトボードモードで動作している様子を示している。ホワイトボードモードは、自発光指示体 70 や非発光指示体 80 を用いて投写画面 PS 上にユーザーが任意に描画できるモードである。スクリーン面 SS 上には、ツールボックス TB を含む投写画面 PS が投写されている。このツールボックス TB は、処理を元に戻す取消ボタン UDB と、マウスポインターを選択するポインターボタン PTB と、描画用のペンを描画用を選択するペンボタン PEB と、描画された画像を消去する消しゴムツールを選択する消しゴムボタン ERB と、画面を次に進めたり前に戻したりする前方/後方ボタン FRB と、を含んでいる。ユーザーは、指示体を用いてこれらのボタンをクリックすることによって、そのボタンに応じた処理を行ったり、ツールを選択したりすることが可能である。なお、システム 900 の起動直後は

40

50

、マウスポインターがデフォルトツールとして選択されるようにしてもよい。図2(B)の例では、ユーザーがペンツールを選択した後、自発光指示体70の先端部71をスクリーン面SSに接した状態で投写画面PS内で移動させることにより、投写画面PS内に線が描画されてゆく様子が描かれている。この線の描画は、プロジェクター100の内部の投写画像作成部(後述)によって行われる。

#### 【0019】

なお、インタラクティブプロジェクションシステム900は、ホワイトボードモード以外の他のモードでも動作可能である。例えば、このシステム900は、パーソナルコンピュータ(図示せず)から通信回線を介して転送されたデータの画像を投写画面PSに表示するPCインタラクティブモードでも動作可能である。PCインタラクティブモードにおいては、例えば表計算ソフトウェアなどのデータの画像が表示され、その画像内に表示された各種のツールやアイコンを利用してデータの入力、作成、修正等を行うことが可能となる。

10

#### 【0020】

図3は、インタラクティブプロジェクター100と自発光指示体70の内部構成を示すブロック図である。プロジェクター100は、制御部700と、投写部200と、投写画像生成部500と、位置検出部600と、撮像部300と、検出光照射部410と、信号光送信部430とを有している。検出光照射部410は、第1検出光照射部411と第2検出光照射部412とを含んでいる。

20

#### 【0021】

制御部700は、プロジェクター100内部の各部の制御を行う。また、制御部700は、位置検出部600で検出された指示体(自発光指示体70や非発光指示体80)によって投写画面PS上で行われた指示の内容を判定するとともに、その指示の内容に従って投写画像を作成又は変更することを投写画像生成部500に指令する。

#### 【0022】

投写画像生成部500は、投写画像を記憶する投写画像メモリ510を有しており、投写部200によってスクリーン面SS上に投写される投写画像を生成する機能を有する。投写画像生成部500は、更に、投写画面PS(図2(B))の台形歪みを補正するキーストーン補正部としての機能を有することが好ましい。

30

#### 【0023】

投写部200は、投写画像生成部500で生成された投写画像をスクリーン面SS上に投写する機能を有する。投写部200は、図2で説明した投写レンズ210の他に、光変調部220と、光源230とを有する。光変調部220は、投写画像メモリ510から与えられる投写画像データに応じて光源230からの光を変調することによって投写画像光IMLを形成する。この投写画像光IMLは、典型的には、RGBの3色の可視光を含むカラー画像光であり、投写レンズ210によってスクリーン面SS上に投写される。なお、光源230としては、超高圧水銀ランプ等の光源ランプの他、発光ダイオードやレーザーダイオード等の種々の光源を採用可能である。また、光変調部220としては、透過型又は反射型の液晶パネルやデジタルミラーデバイス等を採用可能であり、色光別に複数の変調部220を備えた構成としてもよい。

40

#### 【0024】

2つの検出光照射部411, 412は、指示体(自発光指示体70及び非発光指示体80)の先端部を検出するための照射検出光IDLをスクリーン面SSとその前方の空間にわたってそれぞれ照射する。照射検出光IDLとしては、例えば近赤外光が使用される。検出光照射部411, 412は、カメラ310, 320の撮像タイミングを含む所定の期間にのみ点灯し、他の期間では消灯する。或いは、検出光照射部411, 412は、システム900の動作中は常に点灯状態に維持されるようにしてもよい。

#### 【0025】

信号光送信部430は、自発光指示体70によって受信される装置信号光ASLを送信する機能を有する。装置信号光ASLは、同期用の近赤外光信号であり、プロジェクター

50

100の信号光送信部430から自発光指示体70に対して定期的が発せられる。自発光指示体70の先端発光部77は、装置信号光ASLに同期して、予め定められた発光パターン(発光シーケンス)を有する近赤外光である指示体信号光PSL(後述)を発する。また、撮像部300のカメラ310,320は、指示体(自発光指示体70及び非発光指示体80)の位置検出を行う際に、装置信号光ASLに同期した所定のタイミングで撮像を実行する。

#### 【0026】

撮像部300は、図2で説明した第1カメラ310と第2カメラ320とを有している。前述したように、2台のカメラ310,320は、検出光の波長を含む波長領域の光を受光して撮像する機能を有する。図3の例では、検出光照射部411によって照射された照射検出光IDLが指示体(自発光指示体70及び非発光指示体80)で反射され、その反射検出光RDLが2台のカメラ310,320によって受光されて撮像される様子が描かれている。2台のカメラ310,320は、更に、自発光指示体70の先端発光部77から発せられる近赤外光である指示体信号光PSLも受光して撮像する。2台のカメラ310,320の撮像は、検出光照射部410から発せられる照射検出光IDLがオン状態(発光状態)である第1の期間と、照射検出光IDLがオフ状態(非発光状態)である第2の期間と、の両方で実行される。位置検出部600は、これらの2種類の期間における画像を比較することによって、画像内に含まれる個々の指示体が、自発光指示体70と非発光指示体80のいずれであるかを判定することが可能である。

10

#### 【0027】

なお、2台のカメラ310,320の少なくとも一方は、近赤外光を含む光を用いて撮像する機能に加えて、可視光を含む光を用いて撮像する機能を有することが好ましい。こうすれば、スクリーン面SS上に投写された投写画面PSをそのカメラで撮像し、その画像を利用して投写画像生成部500がキーストーン補正を実行することが可能である。1台以上のカメラを利用したキーストーン補正の方法は周知なので、ここではその説明は省略する。

20

#### 【0028】

位置検出部600は、2台のカメラ310,320で撮像された画像を用い、三角測量を利用して指示体(自発光指示体70や非発光指示体80)の先端部の三次元位置を決定する機能を有する。この際、位置検出部600は、自発光指示体70の発光パターンを利用して、画像内の個々の指示体が自発光指示体70と非発光指示体80のいずれであるかについても判定する。

30

#### 【0029】

自発光指示体70には、ボタンスイッチ73の他に、信号光受信部74と、制御部75と、先端スイッチ76と、先端発光部77とが設けられている。信号光受信部74は、プロジェクター100の信号光送信部430から発せられた装置信号光ASLを受信する機能を有する。先端スイッチ76は、自発光指示体70の先端部71が押されるとオン状態になり、先端部71が解放されるとオフ状態になるスイッチである。先端スイッチ76は、通常はオフ状態にあり、自発光指示体70の先端部71がスクリーン面SSに接触するとその接触圧によってオン状態になる。先端スイッチ76がオフ状態のときには、制御部75は、先端スイッチ76がオフ状態であることを示す特定の第1の発光パターンで先端発光部77を発光させることによって、第1の発光パターンを有する指示体信号光PSLを発する。一方、先端スイッチ76がオン状態になると、制御部75は、先端スイッチ76がオン状態であることを示す特定の第2の発光パターンで先端発光部77を発光させることによって、第2の発光パターンを有する指示体信号光PSLを発する。これらの第1の発光パターンと第2の発光パターンは、互いに異なるので、位置検出部600は、2台のカメラ310,320で撮像された画像を分析することによって、先端スイッチ76がオン状態かオフ状態かを識別することが可能である。

40

#### 【0030】

上述のように、本実施形態では、自発光指示体70の先端部71がスクリーン面SSに

50

接しているか否かの接触判定を、先端スイッチ76のオン/オフに応じて行っている。ところで、自発光指示体70の先端部71の三次元位置は、2台のカメラ310, 320で撮像された画像を用いた三角測量によって求めることができるので、この三次元位置を用いて自発光指示体70の先端部71の接触判定を実行することも可能である。但し、三角測量によるZ座標(スクリーン面SSの法線方向の座標)の検出精度は、必ずしも高くない場合がある。従って、先端スイッチ76のオン/オフに応じて接触判定を行うようにすれば、接触判定をより精度良く実行できる点で好ましい。

#### 【0031】

自発光指示体70のボタンスイッチ73は、先端スイッチ76と同じ機能を有する。従って、制御部75は、ユーザーによってボタンスイッチ73が押された状態では上記第2の発光パターンで先端発光部77を発光させ、ボタンスイッチ73が押されていない状態では上記第1の発光パターンで先端発光部77を発光させる。換言すれば、制御部75は、先端スイッチ76とボタンスイッチ73の少なくとも一方がオンの状態では上記第2の発光パターンで先端発光部77を発光させ、先端スイッチ76とボタンスイッチ73の両方がオフの状態では上記第1の発光パターンで先端発光部77を発光させる。

#### 【0032】

但し、ボタンスイッチ73に対して先端スイッチ76と異なる機能を割り当てるようにしてもよい。例えば、ボタンスイッチ73に対してマウスの右クリックボタンと同じ機能を割り当てた場合には、ユーザーがボタンスイッチ73を押すと、右クリックの指示がプロジェクター100の制御部700に伝達され、その指示に応じた処理が実行される。このように、ボタンスイッチ73に対して先端スイッチ76と異なる機能を割り当てた場合には、先端発光部77は、先端スイッチ76のオン/オフ状態及びボタンスイッチ73のオン/オフ状態に応じて、互いに異なる4つの発光パターンで発光する。この場合には、自発光指示体70は、先端スイッチ76とボタンスイッチ73のオン/オフ状態の4つの組み合わせを区別しつつ、プロジェクター100に伝達することが可能である。

#### 【0033】

図4は、自発光指示体70と非発光指示体80を利用した操作の様子を示す説明図である。この例では、自発光指示体70の先端部71と非発光指示体80の先端部81はいずれもスクリーン面SSから離れている。自発光指示体70の先端部71のXY座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ )は、ツールボックスTBの消しゴムボタンERBの上にある。また、ここでは、自発光指示体70の先端部71の機能を表すツールとしてマウスポインターPTが選択されており、マウスポインターPTの先端OP<sub>71</sub>が消しゴムボタンERBの上存在するように、マウスポインターPTが投写画面PSに描画されている。前述したように、自発光指示体70の先端部71の三次元位置は、2台のカメラ310, 320で撮像された画像を用いた三角測量で決定される。従って、投写画面PS上において、三角測量で決定された先端部71の三次元座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ,  $Z_{71}$ )のうちのXY座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ )の位置にマウスポインターPTの先端にある操作ポイントOP<sub>71</sub>が配置されるようにマウスポインターPTが描画される。すなわち、マウスポインターPTの先端OP<sub>71</sub>は、自発光指示体70の先端部71の三次元座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ,  $Z_{71}$ )のうちのXY座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ )に配置され、この位置においてユーザーの指示が行われる。例えば、ユーザーは、この状態で自発光指示体70のボタンスイッチ73を押すことによって、消しゴムツールを選択することが可能である。このように、本実施形態では、自発光指示体70がスクリーン面SSから離間した状態にある場合にも、ボタンスイッチ73を押すことによって、先端部71のXY座標( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ )に配置される操作ポイントOP<sub>71</sub>における投写画面PSの内容に応じた指示をプロジェクター100に与えることが可能である。

#### 【0034】

図4(B)では、また、非発光指示体80の先端部81の機能を表すツールとしてペンツールPEが選択されており、ペンツールPEが投写画面PSに描画されている。前述したように、非発光指示体80の先端部81の三次元位置も、2台のカメラ310, 320

10

20

30

40

50



で撮像された画像を用いた三角測量で決定される。従って、投写画面 P S 上において、三角測量で決定された先端部 8 1 の三次元座標 (  $X_{81}, Y_{81}, Z_{81}$  ) のうちの X Y 座標 (  $X_{81}, Y_{81}$  ) の位置にペンツール P E の先端にある操作ポイント O P <sub>81</sub> が配置されようペンツール P E が描画される。但し、非発光指示体 8 0 を利用してユーザーが指示をプロジェクター 1 0 0 に与える際には、非発光指示体 8 0 の先端部 8 1 を投写画面 P S 上に接触させた状態でその指示 ( 描画やツールの選択など ) が行なわれる。

#### 【 0 0 3 5 】

図 4 の例では、指示体 ( 自発光指示体 7 0 や非発光指示体 8 0 ) の先端部が投写画面 P S から離れている場合にも、個々の指示体によって選択されたツール ( マウスポインター P T やペンツール P E ) が投写画面 P S に描画されて表示される。従って、ユーザーが指示体の先端部を投写画面 P S に接触していない場合にも、その指示体によってどのツールが選択されているのかを理解し易く、操作が容易であるという利点がある。また、ツールの操作ポイント O P が指示体の先端部の三次元座標のうちの X Y 座標の位置に配置されるようにそのツールが描画されるので、ユーザーが、利用中のツールの位置を適切に認識できるという利点がある。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、このインタラクティブプロジェクションシステム 9 0 0 は、複数の自発光指示体 7 0 を同時に利用可能に構成されていてもよい。この場合には、上述した指示体信号光 P S L の発光パターンは、複数の自発光指示体 7 0 を識別できる固有の発光パターンであることが好ましい。より具体的に言えば、N 個 ( N は 2 以上の整数 ) の自発光指示体 7 0 を同時に利用可能な場合には、指示体信号光 P S L の発光パターンは、N 個の自発光指示体 7 0 を区別できるものであることが好ましい。なお、1 組の発光パターンに複数回の単位発光期間が含まれている場合に、1 回の単位発光期間では、発光と非発光の 2 値を表現することができる。ここで、1 回の単位発光期間は、自発光指示体 7 0 の先端発光部 7 7 が、オン / オフの 1 ビットの情報を表現する期間に相当する。1 組の発光パターンが M 個 ( M は 2 以上の整数 ) の単位発光期間で構成される場合には、1 組の発光パターンによって  $2^M$  個の状態を区別できる。従って、1 組の発光パターンを構成する単位発光期間の数 M は、次式を満足するように設定されることが好ましい。

$$N \times Q \geq 2^M \quad \dots (1)$$

ここで、Q は自発光指示体 7 0 のスイッチ 7 3 , 7 6 で区別される状態の数であり、本実施形態の例では  $Q = 2$  又は  $Q = 4$  である。例えば、 $Q = 4$  の場合には、 $N = 2$  のときには M を 3 以上の整数に設定し、 $N = 3 \sim 4$  のときには M を 4 以上の整数に設定することが好ましい。このとき、位置検出部 6 0 0 ( 又は制御部 7 0 0 ) が N 個の自発光指示体 7 0 、及び、各自発光指示体 7 0 のスイッチ 7 3 , 7 6 の状態を識別する際には、1 組の発光パターンの M 個の単位発光期間において各カメラ 3 1 0 , 3 2 0 でそれぞれ撮像された M 枚の画像を用いてその識別を実行する。なお、この M ビットの発光パターンは、照射検出光 I D L をオフの状態に維持した状態で指示体信号光 P S L をオン又はオフに設定したパターンであり、カメラ 3 1 0 , 3 2 0 で撮像される画像には非発光指示体 8 0 が写らない。そこで、非発光指示体 8 0 の位置を検出するために用いる画像を撮像するために、照射検出光 I D L をオン状態とした 1 ビットの単位発光期間を更に追加することが好ましい。但し、位置検出用の単位発光期間では、指示体信号光 P S L はオン / オフのいずれでも良い。この位置検出用の単位発光期間で得られた画像は、自発光指示体 7 0 の位置検出にも利用することが可能である。

#### 【 0 0 3 7 】

図 3 に描かれている 5 種類の信号光の具体例をまとめると以下の通りである。

( 1 ) 投写画像光 I M L : スクリーン面 S S に投写画面 P S を投写するために、投写レンズ 2 1 0 によってスクリーン面 S S 上に投写される画像光 ( 可視光 ) である。

( 2 ) 照射検出光 I D L : 指示体 ( 自発光指示体 7 0 及び非発光指示体 8 0 ) の先端部を検出するために、検出光照射部 4 1 0 ( 4 1 1 , 4 1 2 ) によってスクリーン面 S S とその前方の空間にわたって照射される近赤外光である。

10

20

30

40

50

(3) 反射検出光 RDL : 照射検出光 IDL として照射された近赤外光のうち、指示体 ( 自発光指示体 70 及び非発光指示体 80 ) によって反射され、2 台のカメラ 310, 320 によって受光される近赤外光である。

(4) 装置信号光 ASL : プロジェクター 100 と自発光指示体 70 との同期をとるために、プロジェクター 100 の信号光送信部 430 から定期的に発せられる近赤外光である。

(5) 指示体信号光 PSL : 装置信号光 ASL に同期したタイミングで、自発光指示体 70 の先端発光部 77 から発せられる近赤外光である。指示体信号光 PSL の発光パターンは、自発光指示体 70 のスイッチ 73, 76 のオン/オフ状態に応じて変更される。また、複数の自発光指示体 70 を識別する固有の発光パターンを有する。

10

#### 【0038】

本実施形態において、自発光指示体 70 と非発光指示体 80 の先端部の位置検出、及び、自発光指示体 70 と非発光指示体 80 により指示される内容の判別は、それぞれ以下のように実行される。

#### 【0039】

< 自発光指示体 70 の位置検出方法及び指示内容の判別方法の概要 >

自発光指示体 70 の先端部 71 の三次元位置 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ,  $Z_{71}$ ) は、位置検出部 600 が、2 台のカメラ 310, 320 により撮像された画像を用いて三角測量に従って決定する。この際、自発光指示体 70 であるか否かは、所定の複数のタイミングで撮像された画像に先端発光部 77 の発光パターンが現れているか否かを判断することによって認識可能である。また、自発光指示体 70 の先端部 71 がスクリーン面 SS に接触しているか否か (すなわち先端スイッチ 76 がオンか否か) についても、上記複数のタイミングで撮像された画像における先端発光部 77 の発光パターンを用いて判別可能である。位置検出部 600 は、更に、自発光指示体 70 のスイッチ 73, 76 のオン/オフ状態、及び、先端部 71 の XY 座標 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ) における投写スクリーン面 SS の内容に応じて、その指示内容を判別することが可能である。例えば、図 4 (B) に例示したように、先端部 71 の XY 座標 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ) の位置がツールボックス TB 内のいずれかのボタンの上にある状態で先端スイッチ 76 がオンになった場合には、そのボタンのツールが選択される。また、図 2 (B) に例示したように、先端部 71 の XY 座標 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ) が投写画面 PS 内のツールボックス TB 以外の位置にあれば、選択されたツールによる処理 (例えば描画) が選択される。制御部 700 は、自発光指示体 70 の先端部 71 の XY 座標 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ) を利用し、予め選択されているポインターやマークが投写画面 PS 内の位置 ( $X_{71}$ ,  $Y_{71}$ ) に配置されるように、そのポインターやマークを投写画像生成部 500 に描画させる。また、制御部 700 は、自発光指示体 70 によって指示された内容に従った処理を実行して、投写画像生成部 500 にその処理結果を含む画像を描画させる。

20

30

#### 【0040】

< 非発光指示体 80 の位置検出方法及び指示内容の判別方法の概要 >

非発光指示体 80 の先端部 81 の三次元位置 ( $X_{81}$ ,  $Y_{81}$ ,  $Z_{81}$ ) も、2 台のカメラ 310, 320 により撮像された画像を用いて、三角測量に従って決定される。この際、非発光指示体 80 であるか否かは、所定の複数のタイミングで撮像された画像に自発光指示体 70 の発光パターンが現れているか否かを判断することによって認識可能である。なお、2 台のカメラ 310, 320 により撮像された 2 枚の画像における非発光指示体 80 の先端部 81 の位置は、テンプレートマッチングや特徴抽出等の周知の技術を利用して決定することができる。例えば、テンプレートマッチングによって指である非発光指示体 80 の先端部 81 を認識する場合には、指に関する複数のテンプレートを予め準備しておき、2 台のカメラ 310, 320 により撮像された画像において、これらのテンプレートに適合する部分を検索することによって指の先端部 81 を認識することが可能である。また、非発光指示体 80 の先端部 81 がスクリーン面 SS に接しているか否かは、三角測量で決定した先端部 81 の Z 座標値と、スクリーン面 SS の表面の Z 座標値との差が微小

40

50

な許容差以下か否か、すなわち、先端部 8 1 がスクリーン面 S S の表面に十分に近いか否かに応じて決定可能である。この許容差としては、例えば、2 mm ~ 6 mm 程度の小さな値を使用することが好ましい。また、位置検出部 6 0 0 は、非発光指示体 8 0 の先端部 8 1 がスクリーン面 S S に接していると判定した場合には、その接触位置における投写スクリーン面 S S の内容に応じたその指示内容を判別する。制御部 7 0 0 は、位置検出部 6 0 0 で検出された非発光指示体 8 0 の先端の X Y 座標 ( X <sub>8 1</sub> , Y <sub>8 1</sub> ) を利用し、予め選択されているポインタやマークが投写画面 P S 内の位置 ( X <sub>8 1</sub> , Y <sub>8 1</sub> ) に配置されるように、そのポインタやマークを投写画像生成部 5 0 0 に描画させる。また、制御部 7 0 0 は、非発光指示体 8 0 によって指示された内容に従った処理を実行して、投写画像生成部 5 0 0 にその処理結果を含む画像を描画させる。

10

## 【 0 0 4 1 】

## B . 検出光照射部の第 1 実施形態

図 5 は、検出光照射部 4 1 1 から射出された検出光 I D L の投写画面 P S 及び非発光指示体 8 0 に対する入射角  $s_s$  ,  $f_g$  を示す説明図である。図 5 ( A ) は非発光指示体 8 0 が投写画面 P S の比較的下方の領域にある場合を示しており、図 5 ( B ) は非発光指示体 8 0 が投写画面 P S の比較的上方の領域にある場合を示している。これらの図では、非発光指示体 8 0 の先端の位置における検出光 I D L の入射角  $s_s$  ,  $f_g$  を示している。入射角  $s_s$  ,  $f_g$  は、対象とする入射面の法線に対する角度である。投写画面 P S に対する検出光 I D L の入射角  $s_s$  は、非発光指示体 8 0 が下方にある場合の入射角  $s_{s1}$  よりも、非発光指示体 8 0 が上方にある場合の入射角  $s_{s2}$  の方が小さくなる。一方、非発光指示体 8 0 に対する検出光 I D L の入射角  $f_g$  は、非発光指示体 8 0 が下方にある場合の入射角  $f_{g1}$  よりも、非発光指示体 8 0 が上方にある場合の入射角  $f_{g2}$  の方が大きくなる。これらの関係は、次式で与えられる。

20

$$s_{s2} < s_{s1} \quad \dots (2a)$$

$$f_{g1} < f_{g2} \quad \dots (2b)$$

## 【 0 0 4 2 】

一方、投写画面 P S 及び非発光指示体 8 0 からの反射光の強度は、以下の式で与えられる。

$$R_{s_s} = k_{s_s} \times \cos s_s \quad \dots (3a)$$

$$R_{f_g} = k_{f_g} \times \cos f_g \quad \dots (3b)$$

30

ここで、 $R_{s_s}$  は投写画面 P S ( すなわちスクリーン面 S S ) からの反射光強度、 $k_{s_s}$  はスクリーン面 S S での検出光 I D L の反射率、 $s_s$  は投写画面 P S への検出光 I D L の入射角である。また、 $R_{f_g}$  は非発光指示体 8 0 からの反射光強度、 $k_{f_g}$  は非発光指示体 8 0 での検出光 I D L の反射率、 $f_g$  は非発光指示体 8 0 への検出光 I D L の入射角である。なお、反射強度は実際には距離の 2 乗に反比例するが、双方の距離はほぼ等しいとみなして良いので、( 3 a ) , ( 3 b ) 式では距離の影響を省略している。入射角  $s_s$  ,  $f_g$  は 0 ~ 90 度の範囲の値なので、入射角  $s_s$  ,  $f_g$  が大きいほど反射光強度  $R_{s_s}$  ,  $R_{f_g}$  は小さくなる。

## 【 0 0 4 3 】

上記 ( 2 a ) , ( 2 b ) 式及び ( 3 a ) , ( 3 b ) 式から明らかなように、非発光指示体 8 0 が下方から上方に行くに従って、投写画面 P S に対する入射角  $s_s$  は減少して投写画面 P S からの反射光強度  $R_{s_s}$  は増大し、逆に、非発光指示体 8 0 に対する入射角  $f_g$  は増大して非発光指示体 8 0 からの反射光強度  $R_{f_g}$  は減少する。従って、カメラ 3 1 0 , 3 2 0 で検出光 I D L の反射光を撮像した画像において、投写画面 P S 内の下方の領域と上方の領域では、非発光指示体 8 0 と、その背景である投写画面 P S の明度が逆転する可能性がある。このような傾向は、2 つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 の両方に共通した傾向である。

40

## 【 0 0 4 4 】

図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) は、第 1 検出光照射部 4 1 1 と第 2 検出光照射部 4 1 2 からそれぞれ照射された検出光によって得られる投写画面 P S と非発光指示体 8 0 のコントラ

50

ストを比較して示す説明図である。図6(A)は、第1検出光照射部411のみから検出光を照射した場合に、カメラ310でその反射光を撮像して得られる画像のコントラストの分布を示している。この例では、投写画面PSの下方部分にはポジティブコントラスト領域PA1が存在し、投写画面PSの上方部分にはネガティブコントラスト領域NA1が存在し、その中間にローコントラスト領域LC1が存在する。ここで、「ポジティブコントラスト領域PA1」とは、非発光指示体80が投写画面PSよりも明るく、そのコントラストが予め定めた閾値よりも大きくなる領域である。また、「ネガティブコントラスト領域NA1」とは、非発光指示体80が投写画面PSよりも暗く、そのコントラストが予め定めた閾値よりも大きくなる領域である。「ローコントラスト領域LC1」は、非発光指示体80と投写画面PSのコントラストが閾値以下の領域である。なお、閾値は、画像内において投写画面PSから非発光指示体80を識別するために予め設定された値であり、識別方法に応じて予め実験的又は経験的に設定される。なお、ポジティブコントラスト領域PA1とネガティブコントラスト領域NA1のいずれにおいても、非発光指示体80と投写画面PSのコントラストが十分に大きくなるので、投写画面PSから非発光指示体80を識別することが可能である。一方、ローコントラスト領域LC1では、非発光指示体80と投写画面PSのコントラストが小さいので、投写画面PSから非発光指示体80を識別することが困難である。

10

#### 【0045】

図6(B)は、第2検出光照射部412のみから検出光を照射した場合に、カメラ310でその反射光を撮像して得られる画像のコントラストの分布を示している。この例でも、投写画面PSの下方部分にポジティブコントラスト領域PA2が存在し、投写画面PSの上方部分にはネガティブコントラスト領域NA2が存在し、その中間にローコントラスト領域LC2が存在する。但し、図6(B)の3つの領域NA2, LC2, PA2は、図6(A)の3つの領域NA1, LC1, PA1よりも下方側にずれた位置にある。換言すれば、図6(B)では、投写画面PSの領域内の上方部分におけるネガティブコントラスト領域NA2が図6(A)に比べて広がっている。この理由は、第2検出光照射部412の方が、第1検出光照射部411よりも投写画面PSからの垂直距離が大きいため、第2検出光照射部412からの検出光IDLは第1検出光照射部411からの検出光IDLに比べて投写画面PSに対する入射角 $\theta_s$ が小さく、非発光指示体80に対する入射角 $\theta_g$ が大きいためである。

20

30

#### 【0046】

図6(A), 図6(B)では、投写画面PSの領域内においてローコントラスト領域LC1, LC2が互いに重ならないように2つの検出光照射部411, 412が配置されている。すなわち、2つの検出光照射部411, 412のうちの一方の検出光でローコントラストとなる領域が、他方の検出光では閾値以上の領域(ポジティブコントラスト領域又はネガティブコントラスト領域)となっている。具体的には、図6(A)のローコントラスト領域LC1は、図6(B)では、ネガティブコントラスト領域NA2に位置し、図6(B)のローコントラスト領域LC2は、図6(A)では、ポジティブコントラスト領域PA1に位置する。この結果、投写画面PSの領域内の任意の位置に非発光指示体80の先端が接している状態において、投写画面PSから非発光指示体80を識別することが可能である。また、自発光指示体70も同様にして投写画面PSから識別可能である。なお、ポジティブコントラスト領域PA1, PA2を用いる代わりに、ネガティブコントラスト領域NA1, NA2を用いてもよい。図6(A)及び図6(B)に示す各領域の境界は、予め行われるキャリブレーションによって知ることができる。また、これらの各領域の位置は、位置検出部600(図3)又は制御部700内の不揮発性メモリ(図示せず)に登録しておくことが可能である。或いは、投写画面PSを上部領域と下部領域の2つに区切り、第1検出光照射部411で検出光IDLを照射している場合には投写画面PSの下部領域を用いて非発光指示体80を識別し、第2検出光照射部412で検出光IDLを照射している場合には投写画面PSの上部領域を用いて非発光指示体80を識別するようにしてもよい。

40

50

## 【 0 0 4 7 】

なお、図 6 ( A ) のポジティブコントラスト領域 P A 1 と、図 6 ( B ) のネガティブコントラスト領域 N A 2 は一部重なり合っており、そこでは図 6 ( A ) におけるコントラストの正負と図 6 ( B ) に示すコントラストの正負とが逆転している。このような場合に、第 1 検出光照射部 4 1 1 と第 2 検出光照射部 4 1 2 は、図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) に示すように時分割した互いに異なるタイミングで検出光を投写画面に向けて照射することが好ましい。こうすれば、互いに異なるタイミングで撮像された画像を利用することによって、投写画面 P S のすべての領域において、投写画面 P S から非発光指示体 8 0 や自発光指示体 7 0 を識別することが可能である。

## 【 0 0 4 8 】

カメラ 3 2 0 で撮像した画像についても、図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) と同様なコントラスト領域の分布が現れる。但し、本実施形態では、2つのカメラ 3 1 0 , 3 2 0 の投写画面 P S からの垂直距離が異なるので、コントラスト領域の分布は2つのカメラ 3 1 0 , 3 2 0 で撮像した画像では互いに異なっている。但し、カメラ 3 2 0 で撮像した画像においても、図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) と同様に、ローコントラスト領域 L C 1 , L C 2 が互いに重なり合わないよう2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 が配置されていることが好ましい。なお、2つのカメラ 3 1 0 , 3 2 0 の投写画面 P S からの垂直距離が互いに等しくなるように、2つのカメラ 3 1 0 , 3 2 0 を設置することも可能である。

## 【 0 0 4 9 】

ところで、本実施形態では、図 5 に示したように、第 2 検出光照射部 4 1 2 は、第 1 検出光照射部 4 1 1 よりも投写画面 P S からの垂直距離がより大きな位置に配置されている。このような場合には、第 2 検出光照射部 4 1 2 による検出光 I D L の出射強度を、第 1 検出光照射部 4 1 1 による検出光 I D L の出射強度よりも大きくすることが好ましい。こうすれば、第 2 検出光照射部 4 1 2 からの検出光 I D L により撮像された画像におけるコントラストを十分に大きくすることができる。

## 【 0 0 5 0 】

以上のように、第 1 実施形態では、投写画面 P S の領域内の任意の位置に指示体の先端が接している状態において、第 1 検出光照射部 4 1 1 のみから検出光 I D L 1 が照射されている場合に撮像される画像における第 1 コントラストと、第 2 検出光照射部 4 1 2 のみから検出光 I D L 2 が照射されている場合に撮像される画像における第 2 コントラストと、のうちの少なくとも一方が、予め設定された閾値よりも大きくなる。この結果、投写画面 P S の領域内の任意の位置において、投写画面 P S から指示体 ( 非発光指示体 8 0 や自発光指示体 7 0 ) を識別することが可能である。

## 【 0 0 5 1 】

## C . 検出光照射部の第 2 実施形態

図 7 ( A ) は、第 2 実施形態におけるインタラクティブプロジェクションシステム 9 0 0 a の側面図であり、図 7 ( B ) はその正面図である。図 2 に示した第 1 実施形態との違いは、2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 の配置のみであり、他は第 1 実施形態と同じである。2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 は、投写画面 P S の中心 P S c の左右両側に分かれて配置されており、それぞれの検出光 I D L 1 , I D L 2 を投写画面 P S の領域に向けて照射する。換言すれば、2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 は、投写画面 P S の中心 P S c における法線 V N c を含む仮想的な平面を挟んで、互いに反対側に配置されている。図 7 ( B ) では図示の便宜上、2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 からの検出光 I D L 1 , I D L 2 が交差しているように描かれているが、実際には、2つの検出光照射部 4 1 1 , 4 1 2 からの検出光 I D L 1 , I D L 2 は、投写画面 P S の領域の全体に向けてそれぞれ照射されている。

## 【 0 0 5 2 】

第 2 実施形態において、第 1 検出光照射部 4 1 1 のみから検出光 I D L 1 が照射された場合には、図 6 ( A ) と同様のパターンで、第 1 検出光照射部 4 1 1 の下方側に3つの領域 N A 1 , L C 1 , P A 1 が現れる ( 図 7 では図示省略 ) 。しかしながら、そのネガティ

10

20

30

40

50

ブコントラスト領域NA1やローコントラスト領域LC1に非発光指示体80が存在する場合にも、第2検出光照射部412からの検出光IDL2によって非発光指示体80の側面が照射されるので、カメラ310, 320で撮像された画像では、非発光指示体80が投写画面PSよりも明るくなり、ポジティブコントラストが得られる。第2検出光照射部412のみから検出光IDL2が照射された場合は、逆に、第1検出光照射部411からの検出光IDL1によってポジティブコントラストが得られる。すなわち、第2実施形態においても、第1実施形態と同様に、投写画面PSの領域内の任意の位置に指示体の先端が接している状態において、第1検出光照射部411のみから検出光IDL1が照射されている場合に撮像される画像における第1コントラストと、第2検出光照射部412のみから検出光IDL2が照射されている場合に撮像される画像における第2コントラストと、のうちの少なくとも一方が、予め設定された閾値よりも大きくなる。この結果、投写画面PSの領域内の任意の位置において、投写画面PSから指示体(非発光指示体80や自発光指示体70)を識別することが可能である。なお、第2実施形態では、2つの検出光照射部411, 412は、検出光IDL1, IDL2を同時に照射するようにしても良く、時分割で照射するようにしても良い。但し、2つの検出光照射部411, 412が同時に検出光IDL1, IDL2を照射するようにすれば、全体の処理時間を短縮することが可能である。

10

【0053】

#### D. 検出光照射部の第3実施形態

図8(A)は、第3実施形態におけるインタラクティブプロジェクションシステム900bの側面図であり、図8(B)はその正面図である。図7に示した第2実施形態との違いは、2つの検出光照射部411, 412に加えて、第3検出光照射部413が追加されている点のみであり、他は第2実施形態と同じである。第3検出光照射部413は、第1検出光照射部411及び第2検出光照射部412よりも、投写画面PSの中心Pscにおける法線Vncを含む仮想的な平面により近い位置に配置されており、投写画面PSの領域にわたって検出光IDL3を照射している。

20

【0054】

第3実施形態において、第3検出光照射部413のみから検出光IDL3が照射された場合には、図6(A)と同様に3つの領域NA1, LC1, PA1が現れる(図8では図示省略)。しかしながら、そのネガティブコントラスト領域NA1やローコントラスト領域LC1に非発光指示体80が存在する場合にも、第1検出光照射部411と第2検出光照射部412の少なくとも一方からの検出光によって非発光指示体80の側面が照射されるので、カメラ310, 320で撮像された画像では、非発光指示体80が投写画面PSよりも明るくなり、ポジティブコントラストが得られる。

30

【0055】

第3実施形態では、図7に示した第2実施形態よりも更に大きなコントラストが得られるので、投写画面PSから非発光指示体80や自発光指示体70を識別することが可能である。なお、第3実施形態では、第3検出光照射部413は、第1検出光照射部411及び第2検出光照射部412と同時に投写画面PSの領域を照射してもよく、あるいは、時分割方式を採用し、第1検出光照射部411及び第2検出光照射部412とは別のタイミングで投写画面PSの領域を照射してもよい。

40

【0056】

・変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0057】

・変形例1：

上記実施形態では、撮像部300が2台のカメラ310, 320を有しているものとしたが、撮像部300は3台以上のカメラを有していてもよい。後者の場合には、m台(m

50

は3以上の整数)のカメラで撮像されたm個の画像に基づいて、三次元座標(X, Y, Z)が決定される。例えば、m個の画像から2個の画像を任意に選択して得られる ${}_m C_2$ 個の組み合わせを用いてそれぞれ三次元座標を求め、それらの平均値を用いて最終的な三次元座標を決定しても良い。こうすれば、三次元座標の検出精度を更に高めることが可能である。

#### 【0058】

##### ・変形例2:

上記実施形態では、インタラクティブプロジェクションシステム900がホワイトボードモードとPCインタラクティブモードとで動作可能であるものとしたが、これらのうちの一方のモードのみで動作するようにシステムが構成されていても良い。また、インタラクティブプロジェクションシステム900は、これら2つのモード以外の他のモードのみで動作するように構成されていても良く、更に、これら2つのモードを含む複数のモードで動作可能に構成されていてもよい。

10

#### 【0059】

##### ・変形例3:

上記実施形態では、図3に示した照射検出光IDLと、反射検出光RDLと、装置信号光ASLと、指示体信号光PSLとがすべて近赤外光であるものとしたが、これらのうちの一部又は全部を近赤外光以外の光としてもよい。

#### 【0060】

##### ・変形例4:

上記実施形態では、投写画面が平面状のスクリーン板920に投写されるものとしていたが、投写画面が曲面状のスクリーンに投写されるものとしても良い。この場合にも、2台のカメラで撮像された画像を用い、三角測量を利用して指示体の先端部の三次元位置を決定できるので、指示体の先端部と投写画面の位置関係を決定することが可能である。

20

#### 【0061】

以上、いくつかの実施例に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

#### 【符号の説明】

30

#### 【0062】

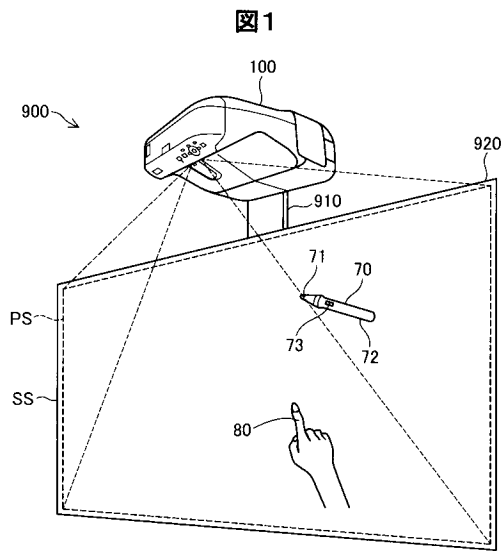
- 70 ... 自発光指示体
- 71 ... 先端部
- 72 ... 軸部
- 73 ... ボタンスイッチ
- 74 ... 信号光受信部
- 75 ... 制御部
- 76 ... 先端スイッチ
- 77 ... 先端発光部
- 80 ... 非発光指示体
- 81 ... 先端部
- 100 ... インタラクティブプロジェクター
- 200 ... 投写部
- 210 ... 投写レンズ
- 220 ... 光変調部
- 230 ... 光源
- 300 ... 撮像部
- 310 ... 第1カメラ
- 320 ... 第2カメラ
- 410, 411 ~ 413 ... 検出光照射部

40

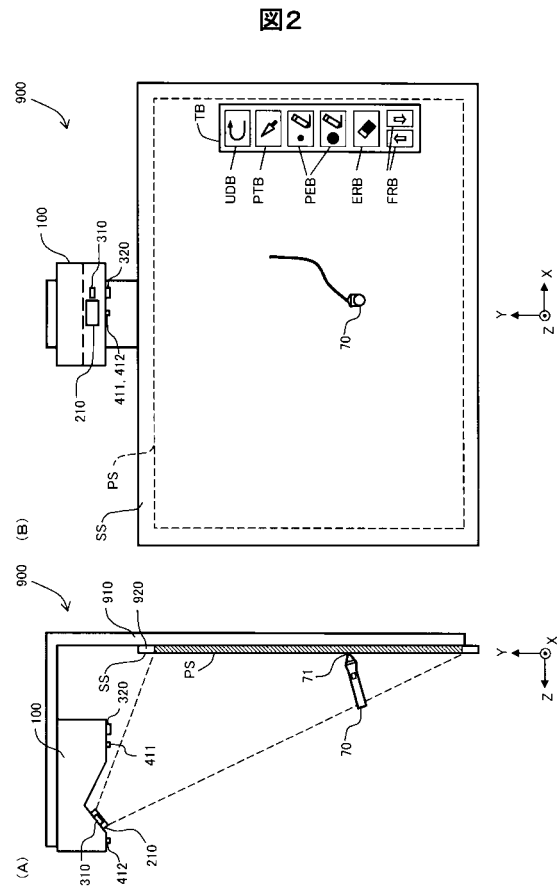
50

- 4 3 0 ... 信号光送信部
- 5 0 0 ... 投写画像生成部
- 5 1 0 ... 投写画像メモリー
- 6 0 0 ... 位置検出部
- 7 0 0 ... 制御部
- 9 0 0 ... インタラクティブプロジェクションシステム
- 9 1 0 ... 支持部材
- 9 2 0 ... スクリーン板

【 図 1 】



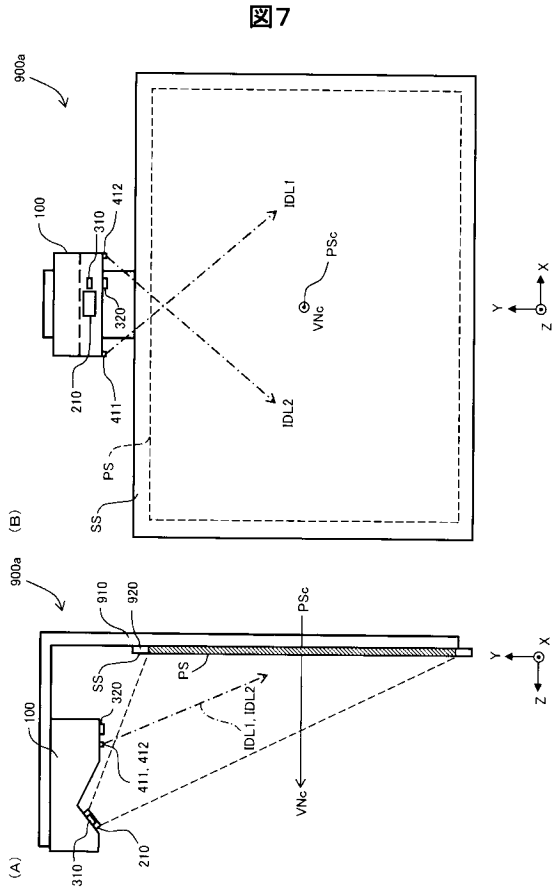
【 図 2 】



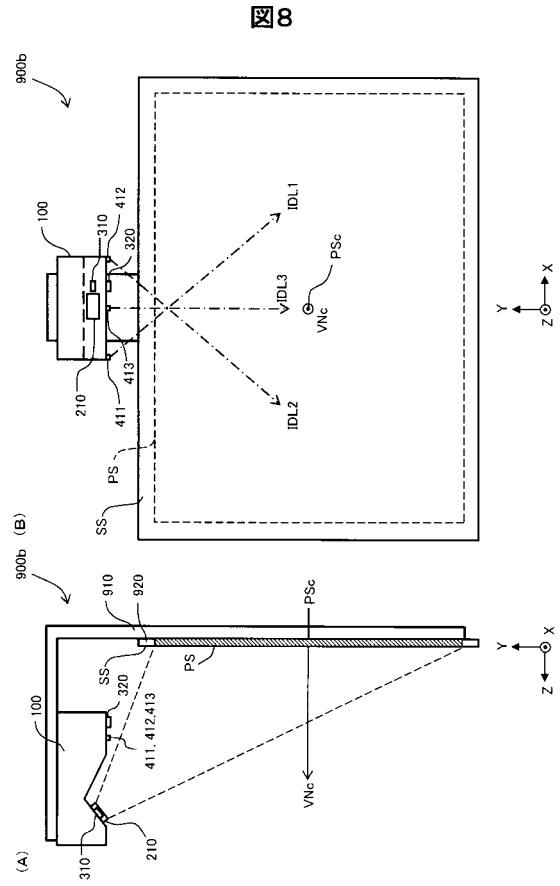




【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ニュルスタッド、トルモド

ノルウェー国 7 4 6 2 トロンハイム 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

(72)発明者 田中 健児

ノルウェー国 7 4 6 2 トロンハイム 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

Fターム(参考) 5B087 AA02 AC02 AC09 BC03 BC06 BC32 CC25 CC26 CC33