

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6467516号
(P6467516)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.

F I

G09G 5/00 (2006.01)
 G09G 5/36 (2006.01)
 G03B 21/14 (2006.01)
 H04N 5/74 (2006.01)
 H04N 5/225 (2006.01)

G09G 5/00 510B
 G09G 5/00 550C
 G09G 5/36 520P
 G09G 5/00 550B
 G03B 21/14 Z

請求項の数 12 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-543009 (P2017-543009)
 (86) (22) 出願日 平成28年8月19日(2016.8.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/074251
 (87) 国際公開番号 W02017/056776
 (87) 国際公開日 平成29年4月6日(2017.4.6)
 審査請求日 平成30年3月20日(2018.3.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-191761 (P2015-191761)
 (32) 優先日 平成27年9月29日(2015.9.29)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (72) 発明者 北川 潤也
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内
 (72) 発明者 河合 智行
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内
 (72) 発明者 新貝 安浩
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離画像取得装置付きプロジェクタ装置及びプロジェクション方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなり、

前記プロジェクタ装置は、

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成部と、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得部と、

前記差分値取得部で取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定部と、

前記判定部の判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成部で生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示部と、

前記投影指示部から出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御部と、

を備え、

前記差分値取得部は、前記第1の距離画像が有する距離情報の平均値と前記第2の距離画像が有する距離情報の平均値との差分値を取得し、

前記判定部は、前記差分値が第1の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定する距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項2】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなり、

前記プロジェクタ装置は、

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成部と、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得部と、

前記差分値取得部で取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定部と、

前記判定部の判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成部で生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示部と、

前記投影指示部から出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御部と、

を備え、

前記差分値取得部は、前記第1の距離画像が有する距離情報と前記第2の距離画像が有する距離情報との最大の差分値を取得し、

前記判定部は、前記最大の差分値が第2の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定する請求項1に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項3】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなり、

前記プロジェクタ装置は、

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成部と、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得部と、

前記差分値取得部で取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定部と、

10

20

30

40

50

前記判定部の判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成部で生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示部と、

前記投影指示部から出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御部と、

前記差分値取得部が取得する前記差分値に基づいて生成された差分画像を生成する差分画像生成部と、を備える距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項 4】

前記差分画像生成部は、前記差分画像の複数のフレームにおける平均差分値を取得し、

前記判定部は、前記差分画像の前記複数のフレームにおける前記平均差分値が第 3 の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定する請求項 3 に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

10

【請求項 5】

前記差分画像生成部は、前記差分画像の複数のフレームにおける最大の差分値を取得し、

前記判定部は、前記差分画像の前記複数のフレームにおける前記最大の差分値が第 4 の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定する請求項 3 に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項 6】

前記差分画像生成部は、前記差分画像の領域毎の差分値を取得し、

前記判定部は、前記差分画像において前記差分値が第 5 の閾値以下である前記領域の大きさに基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う請求項 3 に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

20

【請求項 7】

前記差分画像生成部は、前記差分画像の領域毎の差分値を複数フレームにおいて取得し、

前記判定部は、前記複数フレームの前記差分画像において前記差分値が第 6 の閾値以下である領域の大きさに基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う請求項 3 に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項 8】

前記差分画像生成部は、前記差分画像の領域に応じて設定された重み付け係数に差分値を乗じた値を取得し、

30

前記判定部は、前記重み付け係数に差分値を乗じた値が第 7 の閾値以下である場合に前記被投影体が静止しているとの判定を行う請求項 3 に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

【請求項 9】

前記判定部の判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成部で生成された画像の投影の停止指示を出力する投影停止指示部と、を備え、

前記投影制御部は、前記投影停止指示部からの前記投影の停止指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の距離画像取得装置付きプロジェクタ装置。

40

【請求項 10】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が 2 次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなる距離画像取得装置付きプロジェクタ装置を使用するプロジェクション方法であり、

50

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成ステップと、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得ステップと、

前記差分値取得ステップで取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定ステップと、

前記判定ステップの判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成ステップで生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示ステップと、

前記投影指示ステップから出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御ステップと、

前記第1の距離画像が有する距離情報の平均値と前記第2の距離画像が有する距離情報の平均値との差分値を取得するステップと、

前記差分値が第1の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定するステップと、

を含むプロジェクション方法。

【請求項11】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなる距離画像取得装置付きプロジェクタ装置を使用するプロジェクション方法であり、

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成ステップと、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得ステップと、

前記差分値取得ステップで取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定ステップと、

前記判定ステップの判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成ステップで生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示ステップと、

前記投影指示ステップから出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御ステップと、

前記第1の距離画像が有する距離情報と前記第2の距離画像が有する距離情報との最大の差分値を取得するステップと、

前記最大の差分値が第2の閾値以下である場合に前記被投影体が静止していると判定するステップと、

を含むプロジェクション方法。

【請求項12】

投影画像を表示する表示用光学素子と、前記表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、

複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射する測定光を前記距離画像センサに結像させる結像レンズと、前記測定用光源から出射され、前記被投影体にて反射して前記距離画像センサに入射する前記測定光の飛翔時間に対応する距離情報を前記距離画像センサから取得し、前記取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距

10

20

30

40

50

離画像取得装置と、からなる距離画像取得装置付きプロジェクタ装置を使用するプロジェクション方法であり、

前記距離画像取得装置により取得した前記距離画像に基づいて前記被投影体の形状を検出し、前記検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成ステップと、

前記距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得ステップと、

前記差分値取得ステップで取得された前記差分値に基づいて前記被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定ステップと、

前記判定ステップの判定結果に基づいて、前記被投影体に対して前記投影画像生成ステップで生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示ステップと、

前記投影指示ステップから出力された前記投影を行う指示に基づいて前記プロジェクタ装置の投影を制御する投影制御ステップと、

前記差分値に基づいて生成された差分画像を生成するステップと、
を含むプロジェクション方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離画像取得装置付きプロジェクタ装置及びプロジェクション方法に関し、特に移動及び静止する被投影体の動きに合わせて画像を投影する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

距離情報を取得しながら画像を取得するカメラとして、TOF (Time Of Flight) カメラが知られている。TOF カメラは、被写体に光を照射し、その反射光をイメージセンサで受光するまでの時間（飛翔時間）を測定することにより被写体までの距離を示す距離画像（深度データ）を求めるものである。

【0003】

また、プロジェクタ装置から被投影体の立体形状に合わせて画像を投影する技術も知られており、プロジェクションマッピング、ビデオマッピングなどと呼ばれている。

【0004】

特許文献1では、被投影体の撮像画像を電子カメラの座標系から表示画面の座標系に座標変換し、変換後の画像の被投影体に対してエッジ処理を行うことで閉領域の輪郭形状を抽出し、その輪郭形状に対してプロジェクションマッピングを行うことが記載されている。

【0005】

また特許文献2では、被投影体の距離画像をリアルタイムに取得する装置としてTOF カメラを利用し、プロジェクタ装置と一体化することで、プロジェクションマッピング用の装置を小型化する技術が提案されている。

【0006】

特に特許文献2に記載のプロジェクタ装置は、投影用の画像をパルス光として照射し、これによりプロジェクタ装置の光源及び投影レンズを、TOF カメラの光源及び投影レンズとして兼用することを特徴としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-192189号公報

【特許文献2】特表2013-546222号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

20

30

40

50

ここでプロジェクションマッピングでは、被投影体の形状に合わせて生成された画像を投影するので、被投影体が動いているか又は静止しているかの検出が重要となる。すなわち、移動している被投影体に対してプロジェクションマッピングを行う場合、被投影体と投影画像とのずれが発生し上手くプロジェクションマッピングが行えない場合が発生する。

【 0 0 0 9 】

一方で被投影体の動きを検出するためには、被投影体の動きを検出するための検出装置の機能をプロジェクタ装置にさらに追加しなければならず、プロジェクタ装置が大型化又は複雑化する要因となる。

【 0 0 1 0 】

上述した特許文献 1 及び 2 には、プロジェクションマッピングを行う場合にプロジェクタ装置の大型化又は複雑化を抑制し且つ被投影体の動きを検出することに関しては言及されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、プロジェクタ装置の大型化又は複雑化を抑制し且つ被投影体の動きを検出し、被投影体に対して精度よく画像を投影する距離画像取得装置付きプロジェクタ装置及びプロジェクション方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するための本発明の一の態様である距離画像取得装置付きプロジェクタ装置は、投影画像を表示する表示用光学素子と、表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、複数の受光素子が 2 次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、測定用光源から出射され、被投影体にて反射する測定光を距離画像センサに結像させる結像レンズと、測定用光源から出射され、被投影体にて反射して距離画像センサに入射する測定光の飛翔時間に対応する距離情報を距離画像センサから取得し、取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなり、プロジェクタ装置は、距離画像取得装置により取得した距離画像に基づいて被投影体の形状を検出し、検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成部と、距離画像取得装置により第 1 のタイミングで取得された第 1 の距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングで取得された第 2 の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得部と、差分値取得部で取得された差分値に基づいて被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定部と、判定部の判定結果に基づいて、被投影体に対して投影画像生成部で生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示部と、投影指示部から出力された投影を行う指示に基づいてプロジェクタ装置の投影を制御する投影制御部と、を備える。

【 0 0 1 3 】

本態様によれば、距離画像取得装置の距離画像生成部で生成された距離画像に基づいて、投影体の形状を検出して投影画像が生成される。さらに本態様によれば、第 1 のタイミングで取得された距離画像及び第 2 のタイミングで取得された距離画像の差分値から被投影体が静止しているか否かの判定がされ、その判定に基づいて投影がおこなわれる。これにより、本態様は、距離画像を投影画像の生成及び被投影体が静止しているか否かの判定に使用するので、装置の大型化又は複雑化を抑制し且つ被投影体の動きを検出することができ、被投影体に対して精度良く投影画像を投影することができる。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、差分値取得部は、第 1 の距離画像が有する距離情報の平均値と第 2 の距離画像が有する距離情報の平均値との差分値を取得し、判定部は、差分値が第 1 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定する。

【 0 0 1 5 】

本態様によれば、差分値は第 1 の距離画像が有する距離情報の平均値と第 2 の距離画像

10

20

30

40

50

が有する距離情報の平均値とに基づいて算出され、判定部は第 1 の閾値に基づいて被投影体が静止しているか否かを判定する。これにより、本態様は、距離画像が有する距離情報の平均値に基づいて、より精度良く被投影体が静止しているかの判定を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、差分値取得部は、第 1 の距離画像が有する距離情報と第 2 の距離画像が有する距離情報との最大の差分値を取得し、判定部は、最大の差分値が第 2 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定する。

【 0 0 1 7 】

本態様によれば、差分値は第 1 の距離画像が有する距離情報と第 2 の距離画像が有する距離情報との差分値の最大値であり、判定部は第 2 の閾値に基づいて被投影体が静止しているか否かを判定する。これにより、本態様は、差分値の最大値に基づいて、より精度良く被投影体が静止しているかの判定を行うことができる。

10

【 0 0 1 8 】

好ましくは、距離画像取得装置付きプロジェクタ装置は、差分値取得部が取得する差分値に基づいて生成された差分画像を生成する差分画像生成部と、を備える。

【 0 0 1 9 】

本態様によれば、差分値に基づいて差分画像が生成されるので、差分画像を利用することができる。

【 0 0 2 0 】

20

好ましくは、差分画像生成部は、差分画像の複数のフレームにおける平均差分値を取得し、判定部は、差分画像の複数のフレームにおける平均差分値が第 3 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定する。

【 0 0 2 1 】

本態様によれば、差分画像の複数のフレームにおける平均差分値が第 3 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定されるので、より精度良く被投影体が静止しているか否かの判定を行うことができる。

【 0 0 2 2 】

好ましくは、差分画像生成部は、差分画像の複数のフレームにおける最大の差分値を取得し、判定部は、差分画像の複数のフレームにおける最大の差分値が第 4 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定する。

30

【 0 0 2 3 】

本態様によれば、差分画像の複数のフレームにおける最大の差分値が第 4 の閾値以下である場合に被投影体が静止していると判定されるので、複数フレームにおいて最大の差分値に基づいて被投影体が静止しているか否かの判定を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

好ましくは、差分画像生成部は、差分画像の領域毎の差分値を取得し、判定部は、差分画像において差分値が第 5 の閾値以下である領域の大きさに基づいて被投影体が静止しているか否かの判定を行う。

【 0 0 2 5 】

40

本態様によれば、差分画像において差分値が第 5 の閾値以下である領域の大きさに基づいて被投影体が静止しているか否かの判定が行われるので、より精度良く被投影体が静止しているか否かの判定を行うことができる。

【 0 0 2 6 】

好ましくは、差分画像生成部は、差分画像の領域毎の差分値を複数フレームにおいて取得し、判定部は、複数フレームの差分画像において差分値が第 6 の閾値以下である領域の大きさに基づいて被投影体が静止しているか否かの判定を行う。

【 0 0 2 7 】

本態様によれば、複数フレームの差分画像において差分値が第 6 の閾値以下である領域の大きさに基づいて被投影体が静止しているか否かの判定が行われるので、複数フレーム

50

においての被投影体の静止を精度良く判定することができる。

【0028】

好ましくは、差分画像生成部は、差分画像の領域に応じて設定された重み付け係数に差分値を乗じた値を取得し、判定部は、重み付け係数に差分値を乗じた値が第7の閾値以下である場合に被投影体が静止しているとの判定を行う。

【0029】

本態様によれば、差分値は差分画像の領域に応じて設定された重み付けに基づいて取得され、その差分値に基づいて被投影体が静止しているか否かの判定が行われるので、より正確な被投影体の動きの判定を行うことができる。

【0030】

好ましくは、距離画像取得装置付きプロジェクタ装置は、判定部の判定結果に基づいて、被投影体に対して投影画像生成部で生成された画像の投影の停止指示を出力する投影停止指示部と、を備え、投影制御部は、投影停止指示部からの投影の停止指示に基づいてプロジェクタ装置の投影を制御する。

【0031】

本態様によれば、判定結果に基づいて画像投影の停止指示が出力され、その停止指示に基づいてプロジェクタ装置の投影が制御されるので、被投影体が静止した後に再び動き始めた場合に投影を停止する。これにより、移動している被投影体への投影を防ぎより精度の良い投影を行うことができる。

【0032】

本発明の他の態様であるプロジェクション方法は、投影画像を表示する表示用光学素子と、表示用光学素子に表示された投影画像を被投影体に投影する投影光源及び投影レンズと、を備えたプロジェクタ装置と、複数の受光素子が2次元状に配列された距離画像センサと、測定用光源と、測定用光源から出射され、被投影体にて反射する測定光を距離画像センサに結像させる結像レンズと、測定用光源から出射され、被投影体にて反射して距離画像センサに入射する測定光の飛翔時間に対応する距離情報を距離画像センサから取得し、取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する距離画像生成部と、を備えた距離画像取得装置と、からなる距離画像取得装置付きプロジェクタ装置を使用するプロジェクション方法であり、距離画像取得装置により取得した距離画像に基づいて被投影体の形状を検出し、検出した形状に対応する投影画像を生成する投影画像生成ステップと、距離画像取得装置により第1のタイミングで取得された第1の距離画像が有する距離情報と第2のタイミングで取得された第2の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する差分値取得ステップと、差分値取得ステップで取得された差分値に基づいて被投影体が静止しているか否かの判定を行う判定ステップと、判定ステップの判定結果に基づいて、被投影体に対して投影画像生成ステップで生成された画像の投影を行う指示を出力する投影指示ステップと、投影指示ステップから出力された投影を行う指示に基づいてプロジェクタ装置の投影を制御する投影制御ステップと、を含む。

【発明の効果】

【0033】

本発明によれば、距離画像取得装置の距離画像生成部で生成された距離画像に基づいて、投影体の形状を検出して投影画像が生成され、第1のタイミングで取得された距離画像及び第2のタイミングで取得された距離画像の差分値から被投影体が静止しているか否かの判定がされ、その判定に基づいて投影がおこなわれる。これにより、本発明は、距離画像を投影画像の生成及び被投影体が静止しているか否かの判定に使用するので、装置の大型化又は複雑化を抑制し且つ被投影体の動きを検出することができ、被投影体に対して精度良く投影画像を投影することができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は距離画像取得装置付きプロジェクタ装置が使用される場合を示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は図 1 で説明した被投影体を正面から見た図である。

【図 3】図 3 は図 2 で説明した被投影体に対してプロジェクションマッピングが行われている態様を概念的に示す図である。

【図 4】図 4 はプロジェクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は被投影体の距離の演算処理を説明する図である。

【図 6】図 6 は制御部の構成を示すブロック図である。

【図 7】図 7 は差分値取得部が行う差分値の取得に関して説明する図である。

【図 8】図 8 は差分値取得部が行う差分値の取得に関して説明する図である。

【図 9】図 9 はプロジェクタ装置の動作を示すフロー図である。

【図 10】図 10 は制御部の構成を示すブロック図である。

10

【図 11】図 11 は差分画像を示す概念図である。

【図 12】図 12 は差分画像を示した概念図である。

【図 13】図 13 は距離画像と差分画像とが概念的に示された図である。

【図 14】図 14 は距離画像と差分画像とが概念的に示された図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、添付図面に従って本発明に係る距離画像取得装置付きプロジェクタ装置及びプロジェクション方法の好ましい実施の形態について説明する。

【0036】

図 1 は、本発明に係る距離画像取得装置付きプロジェクタ装置が使用される場合を示す概念図である。被投影体 2 である人物が距離画像取得装置付きプロジェクタ装置 20（以下、プロジェクタ装置 20 という）に直進してくる場合が示されている。図 1 に示す場合の具体例としてはファッションショー等が想定される。プロジェクタ装置 20 は、距離画像取得部（距離画像取得装置）20A とプロジェクタ部（プロジェクタ装置）20B とを備えている。プロジェクタ装置 20 は、被投影体 2 である人物が着ている服を投影領域 3 とし、被投影体 2 が静止している場合に被投影体 2 の投影領域 3 に対してプロジェクションマッピング（Projection Mapping）を行う。

20

【0037】

図 2 は、図 1 で説明した被投影体 2 を正面から見た図である。図 2（A）は時刻 T1 での被投影体 2 の正面図であり、図 2（B）は時刻 T2 での被投影体 2 を正面図であり、図 2（C）は時刻 T3 での被投影体 2 を正面図である。図 2（A）～（C）に示すように被投影体 2 が移動している場合、プロジェクタ装置 20 と被投影体 2 との距離が変化するので投影領域 3 の範囲が変化する。投影領域 3 の範囲が変化すると、投影領域 3 に合わせて生成された投影画像と投影領域 3 とが一致しなくなる。よって、本発明では投影画像と投影領域 3 との上述したような不一致を防ぐため、被投影体 2 の動きを検知して、被投影体 2 が静止している場合にプロジェクションマッピングを行う。

30

【0038】

図 3 は、図 2（C）で説明した被投影体 2 に対してプロジェクションマッピングが行われている態様を概念的に示す図である。プロジェクタ装置 20 は、被投影体 2 である人物が着ている服に対して投影画像 5 を投影している。プロジェクタ装置 20 により投影される投影画像 5 は、被投影体 2 である人物が着ている服が構成する閉領域の形状を投影領域 3 に合わせて形成されている。このように、投影領域 3 の形状に合わせた投影画像 5 を投影することは一般にプロジェクションマッピングと呼ばれている。

40

【0039】

図 4 は、プロジェクタ装置 20 の構成を示すブロック図である。このプロジェクタ装置 20 は、距離画像の取得を行う距離画像取得部 20A と、投影画像 5 の投影を行うプロジェクタ部 20B と、制御部 26 と、メモリ 27 と、投影画像生成部 28 と、入力 I/F（interface）29 と、を備えている。なお制御部 26、メモリ 27、及び入力 I/F 29 は、距離画像取得部 20A 及びプロジェクタ部 20B において共通に機能する。

【0040】

50

距離画像取得部 20A は、パルス光検出方式の距離画像の取得を行うものであり、タイミングジェネレータ 31 と、LED (Light Emitting Diode) 光源 (測定用光源) 32 と、光源ドライバ 33 と、投影レンズ 35 と、結像レンズ 36 と、レンズドライバ 37 と、距離画像センサ 38 と、図中「A/D」と表示している A/D (Analog-to-Digital) 変換器 39 と、図中「I/F」と表示しているインターフェース(interface)回路 40 と、を含む。距離画像取得部 20A は所謂 TOF (Time Of Flight) カメラの機能を有する。TOF (Time Of Flight) カメラの原理に関しては後述する。なお距離画像とは、TOF などの距離計測方法によって得られる距離値 (距離情報) の 2 次元分布画像のことである。距離画像の各画素は距離値 (距離情報) を有する。

【0041】

10

タイミングジェネレータ 31 は、制御部 26 の制御の下、LED 光源 32 と距離画像センサ 38 とにそれぞれタイミング信号を出力する。

【0042】

LED 光源 32 は、タイミングジェネレータ 31 から入力されるタイミング信号に同期して一定のパルス幅のパルス光を発光する。光源ドライバ 33 は、制御部 26 の制御の下、LED 光源 32 の駆動を制御する。

【0043】

投影レンズ 35 は、LED 光源 32 から出射したパルス光を、被投影体 2 に向けて照射する。結像レンズ 36 は、LED 光源 32 から投影レンズ 35 を通して被投影体 2 にパルス光が照射された場合、この被投影体 2 にて反射されたパルス光を距離画像センサ 38 に結像させる。レンズドライバ 37 は、図示しないレンズ駆動部を介して、結像レンズ 36 のフォーカス制御等を行う。

20

【0044】

距離画像センサ 38 は、複数の受光素子が 2 次元状に配列されており、垂直ドライバ及び水平ドライバ等を有する CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) ドライバ、及びタイミングジェネレータ 31 により駆動される CMOS 型のイメージセンサにより構成されている。尚、距離画像センサ 38 は、CMOS 型に限らず、XY アドレス型、又は CCD (Charge Coupled Device) 型のイメージセンサでもよい。

【0045】

距離画像センサ 38 は、2 次元状に複数の受光素子 (フォトダイオード) が配列され、複数の受光素子の入射面側には、LED 光源 32 から発光されるパルス光の波長帯域のみを通過させるバンドパスフィルタ、又は可視光を除去する可視光カットフィルタを設けてもよい。これにより、距離画像センサ 38 の複数の受光素子は、パルス光に対して感度をもった画素として機能する。

30

【0046】

距離画像センサ 38 は、タイミングジェネレータ 31 から入力されるタイミング信号により、LED 光源 32 のパルス光の発光と同期して露光期間 (露光時間及び露光タイミング) が制御される。距離画像センサ 38 の各受光素子には、露光期間に入射するパルス光の光量に対応する電荷が蓄積される。このようにパルス光検出方式では、被投影体 2 までの距離が短いほど露光量が多くなり、逆に被投影体 2 までの距離が遠いほど露光量が少なくなるので、露光量の大きさに応じて被投影体 2 までの距離を測定することができる。そして、距離画像センサ 38 からは、被投影体 2 にて反射されたパルス光の入射光量に応じた画素信号 (画素毎に蓄積された電荷に対応するアナログ信号) が読み出される。

40

【0047】

A/D 変換器 39 は、距離画像センサ 38 から読み出された画素信号をデジタル信号に変換してインターフェース回路 40 へ出力する。なお、CMOS 型のイメージセンサには、A/D 変換器 39 を含むものがあり、この場合には A/D 変換器 39 は省略することができる。インターフェース回路 40 は、画像入力コントローラとして機能するものであり、A/D 変換器 39 から入力されたデジタル信号を制御部 26 へ出力する。これにより、詳しくは後述するが、制御部 26 の距離画像生成部 113 (図 6) で距離画像が生成され、さらに

50

投影画像生成部 28 により投影画像 5 が生成される。

【0048】

プロジェクタ部 20B は、所謂単板式の液晶プロジェクタであり、表示用光学素子（光変調素子ともいう）42 と、素子ドライバ 43 と、LED 光源（投影光源）44 と、光源ドライバ 45 と、投影レンズ 46 と、レンズドライバ 47 と、を含む。

【0049】

表示用光学素子 42 は、複数色のカラーフィルタを備えた透過型の液晶パネル、又はダイクロミックミラーとマイクロレンズアレイとモノクロの透過型の液晶パネルとを組み合わせたカラーフィルタレス構造の素子等が用いられる。カラーフィルタレス構造の素子は、例えば、R（Red）光、G（Green）光、B（Blue）光をそれぞれ反射する 3 種類のダイクロミックミラーにより白色光を RGB の 3 色の光に分光し、3 色の光を互いに異なった角度で液晶パネル上のマイクロレンズアレイに入射させる。そして、3 色の光をマイクロレンズアレイにより液晶パネルの R 用画素、G 用画素、B 用画素にそれぞれ入射させることによりカラー画像の表示が可能となる。

【0050】

なお、プロジェクタ部 20B は、単板式の液晶プロジェクタに限定されるものでなく、色分離光学及び複数の液晶パネルを備える公知の 3 板式の液晶プロジェクタであってもよい。また、プロジェクタ部 20B は、透過型液晶方式に限定されるものではなく、反射型液晶表示方式やマイクロミラーデバイス方式（ライトスイッチ表示方式）等の他の方式を採用してもよい。

【0051】

素子ドライバ 43 は、制御部 26 の制御の下、表示用光学素子 42 を制御して、後述する投影画像生成部 28 が生成した投影画像 5 を表示させる。

【0052】

LED 光源 44 は、表示用光学素子 42 の背面側（投影レンズ 46 に対向する面とは反対側）から表示用光学素子 42 に対して白色光を入射させる。これにより、表示用光学素子 42 から投影画像 5 の像光が出射される。光源ドライバ 45 は、制御部 26 の制御の下、LED 光源 44 の駆動を制御する。

【0053】

投影レンズ 46 は、表示用光学素子 42 から出射される投影画像 5 の像光を被投影体 2 に投影する。レンズドライバ 47 は、図示しないレンズ駆動部を介して、投影レンズ 46 のフォーカス制御等を行う。

【0054】

制御部 26 は、データバス 49 を介して、タイミングジェネレータ 31、光源ドライバ 33、レンズドライバ 37、距離画像センサ 38、インターフェース回路 40、素子ドライバ 43、光源ドライバ 45、及びレンズドライバ 47 等に接続している。この制御部 26 は、例えば CPU（Central Processing Unit）を含む各種の演算部及び処理部及び記憶部により構成されたものであり、メモリ 27 から読み出した制御用のプログラムやデータを実行することで、プロジェクタ装置 20 の全体の動作や処理を統括制御する。

【0055】

メモリ 27 は、制御部 26 が処理を実行するための制御用のプログラム等を格納している。

【0056】

投影画像生成部 28 は、制御部 26 の制御の下、制御部 26 から入力されたデータや情報に基づいて投影画像 5 の生成を行う。すなわち投影画像生成部 28 は、距離画像取得装置により取得した距離画像に基づいて被投影体 2 の形状を検出し、検出した形状に対応する投影画像 5 を生成する。なお投影画像生成部 28 が行う投影画像 5 の生成に関しては後述する。

【0057】

< TOF 法の基本原理 >

10

20

30

40

50

次に、ＴＯＦカメラにより距離画像を取得する基本原理について説明する。以下、ＴＯＦカメラ（距離画像取得部２０Ａ）により被投影体２の距離画像を取得する場合について説明する。

【００５８】

距離画像取得部２０ＡのＬＥＤ光源３２は、近赤外光を発行するのでタイミングジェネレータ３１によりパルス駆動され、その結果、ＬＥＤ光源３２からは、パルス幅のパルス光が発光される。このパルス光は、被投影体２の表面で反射し、その反射したパルス光は、距離画像取得部２０Ａの結像レンズ３６を介して距離画像センサ３８により結像（受光）される。なお、距離画像センサ３８には可視光カットフィルタが設けられており、距離画像センサ３８は近赤外のパルス光のみを受光する。

10

【００５９】

図５は、被投影体２の距離の演算処理を説明する図である。

【００６０】

距離画像取得部２０ＡのＬＥＤ光源３２は、タイミングジェネレータ３１によりパルス駆動されるが、ＬＥＤ光源３２のパルス駆動に同期して、図５（Ａ）及び（Ｂ）に示すように、距離画像センサ３８は、タイミングジェネレータ３１により第１の露光制御及び第２の露光制御の２回の露光制御が順次行われる。

【００６１】

図５（Ａ）に示す第１の露光制御は、ＬＥＤ光源３２からパルス光を発光させ、少なくとも被投影体２の距離に応じて距離画像センサ３８の対応する受光素子での露光量に差が生じるように露光期間を制御する露光制御であり、ＬＥＤ光源３２からパルス光を発光させた後、一定時間（測距可能な最も遠い被写体からパルス光が戻ってくるまでの時間）経過後に露光を開始し、少なくとも最も遠い被写体にて反射したパルス光の全てが戻ってくる時間（所定の露光時間）経過後に露光を終了させる。

20

【００６２】

図５（Ｂ）に示す第２の露光制御は、ＬＥＤ光源３２からパルス光を発光させ、パルス光に対する露光開始の位相が第１の露光制御のパルス光に対する露光開始の位相と異なる露光制御であり、被写体の反射率の相違及び全画面一様光量でないパルス光による距離画像センサ３８での露光量の変化を除去するための露光制御である。本例では、距離画像センサ３８の全ての受光素子が被写体にて反射したパルス光を全て露光する露光制御である。具体的には、ＬＥＤ光源３２から発光するパルス光の発光タイミングに同期して露光を開始し、一定時間（少なくとも測距可能な最も遠い被写体からパルス光が全て戻ってくるまでの所定の露光時間）経過後に露光を終了させる。尚、第１の露光制御における「所定の露光時間」と、第２の露光制御における「所定の露光時間」とは同じ時間であるが、上記のようにパルス光に対する露光開始の位相が異なる。

30

【００６３】

次に、制御部２６の距離画像生成部１１３は、図５（Ｃ）に示すように第１の露光制御及び第２の露光制御により距離画像センサ３８から取得される各露光量に対応するセンサ出力（ある画素の出力データ）を、それぞれ第１のデータ L_1 及び第２のデータ L_2 とすると、被写体の距離に対応する距離情報 D を、次式により算出する。

40

[数１]

$$D = L_1 \div L_2$$

即ち、[数１]式によれば、第１のデータ L_1 を第２のデータ L_2 で除算した除算データを算出する。この除算データは、被写体の反射率の影響が除去され、かつ全画面一様光量でないパルス光の光量の影響が除去された相対距離に対応するデータ（距離情報 D ）となる。尚、第１のデータ L_1 と第２のデータ L_2 とに基づいて被写体の絶対距離を求めることも可能である。

【００６４】

そして、距離画像センサ３８の全ての画素毎に距離情報 D を取得することにより、距離画像を生成することができる。

50

【 0 0 6 5 】

< 投影画像の生成 >

次に投影画像生成部 2 8 が行う投影画像 5 の生成に関して説明する。

【 0 0 6 6 】

投影画像生成部 2 8 は、メモリ 2 7 に記録されている投影用の画像（動画又は静止画）を、距離画像生成部 1 1 3（図 6）により生成された第 1 の距離画像及び第 2 の距離画像（即ち、被投影体 2 の投影領域 3 の形状、大きさ及び凹凸といった情報）を利用して、メモリ 2 7 に記録されている投影用の画像（動画又は静止画）をトリミング、座標変換、拡張等の処理を行い、被投影体 2 の表面に合った投影画像 5 を生成する。なお、投影画像生成部 2 8 が投影画像 5 の生成のために使用する距離画像として、差分値取得部 1 0 1 で使用された距離画像を使用することによりデータが有効利用されるので好ましい。

10

【 0 0 6 7 】

図 4 に示したプロジェクタ部 2 0 B の表示用光学素子 4 2 は、投影画像生成部 2 8 により生成された投影画像 5 に基づいて各光学素子の透過率が制御される。

【 0 0 6 8 】

[第 1 実施形態]

次に本発明の第 1 実施形態における制御部 2 6 に関して説明をする。

【 0 0 6 9 】

図 6 は、制御部 2 6 の構成を示すブロック図である。制御部 2 6 は、主に距離画像生成部 1 1 3、差分値取得部 1 0 1、判定部 1 0 3、投影指示部 1 0 5、投影制御部 1 0 7、及び投影停止指示部 1 0 9 を備えている。

20

【 0 0 7 0 】

距離画像生成部 1 1 3 は、距離画像センサ 3 8 から距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて距離画像を生成する。ここで距離情報とは、LED 光源 3 2 から発光されるパルス光（測定光）が被投影体 2 にて反射して距離画像センサ 3 8 に入射する測定光の飛翔時間に対応する情報のことであり、被投影体 2 の距離に対応する。距離画像生成部 1 1 3 の具体的な距離画像の生成方法は上述したとおりである。距離画像生成部 1 1 3 で生成された距離画像は、2 次元的に分布された距離情報により構成されている。

【 0 0 7 1 】

差分値取得部 1 0 1 は、距離画像取得部 2 0 A により第 1 のタイミングで取得された第 1 の距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングで取得された第 2 の距離画像が有する距離情報との差分値を取得する。

30

【 0 0 7 2 】

図 7 及び図 8 は、差分値取得部 1 0 1 が行う差分値の取得に関して説明する図である。図 7（A）は、図 2（A）（時刻 T 1）の場合に距離画像取得部 2 0 A で取得された距離画像 S を示している。図 7（B）は、図 2（B）（時刻 T 2）の場合に距離画像取得部 2 0 A で取得された距離画像 T を示している。また、説明のために距離情報を近距離 1 1、中距離 1 3、及び遠距離 1 5 として図中では濃淡で示している。なお、図 7 では被投影体 2 は楕円で描き簡略化されており、画像中のステージ 7 及び被投影体 2 以外の背景は省略されている。

40

【 0 0 7 3 】

図 7（A）で示された距離画像 S は、ステージ 7 において近距離 1 1、中距離 1 3、及び遠距離 1 5 の距離情報を有し、被投影体 2 において遠距離 1 5 の距離情報を有する。そして、距離画像 S では、ステージ 7 の遠距離 1 5 の距離情報を有する領域の濃淡と被投影体 2 の濃淡とが等しく表されている。図 7（B）で示された距離画像 T は、ステージ 7 において近距離 1 1、中距離 1 3、及び遠距離 1 5 の距離情報を有し、被投影体 2 において中距離 1 3 の距離情報を有する。そして、距離画像 T では、ステージ 7 の中距離 1 3 の距離情報を有する領域の濃淡と被投影体 2 の濃淡とが等しく表されている。

【 0 0 7 4 】

図 7（C）では、距離画像 S が有する距離情報と距離画像 T が有する距離情報との差分

50

値を示す。ステージ 7 に関する距離情報は、距離画像 S と距離画像 T とで変わらないので差分値は 0 となる。一方、被投影体 2 に関する距離情報は、距離画像 S と距離画像 T とで変わるので差分値は 0 ではない。すなわち、距離画像 S での被投影体 2 の距離情報は遠距離 15 であるのに対して、距離画像 T での被投影体 2 の距離情報は中距離 13 である。したがって、被投影体 2 には差分値が発生する。

【0075】

一方図 8 の場合には、被投影体 2 が静止している場合に取得された距離画像 U 及び V が示されている。すなわち、図 8 (A) では時刻 T3 で距離画像取得部 20A で取得された距離画像 U が示されており、図 8 (B) では時刻 T4 で距離画像取得部 20A で取得された距離画像 V が示されている。距離画像 U 及び V において、被投影体 2 の距離情報は中距離 13 で同じである。したがって、図 8 (C) で示すように、距離画像 U の距離情報と距離画像 V の距離情報との差分値は 0 となる。また、ステージ 7 の差分値に関しても図 7 と同様に 0 となる。なお、時刻 T3 と T4 との時間差は非常に短いので、距離画像 U と V との差分値が 0 に近いと被投影体 2 が静止していると予測することができる。また距離画像取得部 20A は連続して距離画像を取得することができる。その場合距離画像取得部 20A は、30fps (frame per second) や 60fps で距離画像を取得することができる。

【0076】

このように差分値取得部 101 では、第 1 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報とを引き算することによって差分値が取得される。

【0077】

また差分値取得部 101 は、距離画像 S が有する距離情報の平均値を取得し、距離画像 T が有する距離情報の平均値を取得し、その後平均値同士を減算した値を差分値としてもよい。すなわち差分値取得部 101 は、第 1 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報の平均値と、第 2 の距離画像が有する距離情報の平均値とを減算した値を差分値として取得してもよい。

【0078】

また例えば差分値取得部 101 は、第 1 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報との最大の差分を、差分値として取得してもよい。すなわち、第 1 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報とを減算し、最大の値を差分値として採用してもよい。

【0079】

また例えば差分値取得部 101 は、第 1 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報の総和と第 2 のタイミングで取得された距離画像が有する距離情報の総和とを減算した値を差分値として取得してもよい。

【0080】

図 6 に戻って、判定部 103 は、差分値取得部 101 で取得された差分値に基づいて被投影体 2 が静止しているか否かの判定を行う。すなわち判定部 103 は、差分値を取得し、その差分値に基づいて被投影体 2 の状態 (移動している又は静止している) を判定する。判定部 103 は、差分値を用いて様々な方法により被投影体 2 の状態を判定することができる。例えば判定部 103 は閾値に基づいて被投影体 2 の状態を判定することができる。具体的には判定部 103 は、取得した差分値が閾値以下の場合には被投影体 2 が静止していると判定し、取得した差分値が閾値より大きい場合には被投影体 2 が動いていると判定してもよい。閾値は、判定部 103 が第 1 の距離画像が有する距離情報の平均値と第 2 の距離画像が有する距離情報の平均値との差分値により判別する場合の閾値 (第 1 の閾値) と、判定部 103 が第 1 の距離画像が有する距離情報と第 2 の距離画像が有する距離情報との最大の差分値により判別する場合の閾値 (第 2 の閾値) とで使い分けられる。

【0081】

投影指示部 105 は、判定部 103 の判定結果に基づいて、被投影体 2 に対して投影画像生成部 28 で生成された画像の投影を行う指示を出力する。すなわち、投影指示部 105 は、判定部 103 により被投影体 2 が静止していると判定された場合には、プロジェクタ部 20B による投影の指示を出力する。

【0082】

投影制御部 107 は、投影指示部 105 から出力された投影を行う指示に基づいてプロジェクタ部 20B の投影を制御する。投影制御部 107 は、投影画像生成部 28 で生成された投影画像 5 を表示用光学素子 42 に表示させ、光源ドライバ 45 により LED 光源 44 を発光させ、投影画像 5 を被投影体 2 に表示させる。

【0083】

投影停止指示部 109 は、一旦被投影体 2 が静止していると判定されプロジェクタ部 20B により投影が始まった後に、判定部 103 により被投影体 2 が動き出したと判定された場合には、被投影体 2 に対して投影画像生成部 28 で生成された画像の投影の停止指示を出力する。すなわち、投影停止指示部 109 は、再び被投影体 2 が動き出した場合に、プロジェクタ部 20B による投影の停止の指示を出力する。なお、プロジェクタ部 20B により投影が行われている間でも、距離画像取得部 20A により距離画像が随時取得され、判定部 103 により随時被投影体 2 の状態が判定されている。

【0084】

次に、プロジェクタ装置 20 を使用したプロジェクション方法に関して説明する。図 9 は、プロジェクタ装置 20 の動作を示すフロー図である。

【0085】

先ずプロジェクタ装置 20 の距離画像取得部 20A により、第 1 のタイミングで距離画像が取得される（ステップ S10）。その後、距離画像取得部 20A により、第 2 のタイミングで距離画像が取得される（ステップ S11）。そして差分値取得部 101 により、第 1 のタイミングの距離画像が有する距離情報と第 2 のタイミングでの距離画像が有する距離情報との差分値が取得される（ステップ S12）。なお、図示は省略するが、距離画像取得部 20A による距離画像の取得、及び差分値取得部 101 による差分値の取得は随時行われている。

【0086】

そして、判定部 103 は差分値により被投影体 2 が静止しているか否かについて判定を行う（ステップ S13）。判定部 103 により、被投影体 2 が静止していない（動いている）と判定した場合（ステップ S13 の No の場合）には、再び距離画像取得部 20A で距離画像が取得される。一方判定部 103 により被投影体 2 が静止していると判定された場合には、投影画像生成部 28 で投影画像 5 が生成される（ステップ S14）。投影画像生成部 28 は、第 1 のタイミングで取得された距離画像及び / 又は第 2 のタイミングで取得された距離画像に基づいて投影画像 5 を生成する。その後、投影指示部 105 により投影画像 5 を投影する指示が出力される（ステップ S15）。そして投影制御部 107 によりプロジェクタ部 20B が制御されて被投影体 2 に対して投影が行われる（ステップ S16）。

【0087】

上述の各構成及び機能は、任意のハードウェア、ソフトウェア、或いは両者の組み合わせによって適宜実現可能である。例えば、上述の処理ステップ（処理手順）をコンピュータに実行させるプログラム、そのようなプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体（非一時的記録媒体）、或いはそのようなプログラムをインストール可能なコンピュータに対しても本発明を適用することが可能である。

【0088】

以上で説明をしたように、本発明によれば、距離画像取得部 20A の距離画像生成部 113 で生成された距離画像に基づいて、被投影体 2 の形状を検出して投影画像 5 が生成される。さらに本発明によれば、第 1 のタイミングで取得された距離画像及び第 2 のタイミングで取得された距離画像の差分値から被投影体 2 が静止しているか否かの判定がされ、

10

20

30

40

50

その判定に基づいて投影が行われる。これにより、本発明は、距離画像を投影画像 5 の生成及び被写体が静止しているか否かの判定に使用するので、装置の大型化又は複雑化を抑制しつつ被投影体 2 の動きを検出し、被投影体 2 に対して精度良く投影画像 5 を投影することができる。

【0089】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態に関して説明する。本実施形態では差分値に基づいて差分画像を生成し、被投影体 2 の動きを精度良く検出する。

【0090】

図 10 は、本実施形態の制御部 26 の構成を示すブロック図である。なお、図 6 で説明を行った箇所は同じ符号を付し説明は省略する。制御部 26 は、主に距離画像生成部 113、差分値取得部 101、判定部 103、差分画像生成部 111、投影指示部 105、投影制御部 107、及び投影停止指示部 109 を備えている。

【0091】

図 10 で示した本実施形態の制御部 26 と、図 6 で示した第 1 実施形態の制御部 26 を比較すると、本実施形態の制御部 26 は差分画像生成部 111 を有する点で異なる。

【0092】

差分画像生成部 111 は、差分値取得部 101 が取得する差分値に基づいて生成された差分画像を生成する。すなわち差分画像生成部 111 は、差分値取得部 101 から取得した差分値に基づいて、差分値の 2 次元分布図を作成する。なお、ここで差分画像とは、差分値の 2 次元の分布図のことである。

【0093】

図 11 は、差分画像を示す概念図である。図 11 に示された差分画像 W は、図 7 及び図 8 で説明を行った距離画像及び差分値に基づいて作成されている。また、差分画像において、差分画像を構成する差分値に応じて濃淡又は色を変えて表示させてもよい。このようにすることで、差分画像が表示画面（図示せず）に表示された場合にユーザは、差分値の違いを把握し易くなる。図 11 に示した差分画像の場合には差分値の違いが表現されている。なお、被投影体 2 及びステージ 7 以外の背景は省略されている。

【0094】

図 11 (A) は、図 7 (A) 及び (B) で示された距離画像 S 及び T から取得された差分値により作成される差分画像 W であり、取得された差分値の 2 次元分布が示されている。ステージ 7 は、距離画像 S 及び T の間で差分値が 0 であるので、黒で表現されている。一方被投影体 2 は、距離画像 S 及び T の間で差分値が異なる 2 つの領域（領域 O、P、及び Q）で構成されている。

【0095】

領域 O は、距離画像 S 及び T との間で差分値 0 であるのでステージ 7 と同じように黒で示されている。領域 Q での差分値は中距離 13（図 7）と遠距離 15（図 7）との差分値であり、領域 P での差分値は中距離 13（図 7）と背景との差分値である。なお、背景は無限遠方と仮定をしている。

【0096】

図 11 (B) は、図 8 (A) 及び (B) で示された距離画像 U 及び V から取得された差分値により作成される差分画像 W であり、取得された差分値の 2 次元分布が示されている。図 11 (B) に示した場合は、被投影体 2 及びステージ 7 において差分値は 0 であるので、被投影体 2 及びステージ 7 は黒で表現されている。このように、差分画像は距離画像が有する距離情報の差分値の 2 次元分布により構成されている。

【0097】

図 10 に戻って本実施形態の判定部 103 は、差分画像 W に基づいて様々な態様により被投影体 2 の動きを判定することができる。例えば判定部 103 は、差分画像の領域に応じて設定された重み付け係数に差分値を乗じた値に基づいて被投影体 2 が静止しているか否かの判定を、閾値（第 7 の閾値）を使用して行うことができる。この場合、差分画像生

10

20

30

40

50

成部 1 1 1 は、差分画像の領域に応じて設定された重み付け係数に差分値を乗じた値を取得する。

【 0 0 9 8 】

図 1 2 は、差分画像 W を示した概念図である。図 1 2 に示された差分画像 W は領域 F と領域 E とで異なる重み付け係数が設定されており、その重み付け係数に差分値を乗じた値を差分画像生成部 1 1 1 は取得する。例えば、領域 F に対しては係数 1 . 5 の重み付けがされ、領域 E に対しては係数 0 . 5 の重み付けがされる。そして差分画像生成部 1 1 1 は、領域 F の重み付け係数と領域 F の差分値を掛け合わせ、領域 E の重み付け係数と領域 E の差分値を掛け合わせる。これにより、画像の中央にはメインの被写体が存在している場合が多いので、メインの被写体（被投影体 2）の動きをより正確に検出することができる。なお、図 1 2 では中央付近の領域及びその周辺の領域とで領域分けを行ったが、領域の設定は様々な態様を採用することができる。例えば、差分画像 W を $N \times M$ （N 及び M は整数）の格子状の領域に分割したり、被投影体 2 の形状に沿って領域を分割することもできる。

10

【 0 0 9 9 】

図 1 3 及び 1 4 は、距離画像 S 及び T と差分画像 W とが概念的に示された図である。図 1 3（A）では、被投影体 2 が中央付近に移っている距離画像 S 及び距離画像 T が示されている。距離画像 S は時刻 T 1 で撮像され、距離画像 T は時刻 T 2 で撮像されており、被投影体 2 は時刻 T 1 から T 2 の間に図 1 3 に向かって右に移動をしている。なお図 1 3（A）では、距離に関して被投影体 2 と背景とで 2 値化されており、プロジェクタ装置 2 0 から距離が近い被投影体 2 は背景に比べて白く表現されている。

20

【 0 1 0 0 】

図 1 3（B）は、図 1 3（A）に示された距離画像 S と距離画像 T との差分画像（W 1 及び W 2）である。なお図 1 3（B）では、差分値が 0 の領域を黒で表現され、差分値が 0 でない領域 1 1 7 を白で表現されている。例えば差分画像（W 1 及び W 2）の領域 1 1 7 の差分値を 1 0 0 とする。差分画像 W 2 では図 1 2 で説明をしたように領域 E 及び F において重み付けが設定されており、差分画像 W 1 では重み付けは設定されていない。差分画像 W 2 では領域 F での差分値に対して係数 1 . 5 の重み付けがされるので、差分画像生成部 1 1 1 は領域 1 1 7 の差分値（1 0 0）と重み付け係数（1 . 5）が乗算され 1 5 0 という値を得る（ $1 0 0 \times 1 . 5 = 1 5 0$ ）。一方で、差分画像 W 1 では重み付けは設定されていないので、W 1 の差分値は 1 0 0 となる。

30

【 0 1 0 1 】

図 1 4（A）では、被投影体 2 ではない人物 1 1 4 が写っている距離画像 S 及び人物 1 1 4 が写っていない距離画像 T が示されている。距離画像 S は時刻 T 1 で撮像され、距離画像 T は時刻 T 2 で撮像されている。また図 1 4（A）では、距離に関して人物 1 1 4 と背景との 2 値化されており、プロジェクタ装置 2 0 から距離が近い人物 1 1 4 は背景に比べて白く表現されている。

【 0 1 0 2 】

図 1 4（B）は、図 1 4（A）に示された距離画像 S と距離画像 T との差分画像（W 1 及び W 2）であり、人物 1 1 4 に応じた差分値が 0 でない領域 1 1 9 が白で表現されている。例えば差分画像（W 1 及び W 2）での差分値を 5 0 とする。図 1 4（B）は、図 1 3（B）と同様に重み付けが設定されている。差分画像 W 2 では領域 E での差分値に対して係数 0 . 5 の重み付けがされるので、差分画像生成部 1 1 1 は領域 1 1 9 の差分値（5 0）と重み付け係数（0 . 5）が乗算され 2 5 という値を得る（ $5 0 \times 0 . 5 = 2 5$ ）。一方で、差分画像 W 1 では重み付けは設定されていないので、W 1 の差分値は 5 0 となる。

40

【 0 1 0 3 】

このように図 1 3（B）及び図 1 4（B）の場合（領域に応じて重み付けが設定されている場合）では、領域 F の差分値が大きく評価され、領域 E の差分値が小さく評価される。

【 0 1 0 4 】

50

このように、差分画像の領域に応じて重み付けを行い、その重み付け係数に差分値を乗算することにより得た値に基づいて被投影体 2 の動きが判定されることにより、被投影体 2 の動きをより正確に判定することができる。

【0105】

さらに判定部 103 は、差分画像生成部 111 が生成する差分画像の複数のフレームにおける平均差分値が閾値（第 3 の閾値）以下である場合に被投影体 2 が静止していると判定してもよい。すなわち、差分画像生成部 111 は一つの差分画像において平均差分値を取得しその平均値を複数フレーム分生成し、判定部 103 は得られた複数フレーム分の差分画像における平均差分値に基づいて被投影体 2 が静止していると判定する。これにより、複数フレームの差分画像の平均値に基づいて被投影体 2 が静止しているか否かが判定されるので、より正確な被投影体 2 の動きを判定することが可能となる。

10

【0106】

また判定部 103 は、差分画像の複数のフレームにおける最大の差分値が閾値（第 4 の閾値）以下である場合に被投影体 2 が静止していると判定することができる。すなわち、差分画像生成部 111 は複数フレームの差分画像における最大の差分値を取得し、判定部 103 はその最大の差分値に基づいて被投影体 2 が静止しているか否かを判定する。これにより、最大の差分値に基づいて被投影体 2 が静止しているか否かが判定されるので、より正確な被投影体 2 の動きを判定することが可能となる。

【0107】

また判定部 103 は、差分画像において差分値が閾値（第 5 の閾値）以下である領域の大きさに基づいて被投影体 2 が静止しているか否かの判定を行う。すなわち、差分画像生成部 111 は差分画像において閾値以下の領域を算出し、その領域の大きさが一定の大きさよりも大きい場合には被投影体 2 は静止していると判定部 103 は判定する。また、差分画像生成部 111 は複数フレームの差分画像において閾値（第 6 の閾値）以下の領域を算出し、その領域の大きさが一定の大きさよりも大きい場合には被投影体 2 は静止していると判定部 103 は判定してもよい。

20

【0108】

また差分値取得部 101 は、差分画像に関連する様々な値を判定部 103 が被投影体 2 の動き判定する値（以下評価値という）として取得又は算出することができる。例えば差分画像生成部 111 は、距離画像 S と距離画像 T との間で差分値が 0 でない画素の数を評価値としてもよい。また差分画像生成部 111 は、差分画像の差分値の分散値又は標準偏差を評価値としてもよい。

30

【0109】

以上で本発明の例に関して説明してきたが、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

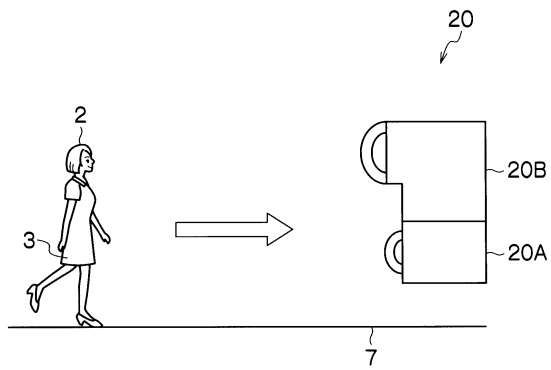
【符号の説明】

【0110】

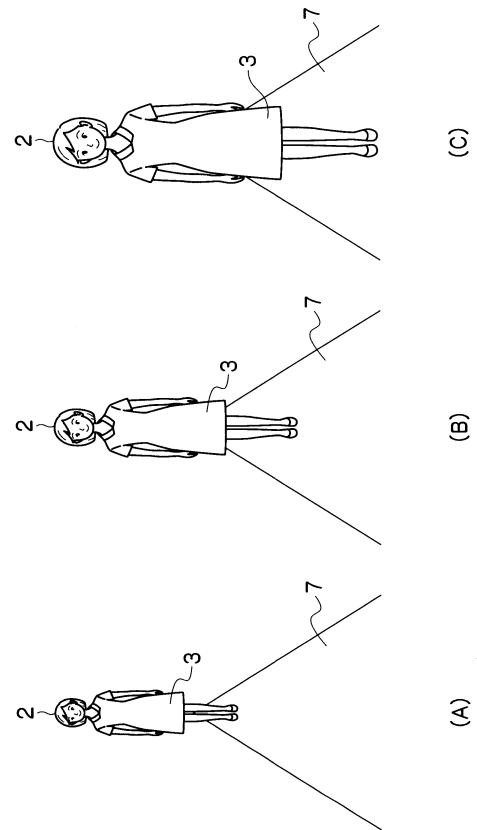
2 ... 被投影体、7 ... ステージ、20 ... 距離画像取得装置付きプロジェクタ装置、20A ... 距離画像取得部、20B ... プロジェクタ部、26 ... 制御部、27 ... メモリ、28 ... 投影画像生成部、29 ... 入力 I/F、31 ... タイミングジェネレータ、32 ... 測定用光源、33 ... 光源ドライバ、35 ... 投影レンズ、36 ... 結像レンズ、37 ... レンズドライバ、38 ... 距離画像センサ、39 ... AD 変換器、39 ... 変換器、40 ... インターフェース回路、40 ... 回路、42 ... 表示用光学素子、43 ... 素子ドライバ、44 ... 投影光源、45 ... 光源ドライバ、46 ... 投影レンズ、47 ... レンズドライバ、49 ... データバス、101 ... 差分値取得部、103 ... 判定部、105 ... 投影指示部、107 ... 投影制御部、109 ... 投影停止指示部、111 ... 差分画像生成部、113 ... 距離画像生成部

40

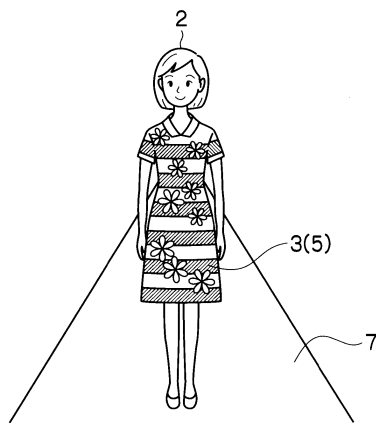
【図 1】



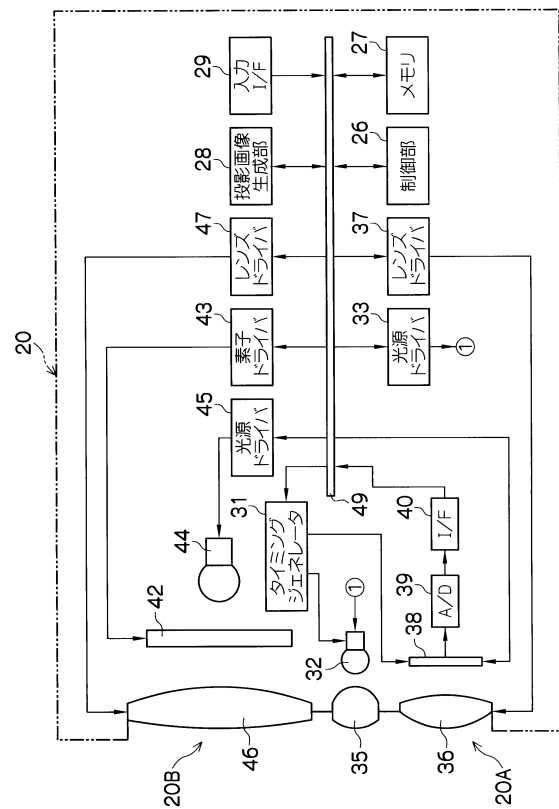
【図 2】



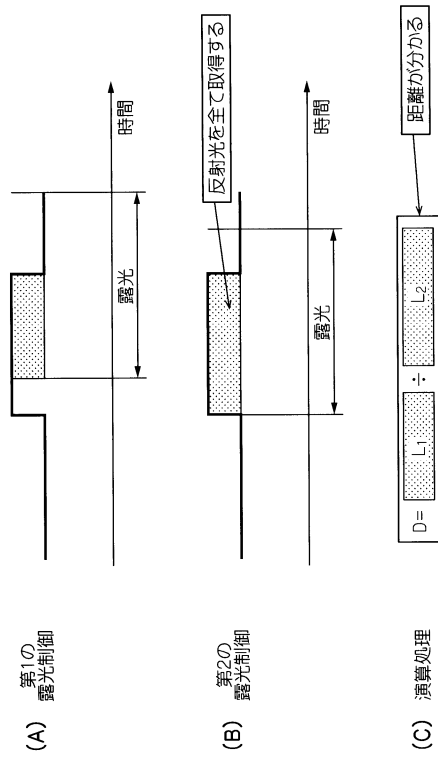
【図 3】



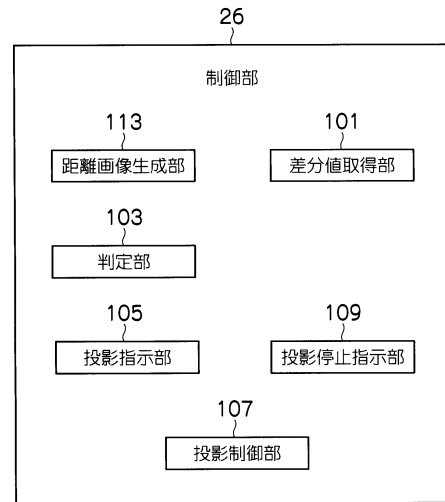
【図 4】



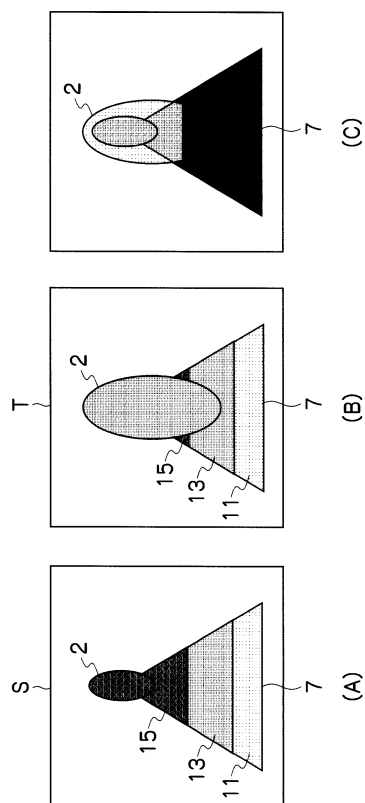
【図 5】



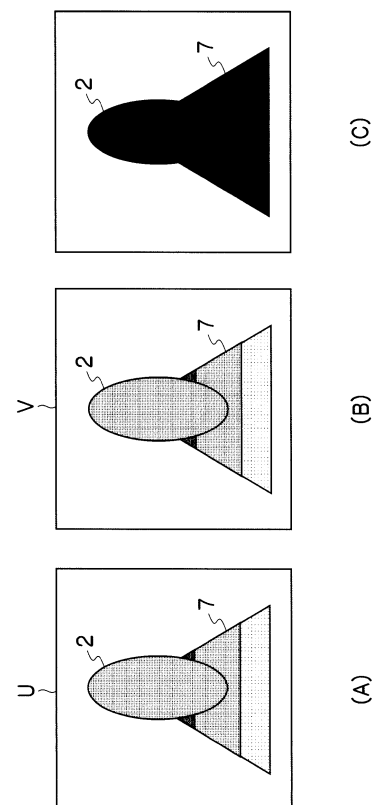
【図 6】



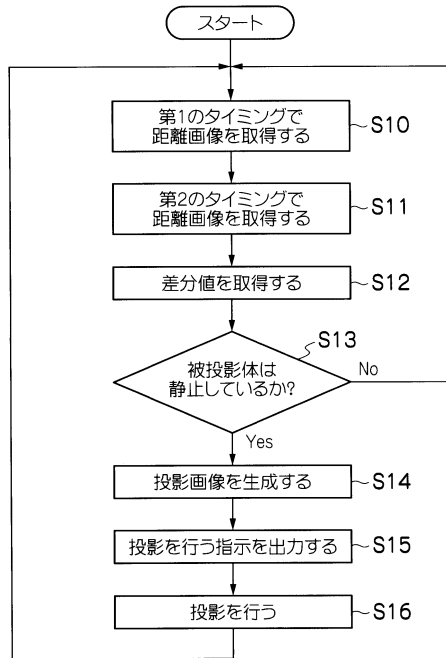
【図 7】



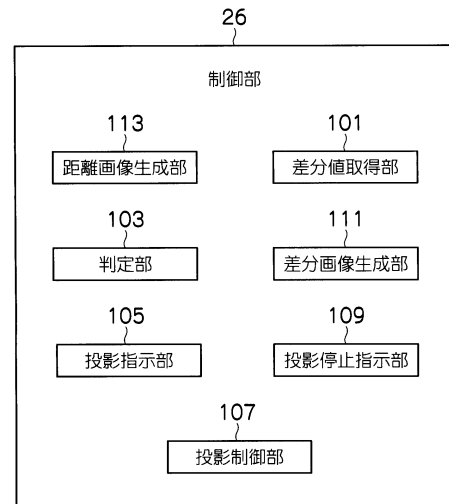
【図 8】



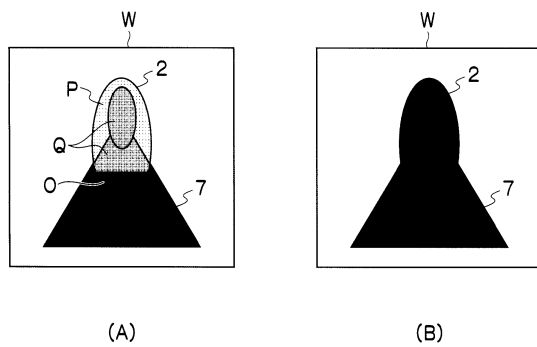
【図 9】



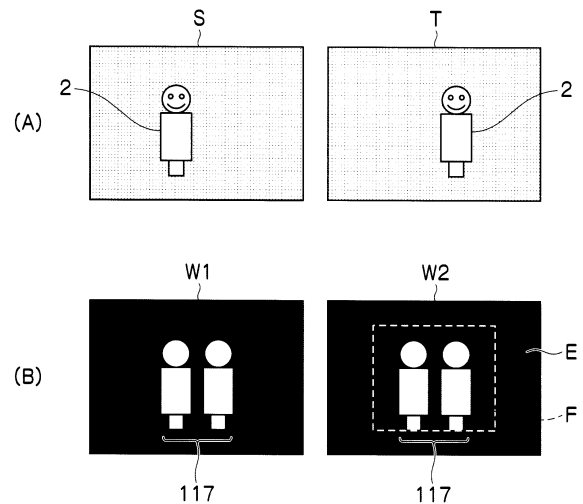
【図 10】



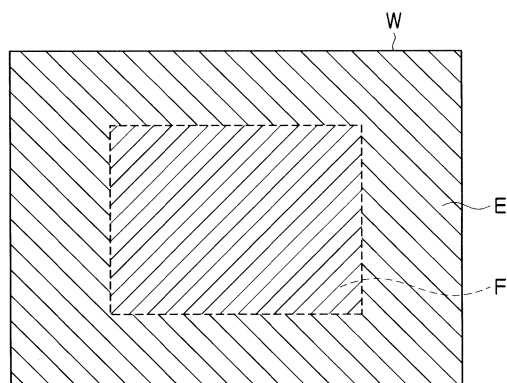
【図 11】



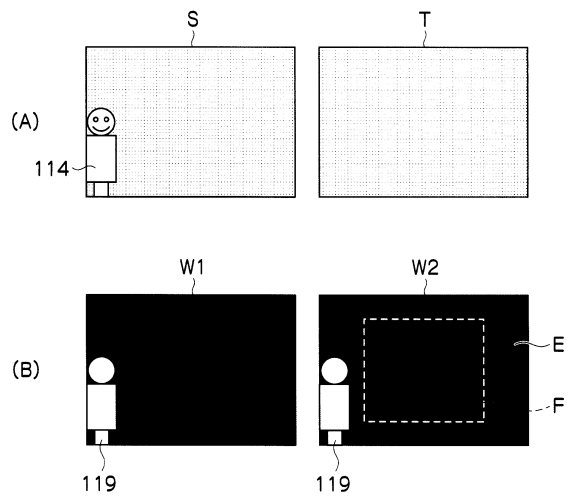
【図 13】



【図 12】



【図 14】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 4 N 5/74 Z
 H 0 4 N 5/225 6 0 0

(72)発明者 増田 智紀
 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内
 (72)発明者 古田 善工
 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内

審査官 中村 直行

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 3 8 5 9 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 4 / 0 3 4 1 8 8 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 4 - 0 4 1 2 2 5 (J P , A)
 特表 2 0 1 5 - 5 1 8 5 8 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 3 - 2 5 5 2 1 9 (J P , A)
 特開平 0 7 - 1 1 2 6 6 3 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 6 8 6 4 1 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 6 3 8 0 7 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 9 G 3 / 0 0 - 5 / 4 2
 G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 6 4
 H 0 4 N 5 / 2 2 5
 H 0 4 N 5 / 7 4