

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6713622号
(P6713622)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月8日(2020.6.8)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 B 11/25 (2006.01) GO 1 B 11/25 H
GO 6 T 1/00 (2006.01) GO 6 T 1/00 3 1 5

請求項の数 8 (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2016-42327 (P2016-42327) | (73) 特許権者 | 504454060 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ |
| (22) 出願日 | 平成28年3月4日(2016.3.4) | | |
| (65) 公開番号 | 特開2017-156311 (P2017-156311A) | | |
| (43) 公開日 | 平成29年9月7日(2017.9.7) | | |
| 審査請求日 | 平成31年2月7日(2019.2.7) | (74) 代理人 | 100095407 弁理士 木村 満 |
| | | (74) 代理人 | 100169753 弁理士 竹内 幸子 |
| | | (74) 代理人 | 100132883 弁理士 森川 泰司 |
| | | (72) 発明者 | 高橋 裕信 茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元計測装置、3次元計測システム、3次元計測方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続され、

撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのまのRAWデータを取得するRAWデータ取得部と、

前記RAWデータにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部と、

前記カラー処理を行う前の前記RAWデータから、前記複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の3次元座標を計算する3次元計算部と、

前記カラー処理部が生成した前記カラーの情報と、前記3次元計算部が計算した前記3次元座標と、に基づいて、カラー3次元画像を生成するカラー3次元画像生成部と、を備える、

3次元計測装置。

【請求項2】

前記カラーカメラは、単板カラーカメラから構成され、前記RAWデータは前記単板カラーカメラの各画素から出力される前記RAWデータである、

請求項1に記載の3次元計測装置。

【請求項3】

前記カラー処理部は、前記RAWデータからベイヤ変換又はデモザイキングを含む前記

カラー処理を行って得た前記カラーの情報を生成する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の 3 次元計測装置。

【請求項 4】

前記プロジェクタは、空間コード符号化法で用いる複数のパターンの光を投影する、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の 3 次元計測装置。

【請求項 5】

前記プロジェクタは、位相シフト法で用いる複数のパターンの光を投影する、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の 3 次元計測装置。

【請求項 6】

予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、
前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、
撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取
得する RAW データ取得部と、
前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部と、
前記カラー処理を行う前の前記 RAW データから、前記複数のパターンにより特定され
る対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の 3 次元座
標を計算する 3 次元計算部と、
前記カラー処理部が生成した前記カラーの情報と、前記 3 次元計算部が計算した前記 3
次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生成部と、
を備える 3 次元計測システム。

10

【請求項 7】

予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの
光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続されたコンピュータ
が、前記カラーカメラが撮影して得たデータに基づいて 3 次元計測する 3 次元計測方法で
あって、
撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取
得する RAW データ取得ステップと、
前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理ステップと、
前記カラー処理を行う前の前記 RAW データから、前記複数のパターンにより特定され
る対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の 3 次元座
標を計算する 3 次元計算ステップと、
前記カラー処理ステップで生成した前記カラーの情報と、前記 3 次元計算ステップで計
算した前記 3 次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生
成ステップと、
を有する 3 次元計測方法。

20

30

【請求項 8】

予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの
光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続されたコンピュータ
を、
撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取
得する RAW データ取得部、
前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部、
前記カラー処理を行う前の前記 RAW データから、前記複数のパターンにより特定され
る対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の 3 次元座
標を計算する 3 次元計算部、
前記カラー処理部が生成した前記カラーの情報と、前記 3 次元計算部が計算した前記 3
次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生成部、
として機能させるためのプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、対象物の3次元形状を計測する3次元計測装置、3次元計測システム、3次元計測方法及びプログラムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

対象物の3次元形状を計測する方法として、プロジェクタで予め設定したパターン光を対象物に投影し、その反射光をカメラで撮影して、その撮影画像に基づいて3次元計測データを取得する方法が知られている。

【 0 0 0 3 】

例えば、輝度値の明暗2色からなる縞パターンを、縞の幅を次第に細くして順次投影して撮影する空間コード符号化法と、輝度値の明暗で正弦波を表した縞パターンの位相をずらして順次投影して撮影する位相シフト法などがある（例えば、特許文献1）。

【 0 0 0 4 】

特許文献1に記載の3次元形状計測装置は、撮像装置の左右に配置した2つの投影装置がそれぞれ縞状のパターン光を対象物に投影し、対象物に投影されたパターンを撮像装置で撮像することにより、位相シフト法で対象物の3次元形状を計測する。投影装置ごとの計測結果の3次元点群データからそれぞれ基準平面を規定する。そして、基準平面の法線ベクトルを用いて回転補正を行い、回転補正後の基準平面を平行移動させ重ね合わせて3次元形状の計測結果を合成する。これにより、投影方向を変えて計測した3次元形状の計測結果の合成処理において処理負荷を軽減することができる」と説明している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 7 5 3 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 6 】

特許文献1に記載の3次元計測等に用いる撮像装置が単板カラーカメラである場合、各画素から出力されるRAWデータ（未処理データ）に対して、ベイヤ変換、デモザイキング等のカラー処理を施し、カラー画像を生成する。そして、そのカラー画像に基づいて3次元計測データを取得する。

【 0 0 0 7 】

このような場合、カラー画像を生成するまでのカラー処理の過程で画素間の補完処理を行うため、画素精度の劣化が生じ、3次元計測の精度も低下するという問題があった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、対象物を撮影するカメラの種類によらず、精度の高い3次元計測をすることのできる3次元計測装置等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 】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る3次元計測装置は、
 予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続され、
 撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままのRAWデータを取得するRAWデータ取得部と、
前記RAWデータにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部と、
前記カラー処理を行う前の前記RAWデータから、前記複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の3次元座標を計算する3次元計算部と、
前記カラー処理部が生成した前記カラーの情報と、前記3次元計算部が計算した前記3

次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生成部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

前記カラーカメラは、単板カラーカメラから構成され、前記 RAW データは前記単板カラーカメラの各画素から出力される前記 RAW データであってもよい。

【 0 0 1 1 】

前記カラー処理部は、前記 RAW データからベイヤ変換又はデモザイキングを含む前記カラー処理を行って得た前記カラーの情報を生成してもよい。

【 0 0 1 2 】

前記プロジェクタは、空間コード符号化法で用いる複数のパターンの光を投影してもよい。 10

【 0 0 1 3 】

前記プロジェクタは、位相シフト法で用いる複数のパターンの光を投影してもよい。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の第 2 の観点に係る 3 次元計測システムは、
 予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、
 前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、
 撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取得する RAW データ取得部と、

前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部と、 20

前記カラー処理を行う前の前記 RAW データから、前記複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の 3 次元座標を計算する 3 次元計算部と、

前記カラー処理部が生成したカラーの情報と、前記 3 次元計算部が計算した 3 次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生成部と、
 を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の第 3 の観点に係る 3 次元計測方法は、
 予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続されたコンピュータが、前記カラーカメラが撮影して得たデータに基づいて 3 次元計測する 3 次元計測方法であって、 30

撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取得する RAW データ取得ステップと、

前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理ステップと、

前記カラー処理を行う前の前記 RAW データから、前記複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の 3 次元座標を計算する 3 次元計算ステップと、

前記カラー処理ステップで生成した前記カラーの情報と、前記 3 次元計算ステップで計算した前記 3 次元座標と、に基づいて、カラー 3 次元画像を生成するカラー 3 次元画像生成ステップと、 40

を有することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の第 4 の観点に係るプログラムは、
 予め定めた複数のパターンの光を順次投影するプロジェクタと、前記複数のパターンの光が投影された対象物を撮影するカラーカメラと、に通信可能に接続されたコンピュータを、

撮影時に前記カラーカメラの各画素から出力されるデータそのままの RAW データを取得する RAW データ取得部、

前記 RAW データにカラー処理を行いカラーの情報を生成するカラー処理部、 50

前記カラー処理を行う前の前記RAWデータから、前記複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を検出し、検出した画素の位置に基づき前記対象物の3次元座標を計算する3次元計算部、

前記カラー処理部が生成した前記カラーの情報と、前記3次元計算部が計算した前記3次元座標と、に基づいて、カラー3次元画像を生成するカラー3次元画像生成部、

として機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、対象物を撮影するカメラの種類によらず、精度の高い3次元計測をすることが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施の形態に係る3次元計測システムの計測時の構成を示す図である。

【図2】実施の形態に係る3次元計測システムのブロック図である。

【図3】実施の形態に係る3次元計測処理装置の機能ブロック図である。

【図4】(a)空間コード符号化法で用いる投影パターンを示した図である。(b)位相シフト法で用いる投影パターンを示した図である。

【図5】実施の形態に係る3次元計測処理を示すフロー図である。

【図6】従来方法に係る3次元計測処理を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0019】

(実施の形態)

本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

本実施の形態に係る3次元計測システム1は、図1に示すように、3次元計測処理装置100と、予め定めた複数のパターン光を対象物500に一定時間毎に順次投影するプロジェクタ200と、パターン光が投影された対象物500を撮影するカラーカメラ300と、から構成される。カラーカメラ300は、単板タイプのカラーカメラである。

【0021】

3次元計測処理装置100は、3次元計測処理を実行するプログラムがインストールされたサーバ、パソコン、タブレット型端末等の任意の情報処理装置から構成される。

30

【0022】

3次元計測処理装置100は、プロジェクタ200から複数のパターン光を対象物500に投影させ、それぞれのパターン光の投影時の画像データをカラーカメラ300から取得し、その画像データに基づいて、対象物500の表面の3次元データを取得する情報処理装置である。図2に示すように、3次元計測処理装置100は、制御部110と、記憶部120と、入力部130と、表示部140と、通信部150と、バス160と、を備える。

【0023】

制御部110は、ROM(Read Only Memory)と、RAM(Random Access Memory)と、CPU(Central Processing Unit)と、を備える。ROMは、各種初期設定、ハードウェアの検査、プログラムのロード等を行うための初期プログラム等を記憶する。RAMは、CPUが実行する各種ソフトウェアプログラム、これらのソフトウェアプログラムの実行に必要なデータ等を一時的に記憶するワークエリアとして機能する。CPUは、様々な処理及び演算を実行する中央演算処理部である。

40

【0024】

記憶部120は、例えばハードディスクドライブ又はフラッシュメモリ等のような不揮発性メモリから構成される。記憶部120は、プロジェクタ200に出力するパターン光の情報、カラーカメラ300から取得した画像データ、当該画像データから計算した3次元データ、及び、本実施の形態に係る3次元計測処理プログラム等の各種プログラムを記

50

憶する。

【 0 0 2 5 】

入力部 1 3 0 は、画面上の位置を指定するポインティングデバイス、及び、文字及び数字を入力する文字入力デバイスからなり、入力部 1 3 0 に対するユーザの操作に基づく操作信号を制御部 1 1 0 に出力する。

【 0 0 2 6 】

表示部 1 4 0 は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機 E L (Electro Luminescence) ディスプレイ等のような表示デバイスを備える。表示部 1 4 0 は、制御部 1 1 0 から画像信号等を取得して表示デバイスの画面に画像を出力する。

【 0 0 2 7 】

通信部 1 5 0 は、任意の通信方式で外部機器とデータ信号を送受信する。通信方式は、有線と無線のいずれの方式でもよい。通信部 1 5 0 は、プロジェクタ 2 0 0 及びカラーカメラ 3 0 0 とデータの送受信を行う。

【 0 0 2 8 】

バス 1 6 0 は、制御部 1 1 0 と、記憶部 1 2 0 と、入力部 1 3 0 と、表示部 1 4 0 と、通信部 1 5 0 と、を相互に接続する。

【 0 0 2 9 】

3次元計測処理装置 1 0 0 の制御部 1 1 0 は、記憶部 1 2 0 に記憶している3次元計測処理プログラムを実行することにより、図 3 に示すように、パターン光出力制御部 1 1 1、RAWデータ取得部 1 1 2、3次元計算部 1 1 3、カラー処理部 1 1 4、カラー3次元画像生成部 1 1 5 として機能する。

【 0 0 3 0 】

パターン光出力制御部 1 1 1 は、通信部 1 5 0 を介してプロジェクタ 2 0 0 に対し、パターン光の情報を出力すると共にそのパターン光を所定のタイミングで出力する指示信号を出力する。パターン光出力制御部 1 1 1 は、一定時間毎に予め定めた複数のパターン光を順次出力するように制御する。

【 0 0 3 1 】

パターン光出力制御部 1 1 1 が出力するパターン光の情報は、任意の3次元計測方法に基づくパターンに係るものである。例えば、空間コード符号化法に基づく3次元計測の場合には、そのパターンは、図 4 (a) に示すような、輝度値の明暗2色からなる一方向の縞パターンである。例えば、白色光の明暗2色からなる白黒の縞パターンである。パターン光出力制御部 1 1 1 は、この一方向の縞パターンを、一定時間毎に縞の幅を半分にしていくパターン光を順次出力するように制御する。

【 0 0 3 2 】

他の例の位相シフト法に基づく3次元計測の場合には、そのパターンは、図 4 (b) に示すような、輝度値の明暗で正弦波を表した縞パターンである。パターン光出力制御部 1 1 1 は、正弦波の位相を $\pi/2$ ずつずらしたパターン光を順次出力するように制御する。更に他の例として、正弦波の位相をずらしていく縞パターンを更に正弦波の周期を変えて縞の幅を変えたものであっても良い。

【 0 0 3 3 】

RAWデータ取得部 1 1 2 は、パターン光出力制御部 1 1 1 がプロジェクタ 2 0 0 に対してパターン光を出力するように制御信号を出力してから一定時間経過後、当該パターン光が投影されている状態の対象物 5 0 0 を撮影するようにカラーカメラ 3 0 0 に対して制御信号を出力する。その後、カラーカメラ 3 0 0 の各画素から出力されるRAWデータを取得する。

【 0 0 3 4 】

ここでRAWデータは、ベイヤ変換やデモザイキング等のカラー化の処理を施す前の未処理のデータであり、各画素で計測する光量をそのまま示したデータである。

【 0 0 3 5 】

3次元計算部 1 1 3 は、RAWデータ取得部 1 1 2 が取得したRAWデータに基づいて

10

20

30

40

50

、対象物500の表面の3次元座標を計算し、3次元データを生成する。具体的には、プロジェクタが投影する複数のパターンで特定される対象物500上の点が、どの画素で検出されているかを探索する。画素の探索時には、RAWデータから得られる画素の値に基づいて、当該点に対応する画素を特定して検出する。そして、検出された画素の位置、及び、予め取得しておいたプロジェクタ200とカラーカメラ300の位置及び姿勢情報に基づいて、三角測量法の原理を用いて、3次元座標を計算する。

【0036】

カラー処理部114は、RAWデータをベイヤ変換やデモザイキング等のカラー化の処理を行い、カラー画像データに変換する。単板タイプのカラーカメラ300は色の情報を得るために各画素の光入力面に各色の波長フィルタを備えている。これにより画素によって特定の色のみの光量を計測する。こうして得られたRAWデータの各画素の値を、波長フィルタの配置パターンであるベイヤパターンに対応づけたベイヤデータに変換する。そして、隣り合う他の色の画素の値も用いて色の補間処理(デモザイキング)を行い、各画素のカラー情報を決定し、カラー画像を生成する。

【0037】

ここで、従来の3次元計測方法は、カラーカメラ300のカラー処理後のカラー画像データを用いて3次元計測を行っていた。前述のように、カラー処理において、隣り合う他の色の画素の値も用いて色の補間処理を行うために、画像がぼやけ、画素位置の検出精度が低下する。

【0038】

本実施の形態の3次元計測処理装置100は、RAWデータ取得部112が取得したRAWデータに基づいて、3次元計算部113が対象物の3次元座標を計算するため、1画素の大きさに対応した精度で3次元座標を正確に取得することができる。

【0039】

カラー3次元画像生成部115は、3次元計算部113が計算した3次元座標に、カラー処理部114が生成したカラー画像の色を付したカラー3次元画像を生成する。生成したカラー3次元画像は、記憶部120に記憶し、表示部140に表示させる。

【0040】

以上のように構成された3次元計測処理装置100の制御部110が実行する3次元計測処理について、図5のフロー図に沿って説明する。ここでは、空間コード符号化法を用いた場合について説明する。

【0041】

まず、パターン光出力制御部111が、プロジェクタ200に対して、予め定めたパターン光を出力するように制御信号を出力する(ステップS11)。ステップS11で制御信号を出力して一定時間経過後のパターン光が出力されている時に、RAWデータ取得部112は、カラーカメラ300に対してパターン光が投影された状態の対象物500を撮影させ(ステップS12)、カラーカメラ300が出力するRAWデータを取得する(ステップS13)。

【0042】

ステップS11～S13処理を全パターン光について実行する。そして、3次元計算部113は、RAWデータ取得部112が取得したRAWデータに基づいて、対象物の表面の3次元座標を計算する(ステップS14)。その一方で、カラー処理部114がRAWデータに対して、ベイヤ変換又はデモザイキング等のカラー処理を施し(ステップS15)、カラー画像を生成する。

【0043】

ステップS14で計算した3次元座標にステップS15でカラー処理して生成したカラー画像の色を付して、カラー3次元画像を生成し(ステップS16)、表示部140に表示して終了する。

【0044】

このようにすることで、複数のパターンで特定される対象物500上の点に対する画素

10

20

30

40

50

の位置を精度良く検出できるため、精度の高い3次元計測が可能となる。

【0045】

比較のために、従来の3次元計算処理のフローを図6に示す。RAWデータを取得するまでの処理は本実施の形態の3次元計測処理と同じである(ステップS11~S13)。

【0046】

ステップS11~S13処理を全パターン光について実行した後、カラー処理部114がRAWデータに対して、ベイヤ変換又はデモザイキング等のカラー処理を施し(ステップS24)、カラー画像を生成する。

【0047】

ステップS24で生成したカラー画像に基づいて、3次元計算部113が3次元座標を計算する(ステップS25)。そして、計算した3次元座標にステップS24でカラー処理して生成したカラー画像の色を付して、カラー3次元画像を生成し(ステップS26)、表示部140に表示して終了する。

【0048】

プロジェクタ200を用いて3次元計測を行う場合、3次元の計測精度は、「画素サイズ」×「対象物500までの距離」/「基線長」に比例する。ここで、基線長とは、カラーカメラ300とプロジェクタ200との中心間距離である。よって、基線長の長さに対して対象物500までの距離が長い場合には、実質的な画素サイズが大きくなるカラー処理によって画素位置の検出精度が低下して、3次元座標のずれが大きくなる。

【0049】

本実施の形態に係る3次元計測処理システム1によれば、RAWデータに基づいて、3次元座標の計算を行うため、カラーカメラ300の画素サイズにより得られる最大限の精度で3次元計測をすることができる。

【0050】

以上説明したように、本実施の形態においては、プロジェクタ200により複数のパターン光が順次投影された対象物500を単板タイプのカラーカメラ300で撮影し、RAWデータ取得部112がカラーカメラ300からRAWデータを取得する。3次元計算部113はRAWデータから、パターン光で特定された対象物上の点に対応する画素を検出し、その画素の位置に基づいて3次元座標を計算する。そして、カラー処置部114がRAWデータに基づいて生成したカラー情報を、3次元計算部113が計算した3次元座標に適用することにより、カラー3次元画像を生成することとした。これにより、単板カラーカメラを使用した場合であっても、精度の高い3次元計測データを取得することができる。

【0051】

このように本発明は、プロジェクタで予め定めた複数のパターンの光を順次投影し、複数のパターンの光が投影された対象物をカメラで撮影し、撮影時にカメラの各画素から出力されるデータそのままの未処理データを取得する。そして、複数のパターンにより特定される対象物上の点を示す画素を未処理データから検出し、検出した画素の位置に基づき対象物の3次元座標を計算することとした。これにより、対象物を撮影するカメラの種類によらず、精度の高い3次元計測をすることが可能となる。

【0052】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲での種々の変更は勿論可能である。

【0053】

例えば、3次元計測処理装置100は、カラーカメラ300から出力されるRAWデータに基づいて3次元計測を行うとしたが、対象物500に不可視光や偏光等のパターンを投影して、カラーカメラ300に代えて、不可視光、偏光を撮影可能なカメラで対象物500を撮影した未処理データを使用して3次元計測を行うようにしてもよい。

【0054】

また、実際の計測の前に予め3次元形状の詳細を把握している対象物500を用いてキ

ャリブレーションをして3次元計測をするようにしてもよい。例えば、キャリブレーション用の対象物500について、3次元計測処理装置100で3次元計測を行って得られたカラー3次元画像と、予め把握している3次元形状とを比較し、両者のずれを校正値として記憶しておき、3次元計算する際に、その校正値により3次元座標を校正した計測結果を出力するようにしてもよい。

【0055】

また、プロジェクタ200から投影するパターン光は、空間コード符号化法に基づく一方向の白黒の縞パターン又は位相シフト法に基づく位相をずらした正弦波パターンであるとしたが、他の任意のパターン光でもよい。例えば、空間コード符号化法と位相シフト法を併用したパターンでもよい。また、白黒の縞パターン又は正弦波パターンの、縦方向、横方向の2方向のパターン光を投影してもよい。

【0056】

また、3次元計測システム1がカラーカメラ300を一台備えた構成であるとしたが、2台以上のカラーカメラ300を備えてもよい。2台以上のカラーカメラ300で互いに異なる方向から撮影して取得したRAWデータに基づいて、3次元計測を行ってもよい。これにより、一つのカメラでは死角になる部分を含み全体の3次元計測が困難であった場合にも、対象物500の全体の形状を正確に把握することができる。

【0057】

2台以上のカラーカメラ300を使用する場合、各カラーカメラ300のRAWデータを互いに対応づけて、3次元計測を行ってもよい。これにより、各カラーカメラ300の位置・姿勢情報を求めるだけでよく、事前にプロジェクタ200の位置・姿勢情報を求めておく必要がなくなる。また、プロジェクタ200の位置・姿勢は変更可能で自由度が高まる。さらに、求めた3次元計測結果から、プロジェクタ200の位置・姿勢を求めることも可能であり、プロジェクタ200と各カラーカメラ300の対応による3次元計測も可能になる。

【0058】

また、制御部110が実行した処理のプログラムを、既存のコンピュータ等の情報端末で実行させることにより、当該情報端末を本発明に係る3次元計測処理装置100として機能させることも可能である。

【0059】

このようなプログラムの配布方法は任意であり、例えば、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)、MO (Magneto Optical Disc)、メモ리카ード等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布してもよいし、インターネット等の通信ネットワークを介して配布してもよい。

【符号の説明】

【0060】

- 1 3次元計測システム
- 100 3次元計測処理装置
- 110 制御部
- 111 パターン光出力制御部
- 112 RAWデータ取得部
- 113 3次元計算部
- 114 カラー処理部
- 115 カラー3次元画像生成部
- 120 記憶部
- 130 入力部
- 140 表示部
- 150 通信部
- 200 プロジェクタ
- 300 カラーカメラ

10

20

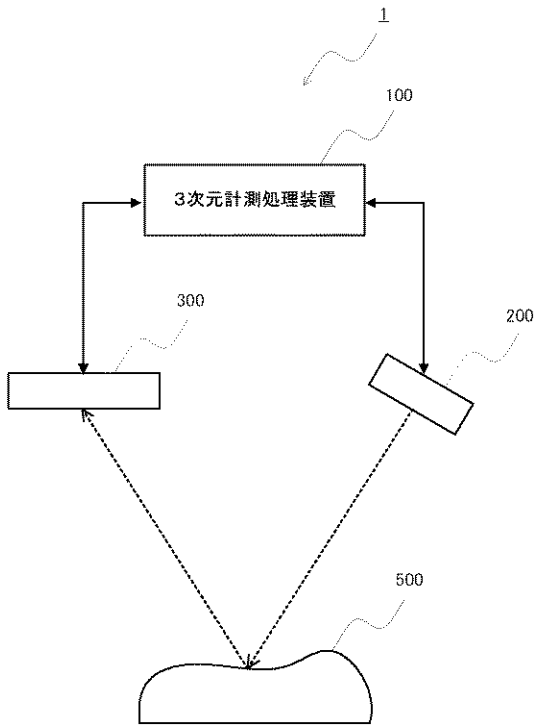
30

40

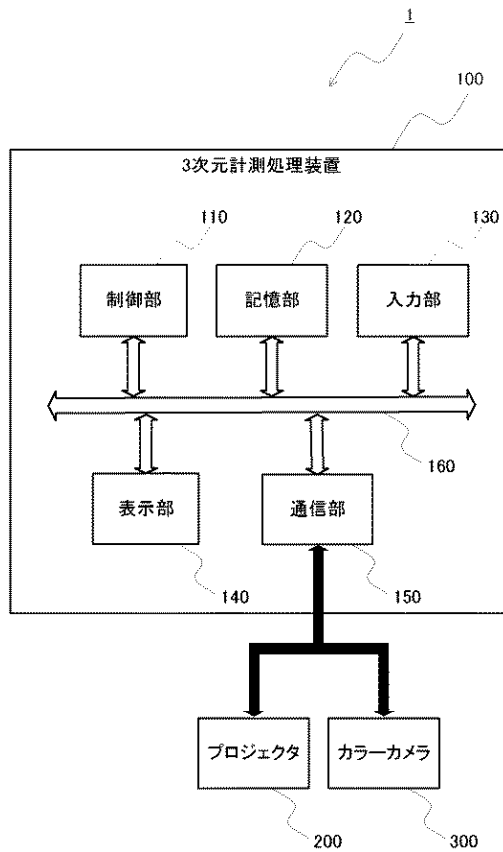
50

5 0 0 対象物

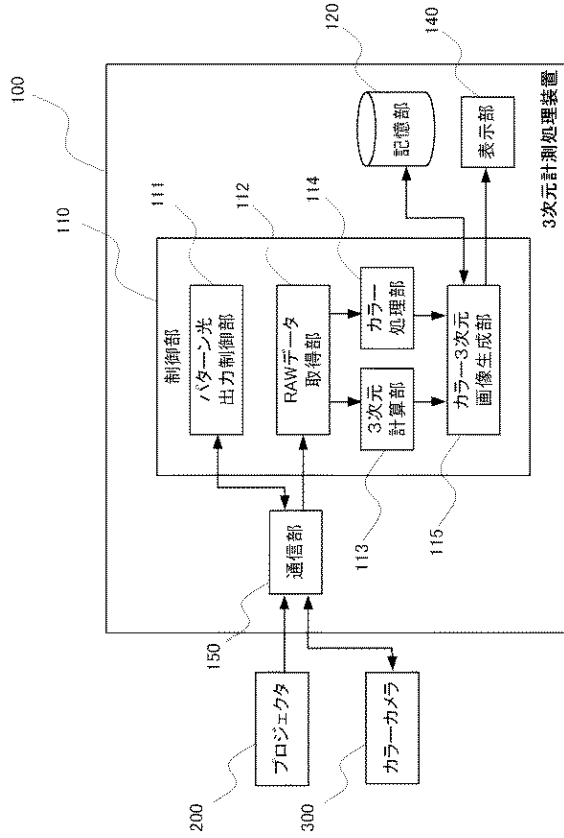
【図 1】



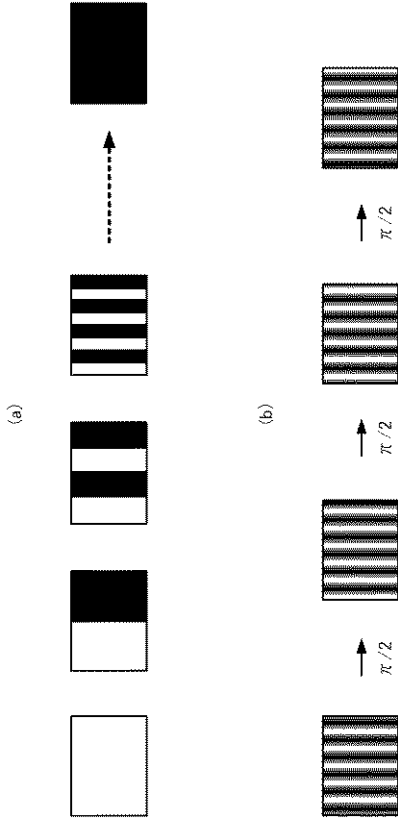
【図 2】



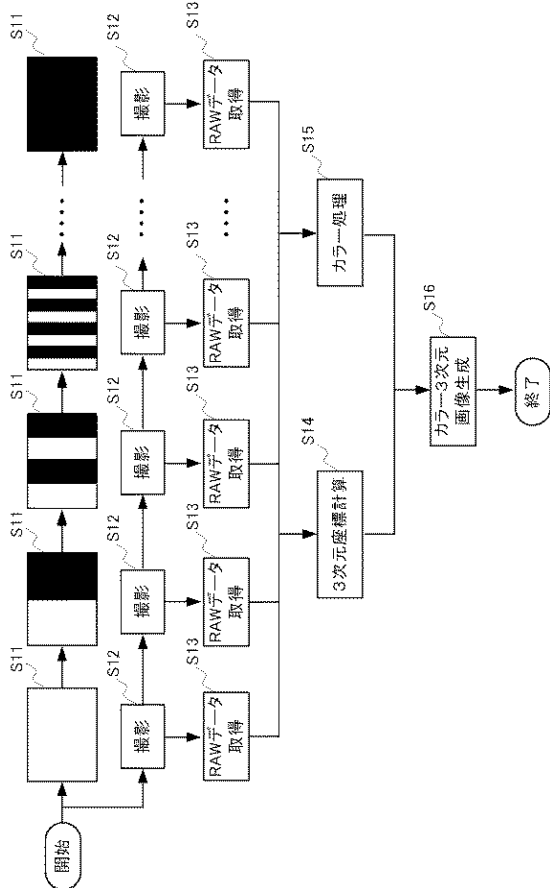
【図3】



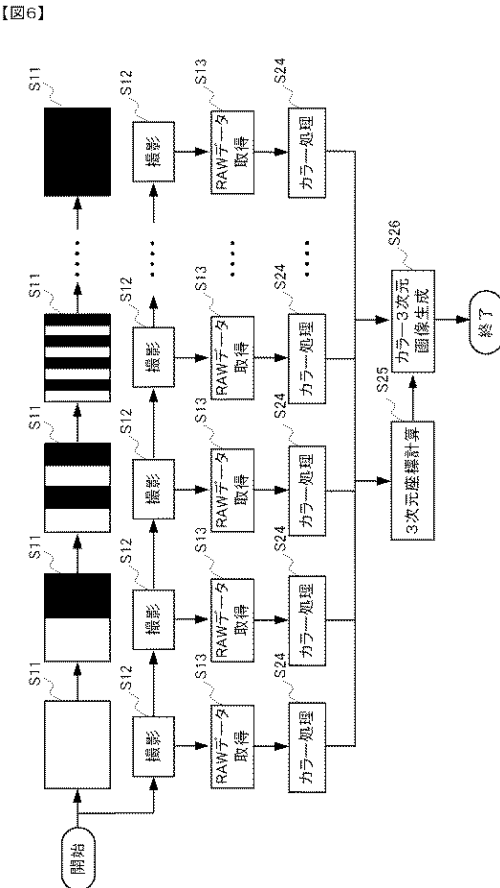
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤村 恒太

茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ内

審査官 九鬼 一慶

(56)参考文献 特開2012-248183(JP, A)

国際公開第2013/042440(WO, A1)

米国特許出願公開第2015/0124086(US, A1)

特開2011-137697(JP, A)

特開2011-075336(JP, A)

特開2004-222076(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/25

G06T 1/00