

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年5月14日(14.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/068470 A1

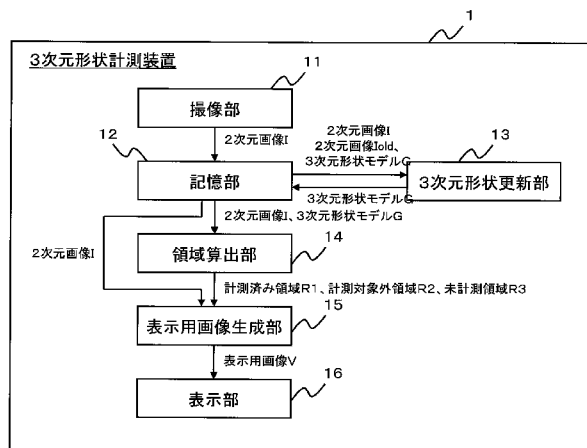
- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) **G06T 1/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074424
- (22) 国際出願日: 2014年9月16日(16.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-230321 2013年11月6日(06.11.2013) JP
- (71) 出願人: 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 運天 弘樹(UNTE Hiroki); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 石井 達也(ISHII Tatsuya); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 鈴木 史朗, 外(SUZUKI Shirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: 3D-SHAPE MEASUREMENT DEVICE, 3D-SHAPE MEASUREMENT METHOD, AND 3D-SHAPE MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 3次元形状計測装置、3次元形状計測方法及び3次元形状計測プログラム



- 1 3D-shape measurement device
11 Imaging unit
12 Storage unit
13 3D-shape updating unit
14 Region computation unit
15 Display-image generation unit
16 Display unit
I, Iold 2D images
G 3D-shape model
R1 Measured regions
R2 Regions not being measured
R3 Regions not yet measured
V Display image

(57) Abstract: This 3D-shape measurement device is provided with the following: an imaging unit that sequentially outputs given captured 2D images; a storage unit that stores the 2D images outputted by the imaging unit; a 3D-shape-model generation unit that generates a 3D-shape model on the basis of the 2D images stored in the storage unit and stores the generated 3D-shape model in the storage unit; a region computation unit that, from the 2D images and the 3D-shape model stored in the storage unit, computes measured regions within the 2D images; and a display-image generation unit that generates a display image from the 2D images on the basis of the aforementioned measured regions.

(57) 要約: 本発明の3次元形状計測装置は、撮像した所定の2次元画像を逐次出力する撮像部と、前記撮像部が出力した前記2次元画像を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶される前記2次元画像に基づいて、3次元形状モデルを生成し、生成した3次元形状モデルを前記記憶部に記憶させる3次元形状モデル生成部と、前記記憶部に記憶される前記2次元画像および前記3次元形状モデルから前記2次元画像内の計測済み領域を算出する領域算出部と、前記計測済み領域に基づいて、前記2次元画像から表示用画像を生成する表示用画像生成部とを備える。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

3次元形状計測装置、3次元形状計測方法及び3次元形状計測プログラム 技術分野

[0001] 本発明は、3次元形状計測装置、3次元形状計測方法及び3次元形状計測プログラムに関する。

本願は、2013年11月6日に日本に出願された特願2013-230321号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 撮像部を移動させながら撮像した対象物を含む複数の2次元画像に基づいて、対象物の3次元形状モデルを生成する技術の一例が非特許文献1に記載されている。この非特許文献1に記載されている3次元形状計測システムでは、次のようにして対象物の3次元形状モデルが生成される。まず、撮像部を構成するステレオカメラを移動させながら対象物全体を動画で撮像する。ここでステレオカメラとは、両眼立体視カメラとも呼ばれ、複数の異なる視点から対象物を撮像する装置である。次に、所定フレーム毎に、1組の2次元画像に基づいて各画素に対応する3次元座標値が算出される。ただし、この時点で算出された3次元座標値は、ステレオカメラの視点毎に異なる複数の3次元座標で表されている。そこで、非特許文献1に記載されている3次元形状計測システムでは、動画として撮像した複数の2次元画像に含まれている特徴点群を、複数のフレームにわたって追跡することで、ステレオカメラの視点の移動を推定している。そして、視点移動の推定結果に基づいて複数の座標系で表された3次元形状モデルが同一座標系に統合され、対象物の3次元形状モデルが生成される。

[0003] また、非特許文献2には、赤外線深度センサー（以下、撮像部と呼ぶ）を移動させながら取得した複数の深度画像（デプス画像、距離画像等とも呼ばれる）に基づいて対象物の3次元形状モデルを生成する技術の一例が記載さ

れている。ここで、深度画像とは、測定した対象物の距離情報（撮像部から対象物までの距離に関する情報）を画素単位で表した画像である。非特許文献2に記載されている3次元形状計測システムでは、赤外線深度センサーが、赤外線投射部と赤外線撮像部と信号処理部とから構成されている。赤外線投射部が対象物に対してランダムスペックルパターンを投射し、対象物から反射された反射光を赤外線撮像部で撮像する。そして、赤外線撮像部で撮像したランダムスペックルパターンの偏りや形状変化に基づいて、信号処理部が対象物の距離情報を算出して深度画像を生成する。この赤外線深度センサーの構成等については、例えば、特許文献1～3に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特表2011-527790号公報

特許文献2：日本国特表2009-511897号公報

特許文献3：日本国特表2009-530604号公報

特許文献4：日本国特開2008-328367号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：運天弘樹、増田智仁、三橋徹、安藤真、「ステレオカメラ移動撮影によるVRモデル自動生成手法の検討」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol. 12、No. 2、2007年

非特許文献2：Shahram Izadi, David Kim, Otmar Hilliges, David Molyneaux, Richard Newcombe, Pushmeet Kohli, Jamie Shotton, Steve Hodges, Dustin Freeman, Andrew Davison, and Andrew Fitzgibbon, "KinectFusion: Real-time 3D Reconstruction and Interaction Using a Moving Depth Camera," October 2011, Publisher: ACM Sympos

ium on User Interface Software and Technology, [平成25年4月15日検索]、インターネット
<URL: <http://research.microsoft.com/apps/pubs/default.aspx?id=155416>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、非特許文献1や非特許文献2に示されている3次元形状計測システムでは、撮像部を移動させながら複数の2次元画像を撮像し、撮像した複数の2次元画像に基づいて対象物の3次元形状モデル（以下、計測済み3次元形状モデル）が生成される。この計測済み3次元形状モデルは撮像とほぼ同時に表示部にて表示させることができる。

[0007] 一方で、市販カメラのような撮像部と表示部とを一体とした撮像装置では、撮像部によって撮像した2次元画像を撮像とほぼ同時に表示部に表示させることができる。したがって、単純に非特許文献1や非特許文献2に示されている3次元形状計測システムと、撮像部及び表示部を一体とした撮像装置とを組み合わせることで、撮像した対象物を含む2次元画像に加えて計測済み3次元形状モデルを撮像とほぼ同時に表示部に表示させることができる。

[0008] しかしながら、このような構成では、表示部の表示に基づき対象物の未計測箇所があることが明らかになった際に、具体的にどのように撮像部を移動させれば未計測領域を計測できるか、計測者が容易に判断できないという課題があった。

[0009] 本発明は、以上の事情を考慮してなされたものであり、3次元形状の計測時に未計測領域を容易に特定できる3次元形状計測装置、3次元形状計測方法及び3次元形状計測プログラム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

[0010] 上記の課題を解決するため、本発明の第一態様の3次元形状計測装置は、撮像した所定の2次元画像を逐次出力する撮像部と、撮像部が出力した2次元画像を記憶する記憶部と、記憶部に記憶される2次元画像に基づいて、3

次元形状モデルを生成し、生成した 3 次元形状モデルを記憶部に記憶させる 3 次元形状モデル生成部と、記憶部に記憶される 2 次元画像および 3 次元形状モデルから 2 次元画像内の計測済み領域を算出する領域算出部と、計測済み領域に基づいて、2 次元画像から表示用画像を生成する表示用画像生成部とを備える。

本発明の第一態様の 3 次元形状計測装置においては、前記領域算出部は、前記記憶部に記憶される前記 2 次元画像および前記 3 次元形状モデルから、前記 2 次元画像内の計測対象外領域、計測済み領域および未計測領域を算出し、前記表示用画像生成部は、前記計測対象外領域、前記計測済み領域および前記未計測領域に基づいて、前記 2 次元画像から表示用画像を生成することが好ましい。

本発明の第一態様の 3 次元形状計測装置においては、前記領域算出部は、前記記憶部に記憶される前記 2 次元画像および前記 3 次元モデルから前記 2 次元画像内の低精度計測済み領域および高精度計測済み領域を算出することが好ましい。

本発明の第一態様の 3 次元形状計測装置においては、前記 3 次元形状モデル生成部は、精度設定の変更を指示する精度設定変更指示部を更に備えることが好ましい。

本発明の第一態様の 3 次元形状計測装置においては、前記表示用画像生成部は、前記計測済み領域の画素値が高くかつ前記計測対象外領域の画素値が低い前記表示用画像を生成することが好ましい。

本発明の第一態様の 3 次元形状計測装置は、前記 2 次元画像内の前記未計測領域の分布に基づいて、最適な前記撮像部の移動方向を算出する最適移動方向算出部と、前記最適移動方向算出部によって算出された移動方向を案内する情報を出力する最適移動方向出力部とを更に備えることが好ましい。

[0011] また、本発明の第二態様の 3 次元形状計測方法は、2 次元画像を逐次取得し（撮像画像取得ステップ）、撮像画像取得ステップで取得された 2 次元画像を記憶部に記憶し（記憶ステップ）、記憶ステップにおいて記憶した 2 次

元画像に基づいて、３次元モデルを生成し、生成した３次元形状モデルを記憶部に記憶し（３次元形状モデル生成ステップ）、記憶部に記憶される２次元画像および３次元形状モデルから、２次元画像内の計測済み領域を算出し（領域算出ステップ）、領域算出ステップにおいて算出された計測済み領域に基づいて、２次元画像から表示用画像を生成する（表示用画像生成ステップ）。

[0012] また、本発明の第三態様の３次元形状計測プログラムは、２次元画像を撮像する撮像部から出力される２次元画像を記憶部に記憶させる記憶ステップと、記憶ステップにおいて記憶された２次元画像に基づいて、３次元モデルを生成し、生成した３次元形状モデルを記憶部に記憶させる３次元形状モデル生成ステップと、記憶部に記憶される２次元画像および３次元形状モデルから２次元画像内の計測済み領域を算出する領域算出ステップと、計測済み領域に基づいて２次元画像から表示用画像を生成する表示用画像生成ステップとをコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0013] 本発明の態様によれば、３次元形状の計測時に未計測領域を容易に特定できる３次元形状計測装置、３次元形状計測方法及び３次元形状計測プログラムを実現できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図１]本発明の実施の形態に係る３次元形状計測装置の一例を示す機能ブロック図である。

[図２]図１に示した領域算出部の一例を示す機能ブロック図である。

[図３]図１および図２に示した３次元形状計測装置が行う制御処理の一例を示すフローチャートである。

[図４]図１に示した表示用画像生成部が行う画像処理の一例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態に係る３次元形状計測装置につ

いて説明する。なお、本明細書において、対象物の３次元形状モデルとは、３次元空間内の対象物の形状をコンピュータ内部に数値化することで表現したモデルを意味し、例えば、多視点の２次元画像や各画素が距離情報を表す２次元画像に基づいて対象物の表面形状を３次元空間内の複数の点の集合（すなわち点群）によって復元する点群モデルを意味する。また、本明細書において３次元形状計測とは、複数の２次元画像を撮像することで対象物の３次元形状モデルを生成すること、および、対象物の３次元形状モデルを生成するために複数の２次元画像を撮像することを包含する概念である。

[0016] 図１は、実施の形態に係る３次元形状計測装置１の一例を示す機能ブロック図である。３次元形状計測装置１は、撮像部１１と、記憶部１２と、３次元形状モデル生成部１３（３次元形状更新部）と、領域算出部１４と、表示用画像生成部１５と、表示部１６とを備えている。

[0017] 撮像部１１は、撮像した所定の２次元画像を逐次出力する。なお、本実施形態において、２次元画像とは、２次元配列された複数の画素を有する撮像素子で撮像した各画素値に基づく画像、または、その画像を表す信号もしくはデータを意味する。この場合の画像は、モノクロ画像（グレー画像）、カラー画像、赤外線画像、距離画像等、または、複数同時の撮像によって得られた画像（ステレオ画像）である。

[0018] 記憶部１２は、撮像部１１が出力した２次元画像および計測済み３次元形状モデルを記憶する記憶装置である。

[0019] ３次元形状モデル生成部１３は、記憶部１２が記憶した２次元画像群に基づき、３次元形状モデルを更新する。ここで、２次元画像群に基づく３次元形状モデルの生成方法においては、例えば、複数の２次元画像に含まれる、撮像した対象の領域をシルエット（シルエット図形）として推定する。更に、推定された複数のシルエットが重なる領域を空間領域として算出することができる（例えば、特許文献４参照）。このような方法としては、視体積交差法等を用いることができる。

また、３次元形状モデル生成部１３は、精度設定の変更を指示する精度設

定変更指示部を更に備える。

[0020] 領域算出部 14 は、記憶部 12 に記憶される 2 次元画像および 3 次元形状モデルに基づき、2 次元画像内における計測済み領域、すなわち、3 次元形状モデルの作成済みの領域を算出する。

また、領域算出部 14 は、記憶部 12 に記憶される 2 次元画像および 3 次元形状モデルに基づき、2 次元画像内の計測対象外領域、計測済み領域および未計測領域を算出する。

また、領域算出部 14 は、2 次元画像および 3 次元モデルから 2 次元画像内の低精度計測済み領域および高精度計測済み領域を算出する。

[0021] 表示用画像生成部 15 は、領域算出部 14 が算出した計測済み領域 R1 および計測対象外領域 R2 と、記憶部 12 に記憶される 2 次元画像 I とに基づき、表示用画像 V を生成する。また、表示用画像生成部 15 は、計測済み領域 R1、計測対象外領域 R2、及び未計測領域に基づいて、前記 2 次元画像から表示用画像を生成してもよい。

この場合、例えば、表示用画像 V は、2 次元画像 I を構成する各画素のうち、計測済み領域 R1 の画素値が高くかつ計測対象外領域 R2 の画素値が低い画像として生成することができる。すなわち、正の定数 a および b を用い、2 次元画像 I 上の画素 p (u, v) の画素値 p' (u, v) に対して、表示用画像上の画素 q (u, v) の画素値 q' (u, v) を以下のように定義することができる。

[0022] [数1]

$$q' (u, v) = \begin{cases} p (u, v) + a & \text{if } p (u, v) \in R1 \\ p (u, v) - b & \text{if } p (u, v) \in R2 \\ p (u, v) & \text{else} \end{cases}$$

[0023] 表示部 16 は、液晶表示装置や有機 EL 等の表示装置であり、表示用画像生成部 15 が生成した表示用画像を表示する。

[0024] また、3 次元形状計測装置 1 は、前記 2 次元画像内の前記未計測領域の分

布に基づいて、最適な前記撮像部の移動方向を算出する最適移動方向算出部と、前記最適移動方向算出部によって算出された移動方向を案内する情報を出力する最適移動方向出力部とを更に備えてもよい。

次に、図2を参照して、図1を参照して説明した領域算出部14の構成例について説明する。

[0025] 図2は、図1に示した領域算出部の一例を示す機能ブロック図である。図2に示した領域算出部14は、計測済み領域算出部21と、計測対象外領域算出部22と、未計測領域算出部23とを備えている。計測済み領域算出部21は、記憶部12に記憶される2次元画像群及び3次元形状モデルに基づいて、撮像対象を含む2次元画像において、3次元形状モデルの作成済み領域である計測済み領域R1を算出する。計測対象外領域算出部22は、記憶部12に記憶される2次元画像群及び3次元形状モデルに基づいて、撮像対象を含む2次元画像において、3次元形状モデルの作成対象外の領域である計測対象外領域R2を算出する。未計測領域算出部23は、算出された計測済み領域R1と計測対象外領域R2とに基づいて、撮像した対象を含む2次元画像の未計測領域R3を算出する。

[0026] また、計測済み領域算出部21は、記憶部12に記憶される3次元形状計測装置1の移動の推定結果を用いて計測済み領域R1を算出することができる。この場合、記憶部12が記憶した3次元形状モデルGを、撮像した対象を含む2次元画像Iの撮像時の視点から2次元画像として表した場合に、算出することができた画素の集合が計測済み領域R1に相当する。これによって、計測済み領域R1を算出することができる。すなわち、例えば、上記3次元形状モデルGを絶対座標で表された3次元点 $A_i(x_i, y_i, z_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$ ただし、 n は3次元形状モデルGを構成する3次元点の総数)の集まりとして表すと、2次元画像I上の画素 $p(u, v)$ に対して、絶対座標から2次元画像Iの撮像時の視点への座標変換 T 、および、2次元画像Iの撮影時における投影行列 P を用いて、計測済み領域R1を以下のように定義することができる。

[0027] [数2]

$$R1 = \{p(u, v) \mid (u, v) = \text{int}(PTAi), \exists i (i=1, 2, \dots, n)\}$$

ただし、 $\text{int}((s, t))$ は、実数ベクトル (s, t) の各要素を四捨五入した整数ベクトルを返す関数とする。

[0028] また、計測対象外領域算出部22は、記憶部12に記憶される3次元形状モデルの奥行き値を用いて計測済み領域R2を算出することができる。この場合、記憶部12が記憶した3次元形状モデルGの奥行き値が一定以上または一定以下の部分を計測対象外の近景または遠景とみなし、これに対応する撮像した対象を含む2次元画像Iの画素の集合が計測対象外領域R2に相当する。これによって、計測対象外領域R2を算出することができる。すなわち、撮像した対象を含む2次元画像I上の画素 $p(u, v)$ に対して、奥行き値 $d(u, v)$ 、奥行き閾値 $d_{\min}$ および $d_{\max}$ を用いて、計測対象外領域R2を以下のように定義することができる。

[0029] [数3]

$$R2 = \{p(u, v) \mid d(u, v) \leq d_{\min} \text{ AND } d(u, v) \geq d_{\max}\}$$

[0030] また、未計測領域算出部23は、計測済み領域R1と計測対象外領域R2とを用いて未計測領域R3を算出することができる。この場合、例えば、未計測領域R3は、撮像した対象を含む2次元画像Iの各画素のうち、計測済み領域R1と計測対象外領域R2のいずれにも属さないが、画素の集合に相当する。これによって未計測領域R3を算出することができる。すなわち、撮像した対象を含む2次元画像I上の画素 $p(u, v)$ に対して、未計測領域R3は以下のように定義することができる。

[0031] [数4]

$$R3 = \{p(u, v) \mid \text{NOT } p(u, v) \in R1 \text{ OR } p(u, v) \in R2\}$$

[0032] 次に、図3および図4を参照して、図1および図2に示した3次元形状計測装置1の動作例について説明する。例えば、計測者が所定の操作を行うと

、撮像部 11 が、2次元画像 I を取得する（ステップ S301）。次に、記憶部 12 が、2次元画像 I を記憶する（ステップ S302）。次に、3次元形状モデル生成部 13 が、2次元画像 I、記憶された 2次元画像 I の id に基づき、記憶された 3次元形状モデル G を更新する（ステップ S303）。次に、計測済み領域算出部 21 が、記憶された 2次元画像 I、記憶された 3次元形状 G、カメラ位置 P 及びカメラパラメータ A から計測済み領域 R1 を算出する（ステップ S304）。次に、計測対象外領域算出部 22 が、記憶された 2次元画像 I 及び記憶された 3次元形状モデル G から計測対象外領域 R2 を算出する（ステップ S305）。次に、未計測領域算出部 23 が、計測済み領域 R1 および計測対象外領域 R2 から未計測領域 R3 を算出する（ステップ S306）。次に、表示用画像生成部 15 が、計測済み領域 R1、計測対象外領域 R2、未計測領域 R3 および 2次元画像 I から表示用画像 V を生成する（ステップ S307）。次に、表示部 16 が、表示用画像 V を表示する（ステップ S308）。その後、計測者からの指示等に基づいて 3次元形状計測処理を終了する場合は、処理を終了し（ステップ S309 で YES）、それ以外の場合は（ステップ S309 で NO）、ステップ S301 に戻る。

[0033] ここで、表示部 16 に表示された表示用画像 V に基づいて、計測者は撮影部 11（撮像部）を移動させる。これと同時に撮影部 11 は前回とは異なる視点から撮像した被写体を含む 2次元画像 I を新たに取得する。ここにおいて、処理がステップ S301 に戻ることとなり、上記の処理が繰り返し実行される。

[0034] 以上のようにして、本実施形態の 3次元形状計測装置 1 では、撮像した被写体を含む 2次元画像 I 及び 3次元形状モデル G から算出した計測済み領域 R1 に基づいて、表示用画像 V が生成される。すなわち、この構成では、表示用画像 V を生成する際に、画像内の各画素が計測済み領域 R1 に属しているか否かを参考情報として用いることができる。この構成によれば、例えば、計測済み領域 R1 が強調された表示用画像を生成して表示部 16 に表示す

ることができる。すなわち、単純に撮像した被写体を含む２次元画像１に加えて計測済み３次元形状モデルＧを表示部１６に表示する場合に比べ、具体的にどのように撮像部１１を移動させれば未計測領域を計測できるか、計測者が容易に判断することが可能となる。

[0035] また、本実施形態の領域算出部１４は、記憶部１２に記憶される２次元画像１および３次元形状モデルＧに基づいて、計測済み領域Ｒ１、計測対象外領域Ｒ２及び未計測領域Ｒ３を算出し、表示用画像生成部１５に出力する。したがって、表示用画像Ｖを生成する際に計測済み領域Ｒ１、計測対象外領域Ｒ２及び未計測領域Ｒ３を参考情報として用いることができ、具体的にどのように撮像部１１を移動させれば未計測領域を計測できるかをより明確化して表示用画像Ｖを生成することができる。

[0036] なお、３次元形状計測装置１は、図１に示したように、撮像部１１、記憶部１２、３次元形状モデル生成部１３、領域算出部１４、表示用画像生成部１５及び表示部１６を一体として備えることもできるし、例えば、１又は２以上の要素３次元形状計測装置の構成要素）の各々を別の装置で構成することもできる。例えば、撮像部１１、記憶部１２、３次元形状モデル生成部１３、領域算出部１４、表示用画像生成部１５及び表示部１６は、一体として、携帯カメラ、携帯情報端末等の電子機器として構成することができる。また、例えば、撮像部１１、記憶部１２及び表示部１６の一部又は全部を携帯カメラで構成し、３次元形状モデル生成部１３、領域算出部１４及び表示用画像生成部１５をパーソナルコンピュータ等で実現することができる。

[0037] さらに、３次元形状計測装置１は、無線や有線の通信装置を備え、図１に示した構成要素間を無線や有線の通信回線を介して接続してもよい。

[0038] また、３次元形状計測装置１は、記憶部１２に記憶される２次元画像群及び３次元形状モデルに基づいて、３次元形状計測装置１の移動を推定する処理を行う手段（装置）を設けることができる。この移動の推定は、例えば、複数の２次元画像において各２次元画像に含まれる複数の特徴点の位置を追跡することで行うことができる（例えば、非特許文献１参照）。その際、動

画像のような複数の２次元画像間で特徴点を追跡する手法としては、K a n a d e - L u c a s - T o m a s i 法（K L T 法）等、複数の手法が広く使用されている。この移動の推定結果は、例えば、記憶部１２に記憶することができる。

[0039] また、３次元形状計測装置１は、例えば、GPS（g l o b a l p o s i t i o n i n g s y s t e m）受信機等を用いて自装置の位置情報を取得する機能を有したり、加速度センサー、ジャイロセンサー等を用いて自装置の移動を検知する機能を有したりしていてもよい。この移動の検知結果は、例えば、記憶部１２に記憶することができる。

[0040] なお、本発明の実施の形態は、上記実施形態に限定されない。例えば、３次元形状計測装置１は、１又は複数のCPUと、CPUで実行されるプログラムとを用いて構成することができ、そのプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体や通信回線を介して流通等させることができる。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明に係る３次元形状計測装置、３次元形状計測方法及び３次元形状計測プログラムは、デジタルカメラ等の撮像装置、カメラを備える携帯情報端末等に利用できる。

符号の説明

[0042] １ ３次元形状計測装置

１１ 撮像部

１２ 記憶部

１３ ３次元形状モデル生成部

１４ 領域算出部

１５ 表示用画像生成部

１６ 表示部

２１ 計測済み領域算出部

２２ 計測対象外領域算出部

２３ 未計測領域算出部

請求の範囲

- [請求項1] 撮像した所定の2次元画像を逐次出力する撮像部と、
 前記撮像部が出力した前記2次元画像を記憶する記憶部と、
 前記記憶部に記憶される前記2次元画像に基づいて、3次元形状モデルを生成し、生成した3次元形状モデルを前記記憶部に記憶させる3次元形状モデル生成部と、
 前記記憶部に記憶される前記2次元画像および前記3次元形状モデルから前記2次元画像内の計測済み領域を算出する領域算出部と、
 前記計測済み領域に基づいて、前記2次元画像から表示用画像を生成する表示用画像生成部とを備える、3次元形状計測装置。
- [請求項2] 前記領域算出部は、前記記憶部に記憶される前記2次元画像および前記3次元形状モデルから、前記2次元画像内の計測対象外領域、計測済み領域および未計測領域を算出し、
 前記表示用画像生成部は、前記計測対象外領域、前記計測済み領域および前記未計測領域に基づいて、前記2次元画像から表示用画像を生成する請求項1に記載の3次元形状計測装置。
- [請求項3] 前記領域算出部は、前記記憶部に記憶される前記2次元画像および前記3次元モデルから前記2次元画像内の低精度計測済み領域および高精度計測済み領域を算出する請求項1又は請求項2に記載の3次元形状計測装置。
- [請求項4] 前記3次元形状モデル生成部は、精度設定の変更を指示する精度設定変更指示部を更に備える請求項3に記載の3次元形状計測装置。
- [請求項5] 前記表示用画像生成部は、前記計測済み領域の画素値が高くかつ前記計測対象外領域の画素値が低い前記表示用画像を生成する請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の3次元形状計測装置。
- [請求項6] 前記2次元画像内の前記未計測領域の分布に基づいて、最適な前記撮像部の移動方向を算出する最適移動方向算出部と、
 前記最適移動方向算出部によって算出された移動方向を案内する情

報を出力する最適移動方向出力部とを更に備える請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の 3 次元形状計測装置。

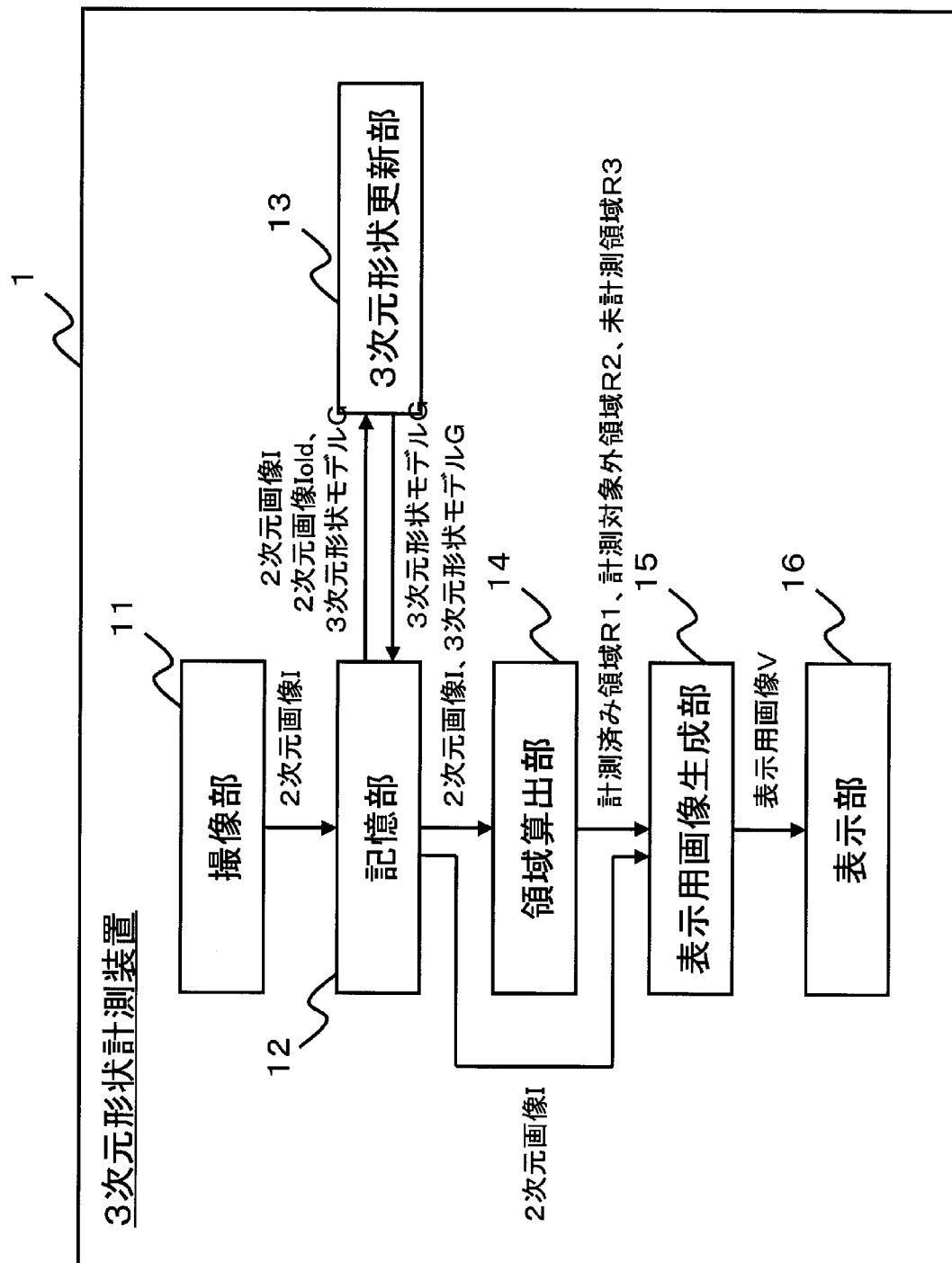
[請求項7]

2 次元画像を逐次取得し、
取得された前記 2 次元画像を記憶部に記憶し、
記憶された前記 2 次元画像に基づいて、3 次元モデルを生成し、生成した 3 次元形状モデルを前記記憶部に記憶し、
前記記憶部に記憶される前記 2 次元画像および前記 3 次元形状モデルから、前記 2 次元画像内の計測済み領域を算出し、
前記領域算出ステップにおいて算出された前記計測済み領域に基づいて、前記 2 次元画像から表示用画像を生成する 3 次元形状計測方法。

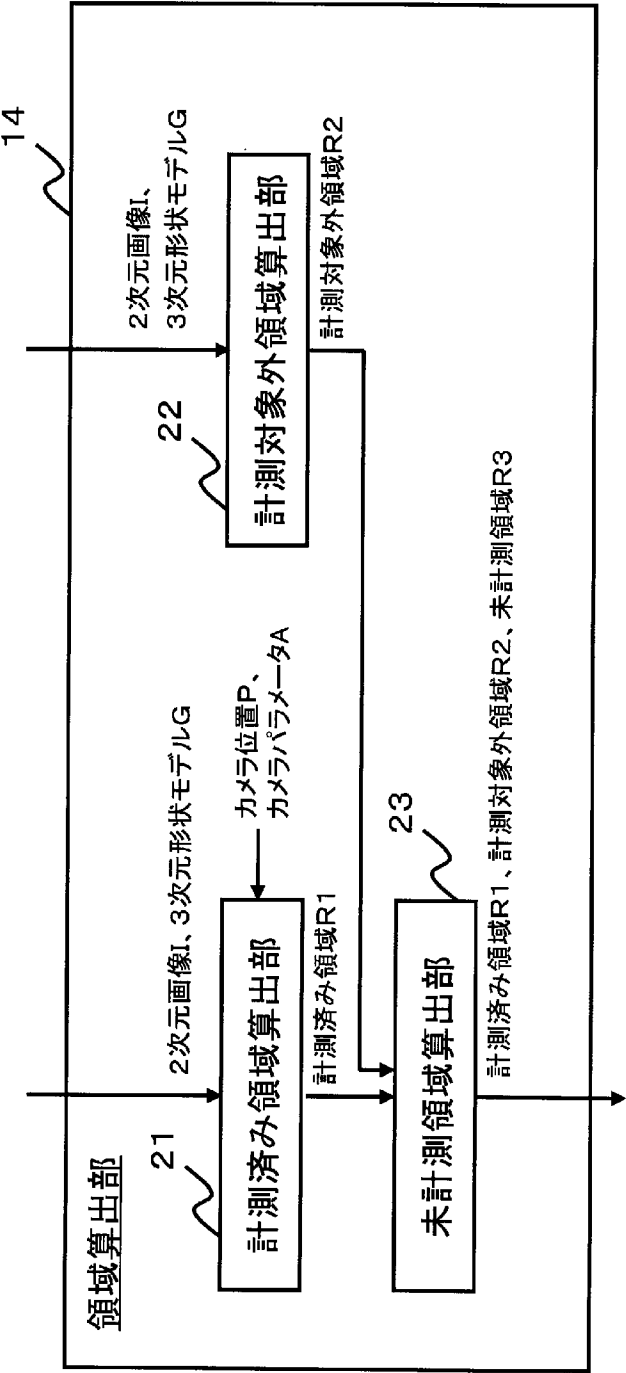
[請求項8]

2 次元画像を撮像する撮像部から出力される前記 2 次元画像を記憶部に記憶させる記憶ステップと、
前記記憶ステップにおいて記憶された前記 2 次元画像に基づいて、3 次元モデルを生成し、生成した 3 次元形状モデルを前記記憶部に記憶させる 3 次元形状モデル生成ステップと、
前記記憶部に記憶される前記 2 次元画像および前記 3 次元形状モデルから前記 2 次元画像内の計測済み領域を算出する領域算出ステップと、
前記計測済み領域に基づいて前記 2 次元画像から表示用画像を生成する表示用画像生成ステップとをコンピュータに実行させる、3 次元形状計測プログラム。

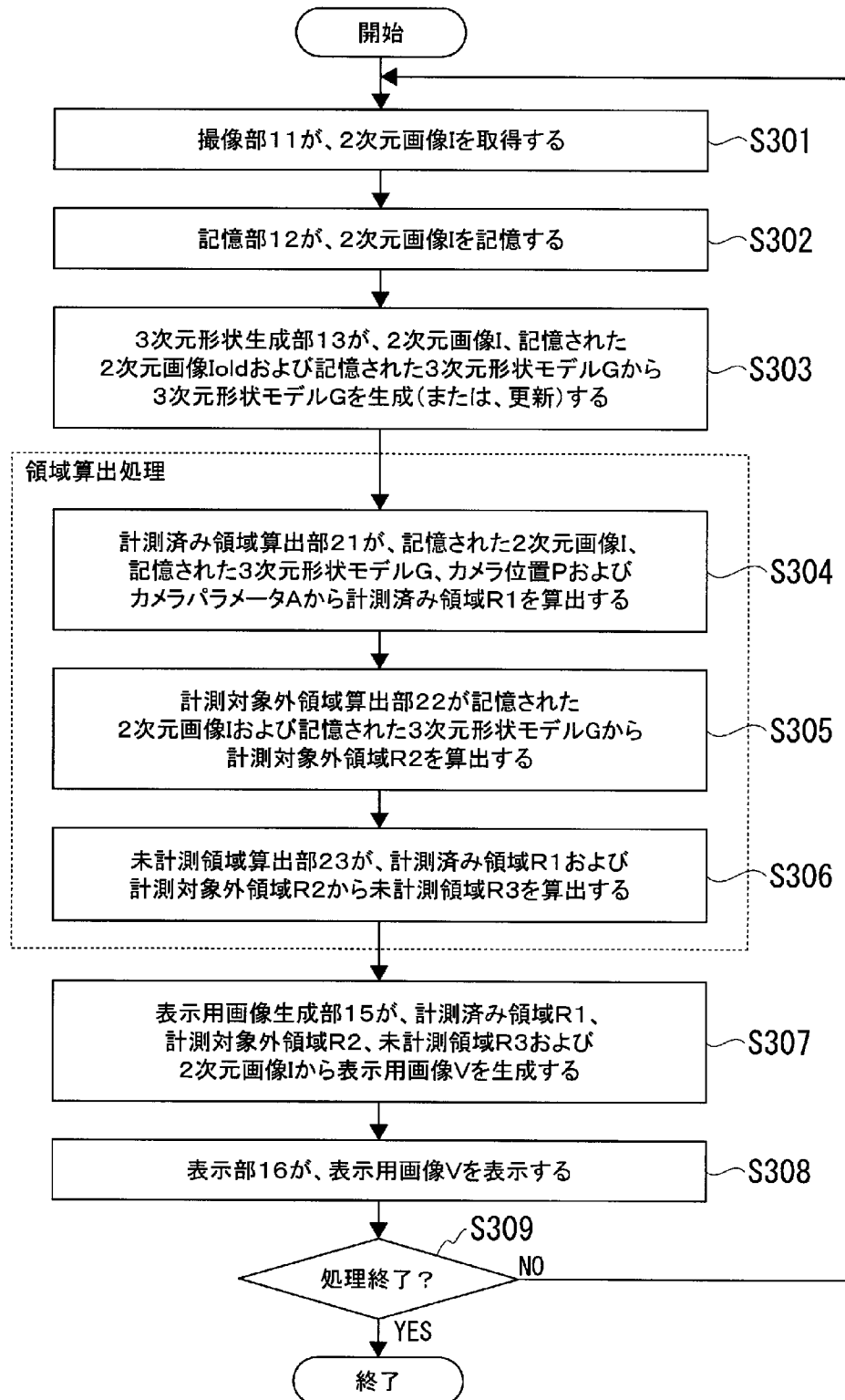
[図1]



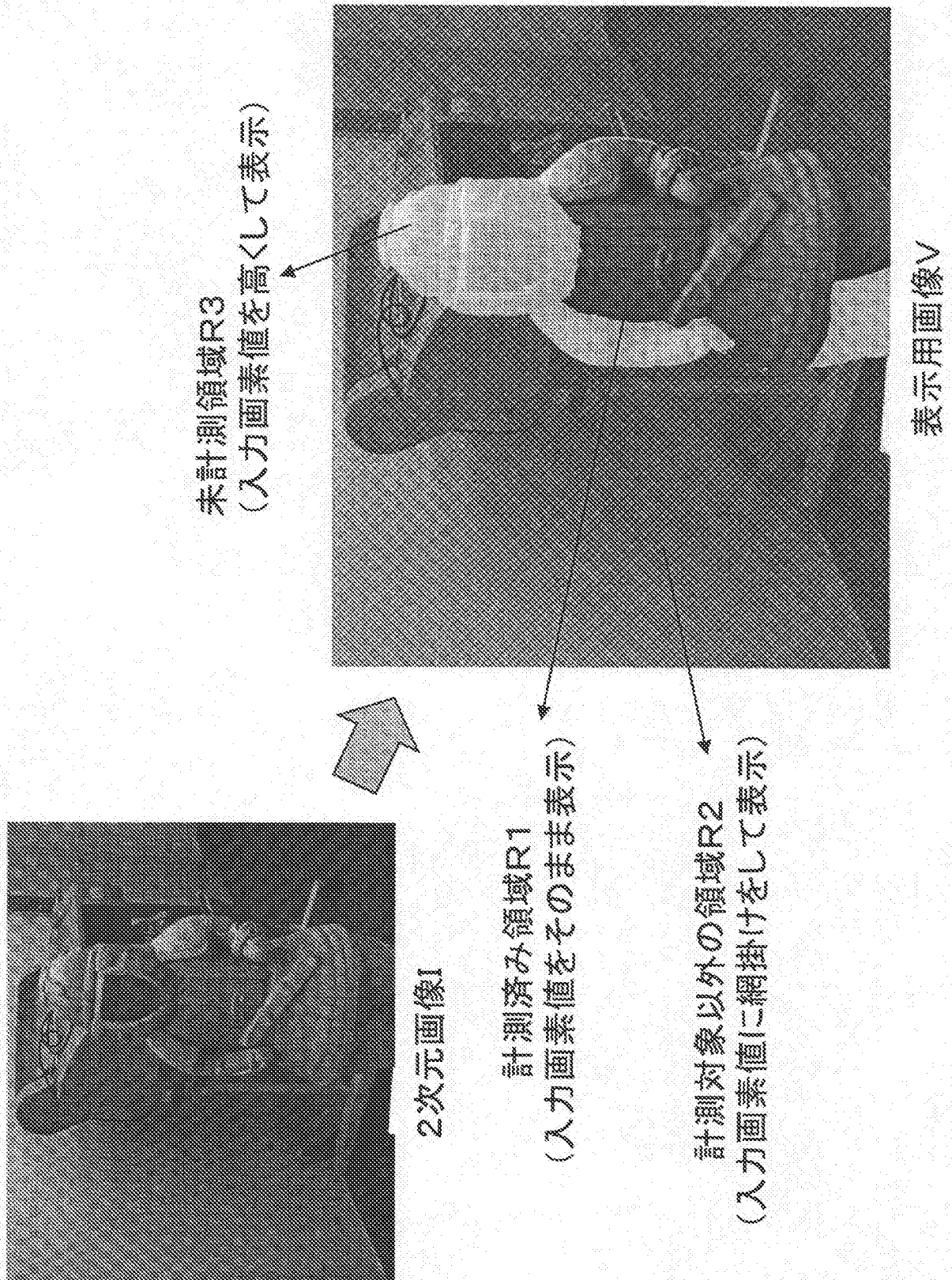
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/24(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/00-11/30, G06T1/00, H04N13/00-17/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-27500 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 25 January 2002 (25.01.2002), paragraphs [0015] to [0046]; fig. 8 (Family: none)	1, 7-8 2-6
Y	JP 2012-142779 A (Olympus Imaging Corp.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0062], [0074] & US 2012/0163659 A1 paragraphs [0128], [0164]	2-6
Y	JP 2001-145128 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 25 May 2001 (25.05.2001), paragraphs [0041] to [0049] (Family: none)	2-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 October, 2014 (20.10.14)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2014 (04.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074424

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-186042 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0039] to [0043]; fig. 4 & WO 2013/132951 A1	3-6
Y	JP 2006-267031 A (Brother Industries, Ltd.), 05 October 2006 (05.10.2006), paragraphs [0206] to [0207] & WO 2006/104001 A1	4-6
Y	JP 2010-219825 A (Topcon Corp.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraph [0019]; fig. 4 (Family: none)	6
A	JP 2000-180137 A (Sony Corp.), 30 June 2000 (30.06.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01B11/00-11/30, G06T1/00, H04N13/00-17/06			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	JP 2002-27500 A (旭光学工業株式会社) 2002.01.25, 【0015】 - 【0046】, 【図8】 (ファミリーなし)	1, 7-8 2-6	
Y	JP 2012-142779 A (オリンパスイメージング株式会社) 2012.07.26, 【0062】, 【0074】 & US 2012/0163659 A1 【0128】, 【0164】	2-6	
Y	JP 2001-145128 A (旭光学工業株式会社) 2001.05.25, 【0041】 - 【0049】 (ファミリーなし)	2-6	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 0 . 1 0 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 0 4 . 1 1 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (I S A / J P) 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 岸 智史 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8	2 S 5 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-186042 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2013. 09. 19, 【0039】 - 【0043】 , 【図 4】 & WO 2013/132951 A1	3-6
Y	JP 2006-267031 A (ブラザー工業株式会社) 2006. 10. 05, 【0206】 - 【0207】 & WO 2006/104001 A1	4-6
Y	JP 2010-219825 A (株式会社トプコン) 2010. 09. 30, 【0019】 , 【図 4】 (ファミリーなし)	6
A	JP 2000-180137 A (ソニー株式会社) 2000. 06. 30, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-8