

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/132552 A1

PCT

(43) 国際公開日

2011年10月27日(27.10.2011)

- (51) 国際特許分類:
H04N 13/02 (2006.01) G03B 35/08 (2006.01)
G02B 7/28 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G03B 19/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058915
- (22) 国際出願日: 2011年4月8日(08.04.2011)
- (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 2010-098669 2010年4月22日(22.04.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社(KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 堀田 伸一 (HORITA Shinichi) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野

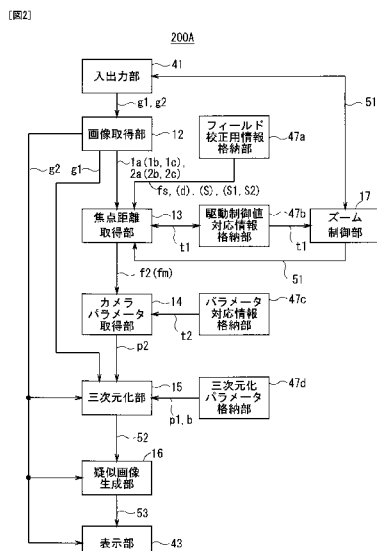
市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (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, BR, BW, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, PROGRAM, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、プログラム、情報処理方法、および情報処理システム



(57) Abstract: Disclosed is an information processing device, program, information processing method, and information processing system that can obtain the focal distance for an image capture device easily and quickly. To achieve this aim, the information processing device is provided with: an image acquisition unit that obtains a standard image of a target object that is in a state where the spatial relationship with the imaging system is maintained, whereby said standard image is captured using image capture conditions with a known standard focal distance, and a reference image of said target object, whereby said reference image is captured based on image capture conditions with an unknown reference focal distance; and a focal distance acquisition unit that obtains the reference focal distance value by using image size information for the target object in the standard and reference images to perform arithmetic operations which scale the reference focal distance value.

(57) 要約: 撮像装置の焦点距離を簡易かつ高速に取得することを図る。該目的を達成するために、情報処理装置は、撮像系との空間的な関係を保った状態で対象物を、既知の基準焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した基準画像と、未知の参照焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した参照画像と、を取得する画像取得部と、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の像サイズの情報を用いて、前記基準焦点距離の値をスケールする演算処理を行うことにより、前記参照焦点距離の値を取得する焦点距離取得部とを備えるようにした。

- 41 I/O unit
12 Image acquisition unit
13 Focal distance acquisition unit
14 Camera parameters acquisition unit
15 Three dimensionalizing unit
16 Pseudo image generation unit
43 Display unit
47a Field calibration information storage unit
47b Drive control value correspondence information storage unit
47c Parameter correspondence information storage unit
47d Three dimensionalizing parameter storage unit
17 Zoom control unit

WO 2011/132552 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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：

情報処理装置、プログラム、情報処理方法、および情報処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、立体視用画像組の生成に供される画像を撮像するステレオカメラに関する。

背景技術

[0002] 複数の異なる視点からステレオ画像を撮像することが可能なステレオカメラには、種々のものが提案されており、撮像範囲が等しいステレオ画像は、立体視用の表示画像などに採用されている。

[0003] 例えば、特許文献１のステレオカメラは、焦点距離可変（ズーム駆動可能）の撮像系と、焦点距離固定（単焦点）の撮像系とを備えており、減数処理およびパターンマッチング処理などを適宜用いることによって、撮像倍率が異なった２つの画像からでも撮像範囲が等しいステレオ画像を生成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００５－２１０２１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１のステレオカメラにおいては、焦点距離可変の撮像系の焦点距離が取得されないために、ステレオカメラの各撮像系がそれぞれ撮像した画像から三次元形状データを生成することができず、該三次元形状データに基づいた各種処理ができないといった問題がある。

[0006] 本発明は、こうした問題を解決するためになされたもので、焦点距離可変の撮像装置の焦点距離を、簡易かつ高速に取得することができる技術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

- [0007] 上記の課題を解決するために、第1の態様に係る情報処理装置は、撮像系との空間的な関係を保った状態で対象物を、(a)既知の基準焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した基準画像と、(b)未知の参照焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した参照画像と、を取得する画像取得部と、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の像サイズの情報を用いて、前記基準焦点距離の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、前記参照焦点距離の値を取得する焦点距離取得部とを備える。
- [0008] 第2の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記基準画像が、前記対象物を撮像した単一の基準画像である一方、前記参照画像が、前記対象物を撮像した単一の参照画像である。
- [0009] 第3の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記基準画像が、前記対象物を異なる撮像距離でそれぞれ撮像して得た第1および第2基準画像を含む一方、前記参照画像が、前記対象物を前記第1および第2基準画像における撮像距離と同じ撮像距離でそれぞれ撮像して得た第1および第2参照画像を含んでいる。
- [0010] 第4の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記対象物が、異なる撮像距離に配置されるとともに同一のサイズを有する第1および第2対象物を有しており、前記基準画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た画像であり、前記参照画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た画像である。
- [0011] 第5の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記基準画像が、前記対象物を撮像した単一の基準画像である一方、前記参照画像が、前記対象物を撮像した単一の参照画像であり、前記焦点距離取得部は、前記基準焦点距離と、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の所定部分の像サイズと、前記対象物の実サイズと、前記基準画像を撮像した撮像装置の光軸方向における光学中心位置と前記参照画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置とのずれ量とに

基づいて前記演算処理を行う。

[0012] 第6の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記対象物は、第1および第2対象物を有しており、前記基準画像は、前記第1および第2対象物を個別に撮像して得た第1および第2基準画像を含む一方、前記参照画像は、前記第1および第2対象物を個別に撮像して得た第1および第2参照画像を含んでおり、前記焦点距離取得部は、前記第1基準画像と前記第1参照画像とにおける前記第1対象物の第1部分の像サイズと、前記第2基準画像と前記第2参照画像とにおける前記第2対象物の第2部分の像サイズと、前記第1および第2対象物のそれぞれの実サイズとに基づいて前記演算処理を行う。

[0013] 第7の態様に係る情報処理装置は、第1の態様に係る情報処理装置であって、前記対象物は、第1および第2対象物を有しており、前記基準画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た画像であり、前記参照画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た画像であり、前記焦点距離取得部は、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記第1対象物の第1部分の像サイズと、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記第2対象物の第2部分の像サイズと、前記第1対象物と前記第2対象物とのそれぞれの実サイズとに基づいて前記演算処理を行う。

[0014] 第8の態様に係る情報処理装置は、第6の態様に係る情報処理装置であって、前記焦点距離取得部は、前記第1基準画像と前記第1参照画像とにおける前記第1対象物の第1部分の像サイズと、前記第2基準画像と前記第2参照画像とにおける前記第2対象物の第2部分の像サイズと、前記第1対象物と前記第2対象物とのそれぞれの実サイズと、に基づいて、前記基準画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置と前記参照画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置とのずれ量をさらに取得する。

[0015] 第9の態様に係る情報処理システムは、(a)請求項1に記載された情報処理装置と、(b)固定焦点距離の第1の撮像光学系を備えた第1の撮像装置と

、可変焦点距離の第２の撮像光学系を備えた第２の撮像装置とを備えたステレオカメラとを備えた情報処理システムであって、前記画像取得部は、前記第１の撮像装置による撮像に基づいて前記基準画像を取得するとともに、前記第２の撮像装置による撮像に基づいて前記参照画像を取得する。

[0016] 第１０の態様に係る情報処理システムは、(a)請求項１に記載された情報処理装置と、(b)固定焦点距離の第１の撮像光学系を備えた第１の撮像装置と、可変焦点距離の第２の撮像光学系を備えた第２の撮像装置とを備えたステレオカメラとを備えた情報処理システムであって、前記画像取得部は、前記第２の撮像装置から前記基準画像と前記参照画像とを取得する。

[0017] 第１１の態様に係る情報処理システムは、第９の態様に係る情報処理システムであって、前記第１の撮像光学系の光軸である第１の光軸と、前記第２の撮像光学系の光軸である第２の光軸とが平行である。

[0018] 第１２の態様に係る情報処理システムは、第１１の態様に係る情報処理システムであって、前記情報処理装置は、請求項２に記載された情報処理装置であり、前記第１の光軸方向における前記第１の撮像光学系の光学中心の位置と、前記第２の光軸方向における前記第２の撮像光学系の光学中心の位置とが互いに等しい。

[0019] 第１３の態様に係る情報処理システムは、第１０の態様に係る情報処理システムであって、前記情報処理装置は、請求項２に記載された情報処理装置であり、前記基準画像と前記参照画像とを撮像した際における、前記第２の撮像光学系の光軸方向における光学中心の位置が互いに等しい。

[0020] 第１４の態様に係る情報処理システムは、第９または第１０の態様に係る情報処理システムであって、前記ステレオカメラによって撮像された被写体のステレオ画像から前記被写体の三次元形状を求めるための三次元化パラメータが、前記第１の撮像装置についての第１カメラパラメータと、前記第２の撮像装置についての第２カメラパラメータと、を含み、前記第２カメラパラメータを前記参照焦点距離に基づいて取得するパラメータ取得部をさらに備える。

- [0021] 第15の態様に係る情報処理システムは、第14の態様に係る情報処理システムであって、前記第2カメラパラメータが、歪曲収差補正係数、像中心位置、焦点距離、S k e w、および光学中心の位置ずれ量のうち少なくとも1つを含む。
- [0022] 第16の態様に係る情報処理システムは、第14の態様に係る情報処理システムであって、前記パラメータ取得部は、前記第2カメラパラメータと前記第2の撮像光学系の焦点距離との対応関係を表現したパラメータ対応情報と、前記参照焦点距離と、に基づいて、前記第2カメラパラメータを取得する。
- [0023] 第17の態様に係る情報処理システムは、第9または第10の態様に係る情報処理システムであって、前記焦点距離取得部は、前記第2の撮像装置における駆動制御値と焦点距離との対応関係を表現した駆動制御値対応情報を、前記演算処理によって決定された前記参照焦点距離に基づいて更新する。
- [0024] 第18の態様に係るプログラムは、情報処理装置に搭載されたコンピュータにおいて実行されることにより、当該情報処理装置を請求項1から請求項8のいずれか1つの請求項に記載の情報処理装置として機能させることを特徴とする。
- [0025] 第19の態様に係る情報処理方法は、既知の基準焦点距離を持つ撮像部によって対象物を撮像した基準画像と、未知の参照焦点距離を持つ撮像部によって前記対象物を撮像した参照画像と、を取得する画像取得工程と、前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の像サイズの情報を用いて前記基準焦点距離をスケーリングする演算処理を行うことにより、前記参照焦点距離を取得する焦点距離取得工程とを備える。

発明の効果

- [0026] 第1から第19の何れの態様に係る発明によっても、基準画像と参照画像とにおける対象物の像サイズの情報を用いて、基準焦点距離の値をスケーリングする演算処理を行うことによって、簡易かつ高速に参照焦点距離の値を取得することができ、使用現場でのステレオカメラの校正頻度を高めること

ができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1] 図 1 は、実施形態に係る情報処理システムの主な構成を例示するブロック図である。

[図2] 図 2 は、実施形態に係る情報処理装置の主な機能構成を例示するブロック図である。

[図3] 図 3 は、実施形態に係るステレオカメラの機能構成を例示するブロック図である。

[図4] 図 4 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図5] 図 5 は、像サイズの 1 例を示す図である。

[図6] 図 6 は、像サイズの 1 例を示す図である。

[図7] 図 7 は、像サイズの 1 例を示す図である。

[図8] 図 8 は、像サイズの 1 例を示す図である。

[図9] 図 9 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図10] 図 10 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図11] 図 11 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図12] 図 12 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図13] 図 13 は、焦点距離のフィールド校正用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[図14] 図 14 は、実施形態に係る情報処理システムの、校正から立体視用画像の生成までの動作フローの 1 例を示す図である。

[図15] 図 15 は、図 14 の動作フローのうちステレオカメラの製造時校正の動作フローの 1 例を示す図である。

[図16]図16は、図14の動作フローのうち駆動制御値対応情報のフィールド校正の動作フローの1例を示す図である。

[図17]図17は、図14の動作フローのうち立体視用画像の生成に係る動作フローの1例を示す図である。

[図18]図18は、図17の動作フローのうち被写体測定時のズームカメラの焦点距離の取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図19]図19は、図17の動作フローのうち被写体測定時のズームカメラの焦点距離の取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図20]図20は、図16または図19の動作フローのうちズームカメラの焦点距離のフィールド校正に係る動作フローの1例を示す図である。

[図21]図21は、図16または図19の動作フローのうちズームカメラの焦点距離のフィールド校正に係る動作フローの1例を示す図である。

[図22]図22は、図16または図19の動作フローのうちズームカメラの焦点距離のフィールド校正に係る動作フローの1例を示す図である。

[図23]図23は、図16または図19の動作フローのうちズームカメラの焦点距離のフィールド校正に係る動作フローの1例を示す図である。

[図24]図24は、図20の動作フローのうち基準画像と参照画像との取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図25]図25は、図20の動作フローのうち基準画像と参照画像との取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図26]図26は、図22の動作フローのうち基準画像と参照画像との取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図27]図27は、図21の動作フローのうち第1、第2基準画像と、第1、第2参照画像の取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図28]図28は、図21の動作フローのうち第1、第2基準画像と、第1、第2参照画像の取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図29]図29は、図23の動作フローのうち第1、第2基準画像と、第1、第2参照画像との取得に係る動作フローの1例を示す図である。

[図30] 図30は、図20の動作フローのうち第1演算処理に係る動作フローの1例を示す図である。

[図31] 図31は、図21の動作フローのうち第2演算処理に係る動作フローの1例を示す図である。

[図32] 図32は、図22の動作フローのうち第3演算処理に係る動作フローの1例を示す図である。

[図33] 図33は、図23の動作フローのうち第4算処理に係る動作フローの1例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] <実施形態について：>

<◎情報処理システム100Aについて：>

図1は、実施形態に係る情報処理システム100Aの主な構成を例示するブロック図である。

[0029] 図1に示されるように、情報処理システム100Aは、ステレオカメラ300A（または300B）と情報処理装置200Aとを主に備えて構成されている。

[0030] ステレオカメラ300Aおよび300Bは、焦点距離固定の撮像光学系を備えた単焦点カメラ（「第1カメラ」とも称する）31と、焦点距離可変の撮像光学系を備えたズームカメラ（「第2カメラ」とも称する）32とを主に備えて構成されており、1の視点に設置されたステレオカメラ300A（300B）の単焦点カメラ31およびズームカメラ32がそれぞれ被写体を撮像した第1画像g1および第2画像g2は、情報処理装置200Aに供給される。

[0031] 情報処理装置200Aは、先ず、予め校正され記憶装置46（図1）に記憶された三次元化パラメータを用いて第1画像g1と第2画像g2とから三角測量の原理によってステレオカメラ300A（300B）が撮影した被写体の三次元形状を表現した距離情報52（図2）を生成する。

[0032] 情報処理装置200Aは、距離情報52と、該1の視点とは異なる別視点

に設置される仮想カメラの位置、姿勢の情報と、仮想カメラおよびズームカメラ 32 の撮影パラメータとに基づいて該別視点から該仮想カメラが撮像する画像と、ズームカメラ 32 が撮像した高精細の被写体画像である第 2 画像 g_2 との対応関係を取得する。

[0033] 次に、情報処理装置 200A は、該対応関係に基づいて第 2 画像 g_2 を変換することによって該仮想カメラが別視点から被写体を撮像したときの画像に相当する疑似画像 53 (図 2) を生成し、第 2 画像 g_2 と疑似画像 53 とを立体視用画像組を構成するステレオ画像として、立体視用の表示部 43 に表示する。

[0034] 上述した動作によって、情報処理システム 100A は、被写体を実測していない視点を含む複数視点から被写体をステレオ視したときの立体視用画像表示システムを実現している。

[0035] ズームカメラ 32 の撮像光学系はズーム駆動機構を有しているために三次元化パラメータが経時変化する。高品質の疑似画像 53 が取得されるためにはステレオカメラ 300A (300B) の三次元化パラメータの値を正確な値に保つことが必要であり、情報処理システム 100A では、被写体の撮像現場において、簡易に取得可能な画像データに基づいて、高速に三次元化パラメータを校正することができる。

[0036] なお、撮像現場での校正を「フィールド校正」とも称し、ステレオカメラ 300A の製造工程における校正を「製造時校正」とも称する。

[0037] 以下では、情報処理システム 100A の各機能部の構成と動作、ならびにフィールド校正および製造時校正などについて説明する。

[0038] <○ステレオカメラ 300A の構成と動作：>

図 3 は、実施形態に係るステレオカメラ 300A の機能構成を例示するブロック図である。なお、本願の図面においては、説明のために図面に適宜座標軸を設けている。

[0039] 図 3 に示されるように、ステレオカメラ 300A は、焦点距離固定の撮像光学系 9a を備えたカメラである単焦点カメラ 31 と、焦点距離可変の撮像

光学系 9 b を備えたカメラであるズームカメラ 3 2 とを主に備えて構成されている。

[0040] 単焦点カメラ 3 1 は、撮像光学系 9 a の他、撮像素子 5 a、制御処理回路 2 5 a を主に備えて構成されており、ズームカメラ 3 2 は、撮像光学系 9 b の他、撮像素子 5 b、制御処理回路 2 5 b、駆動機構 2 6 を主に備えて構成されている。

[0041] ステレオカメラ 3 0 0 A は、被写体 6 1 からの光を単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 で撮影してステレオ画像を構成する第 1 画像 g 1 および第 2 画像 g 2 を取得し、情報処理装置 2 0 0 A へと供給する。

[0042] 撮像光学系 9 a は、焦点距離固定のレンズと該レンズを支持する不図示の鏡胴とを主に備えて構成されており、被写体 6 1 の画像を撮像素子 5 a 上に結像させる光学系である。

[0043] 撮像光学系 9 b は、焦点距離可変のレンズと該レンズを支持する不図示の鏡胴とを主に備えて構成されており、被写体 6 1 の画像を撮像素子 5 b 上に結像させる光学系であり、駆動機構 2 6 によって撮像光学系 9 b の光学的状態が変更されることによって、撮像光学系 9 b の焦点距離 f_2 が、変更可能に構成されている。

[0044] 被写体 6 1 上の物点 M の像は、光学中心 3 a および 3 b をそれぞれ通過する主光線 6 a および 6 b に沿って撮像素子 5 a および 5 b 上にそれぞれ像点 P a および P b として結像される。

[0045] 光学中心 3 a および 3 b は、通常、撮像光学系の主点であるが、例えば、撮像光学系としてテレセントリック光学系が採用された場合には、通常、撮像光学系の焦点が光学中心となる。

[0046] 単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 の像中心位置 7 a および 7 b は、それぞれ撮像素子 5 a と光軸 4 a との交点および撮像素子 5 b と光軸 4 b との交点であり、また、撮像光学系 9 a および 9 b 間の基線長 b は、光軸 4 a と光軸 4 b との距離である。

[0047] 撮像光学系 9 a と撮像素子 5 a との距離は、撮像光学系 9 a の焦点距離 f

1であり、焦点距離 f_1 の値は既知の固定値（定数）である。

[0048] また、撮像光学系9bと撮像素子5bとの距離は、撮像光学系9bの焦点距離 f_2 であり、焦点距離 f_2 は、駆動機構26が撮像光学系9bの状態を変動させることに応じて変動する可変の焦点距離である。

[0049] なお、像点 P_a の撮像素子5a上の座標と像点 P_b の撮像素子5b上の座標との差（視差）、基線長 b 、焦点距離 f_1 、および焦点距離 f_2 などのステレオカメラ300Aに係る三次元化パラメータを用いた三角測量の原理に基づく三次元化処理が、情報処理装置200Aにおいて行われることによって物点Mの撮像距離 D_1 その他の距離情報（「三次元座標」とも称する）が取得される。

[0050] ここで、ステレオカメラ300Aについては、撮像光学系9aおよび9bのそれぞれの光軸4aおよび4bは平行、または略平行である。

[0051] また、第1画像 g_1 および第2画像 g_2 の相互間での対応点探索処理が容易に行えるように、撮像素子5aおよび5bは、それぞれの走査線が平行、または略平行になるように設置されている。

[0052] 実際の構成においては、通常、光軸同士、走査線同士が完全に平行であるように構成することは困難であるため、これらは誤差を有した略平行状態であるが、単焦点カメラ31および32から供給される第1画像 g_1 および第2画像 g_2 に対して情報処理装置200Aが、単焦点カメラ31および32のカメラパラメータなどを用いた処理（「平行化処理」とも称する）を行うことによって、ステレオカメラ300Aの各カメラの光軸同士、走査線同士が平行である場合と同等の状態を実現することができる。なお、本願発明における「平行」とは、平行または略平行を意味する。

[0053] 撮像素子5aおよび5bは、例えば、VGA（640×480画素）サイズの有効画素数を持つCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサなどによって構成される撮像素子である。

[0054] 撮像素子5aおよび5bは、撮像素子5aおよび5bに結像された像の強度に応じた画像信号をそれぞれ生成するとともに、制御処理回路25aおよ

び制御処理回路 25b にそれぞれ供給する。

- [0055] 制御処理回路 25a および制御処理回路 25b は、撮像素子 5a および 5b から供給される各画像信号を処理してデジタル画像に変換することにより、各撮像素子の有効画素数に応じた第 1 画像 g1 および第 2 画像 g2 をそれぞれ生成し、情報処理装置 200A へと供給する。
- [0056] また、駆動機構 26 は、焦点距離 f_2 を変動させるための、例えば、パルスモータと送りネジなどによって構成された駆動機構である。
- [0057] 制御処理回路 25b は、情報処理装置 200A から供給される、焦点距離 f_2 を制御するための駆動パルス数などの駆動制御値 51 に基づいて駆動機構 26 を動作させることによって焦点距離 f_2 の値を変動（「ズーム」）させる。
- [0058] ここでステレオカメラ 300A のずれ量 d は、光軸 4a（4b）方向に沿った光学中心 3a と光学中心 3b との位置ずれ量であり、ステレオカメラ 300A についてのずれ量 d は、ズームカメラ 32 のズーム動作に関わらず一定になるように構成されている。
- [0059] すなわち、ステレオカメラ 300A においては、ズーム動作によってズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 が変動したとしても、光学中心 3b の位置は、光学中心 3a に対して変動しない。
- [0060] このようなズーム動作によっても光学中心 3a に対する光学中心 3b の位置が変動しないズームカメラ 32 は、例えば、ズームによる焦点距離 f_2 の変動によって光学中心 3b が光学中心 3a に対して移動する場合には、別途設定された不図示の駆動機構によってズームカメラ 32 全体を、該移動の方向とは反対の方向に該移動の移動量だけ移動をさせることなどによって実現することができる。
- [0061] また、ステレオカメラ 300A の製造工程における製造時校正において生成される、後述する駆動制御値対応情報 t_1 、パラメータ対応情報 t_2 、ステレオカメラ 300A の基線長 b などの情報は、ステレオカメラ 300A 内部に設けられた不図示の記憶部に記憶されており、ステレオカメラ 300A

に接続された情報処理装置 200A に供給される。

[0062] <○ステレオカメラ 300B の構成と動作 : >

図 3 は、実施形態に係るステレオカメラ 300B の機能構成を例示するブロック図である。図 3 に示されるように、ステレオカメラ 300B は、焦点距離固定の撮像光学系 9a を備えたカメラである単焦点カメラ 31 と、焦点距離可変の撮像光学系 9b を備えたカメラであるズームカメラ 32 とを主に備えて構成されている。

[0063] ステレオカメラ 300B は、ステレオカメラ 300A と略同様の構成を有し、略同様の動作を行うが、一部の構成・動作においてステレオカメラ 300A との差異を有する。

[0064] 該差異は、ステレオカメラ 300A では、ズームカメラ 32 のズーム動作に関わらず、ずれ量 d が一定であったのに対して、ステレオカメラ 300B では、ズームカメラ 32 のズーム動作にともなってずれ量 d が変動することである。

[0065] なお、該差異以外のステレオカメラ 300B の構成・動作については、ステレオカメラ 300A の構成・動作と同様であるため説明を省略する。

[0066] ○ステレオカメラのバリエーション :

ステレオカメラ 300A としては、例えば、上述したステレオカメラ 300A の構成に加えて、さらに、一定のずれ量 d の値が零または略零、すなわち光学中心 3a および 3b を結ぶ線分が光軸 4a と直交または略直交する構成を有するものなどが採用され得る。

[0067] また、ステレオカメラ 300B としては、例えば、上述したステレオカメラ 300B の構成に加えて、さらに、駆動制御値 51 の値などに基づいて撮像時のずれ量 d の値を検出し、検出したずれ量 d の値をステレオカメラ内部に設けられた不図示の記憶部などを介して情報処理装置 200A に供給可能なものなどが採用され得る。

[0068] また、ステレオカメラ 300A および 300B としては、例えば、上述したステレオカメラ 300A および 300B のそれぞれの構成に加えて、さら

に、ズームカメラ 32 の撮像光学系 9b がズームに係る駆動範囲の端部などの構造的な当り位置、または、位置センサ等により撮像光学系 9b の光学的状態を検出可能な位置などにおける撮像光学系 9b の焦点距離 f_2 の値が既知であり、その値をステレオカメラ内部に設けられた不図示の記憶部などを介して情報処理装置 200A に供給可能なものなどが採用され得る。

[0069] なお、ステレオカメラ 300A および 300B では、上述した構造および機能の差異を特定するための特定情報を該記憶部に保持しており、該特定情報は情報処理装置 200A へと供給される。

[0070] 情報処理装置 200A が該特定情報を取得して、各ステレオカメラの構成および機能に応じた制御およびフィールド校正などを行うことによって、情報処理システム 100A は、機能および構成が異なったステレオカメラ 300A (300B) のバリエーションの各ステレオカメラを情報処理装置 200A と組み合わせて使用可能に構成されている。

[0071] より具体的には、情報処理装置 200A は、該特定情報から特定される各種ステレオカメラの構成および機能に応じたフィールド校正等を行うためのプログラムを、該特定情報に基づいて適応選択的に実行することなどによって、各種ステレオカメラに応じたフィールド校正などを行うことができる。

[0072] なお、該特定情報により特定されるステレオカメラの構成および機能に対して、複数のフィールド校正手法が採用可能な場合には、CPU 11A は、表示部 43 に採用可能な校正手法を表示し、操作者が操作部 42 を用いて採用する校正手法を特定した校正手法特定情報に基づいて、CPU 11A は、特定された校正手法を行うプログラムを実行する。

[0073] <◎情報処理装置 200A の構成について：>

図 1 に示されるように、情報処理装置 200A は、CPU 11A、入出力部 41、操作部 42、表示部 43、ROM 44、RAM 45 および記憶装置 46 を主に備えて構成されており、例えば、汎用のコンピュータでプログラムを実行することなどによって実現される。

[0074] 入出力部 41 は、例えば、USB インタフェースなどの入出力インタフェ

ースによって構成されており、ステレオカメラ 300A (300B) から情報処理装置 200A へ供給される画像情報等の入力、および情報処理装置 200A からステレオカメラ 300A (300B) への各種制御信号等の出力を行う。

[0075] 操作部 42 は、例えば、キーボードあるいはマウスなどによって構成されており、操作者が操作部 42 を操作することによって、情報処理装置 200A への各種制御パラメータの設定、情報処理装置 200A の各種動作モードの設定などが行われる。

[0076] 表示部 43 は、例えば、液晶ディスプレイなどによって構成されており、ステレオカメラ 300A (300B) から供給される第 2 画像 g2、および情報処理装置 200A が生成する第 2 画像 g2 についての疑似画像 53 (図 2) などの各種画像情報の表示、ならびに情報処理システム 100A に関する各種情報および制御用 GUI (Graphical User Interface) などの表示を行う。

[0077] ROM (Read Only Memory) 44 は、読出し専用メモリであり、CPU 11A を動作させるプログラムなどを格納している。なお、読み書き自在の不揮発性メモリ (例えば、フラッシュメモリ) が、ROM 44 に代えて使用されてもよい。

[0078] RAM (Random Access Memory) 45 は、読み書き自在の揮発性メモリであり、画像取得部 12 が取得した各種画像および疑似画像生成部 16 が生成する疑似画像などの一時的な記憶装置、および CPU 11A の処理情報を一時的に記憶するワークメモリなどとして機能する。

[0079] 記憶装置 46 は、例えば、フラッシュメモリなどの読み書き自在な不揮発性メモリやハードディスク装置等によって構成されており、情報処理装置 200A に対する設定情報などの各種情報を恒久的に記録する。

[0080] また、記憶装置 46 には格納部 47 が設けられており、格納部 47 は、さらにフィールド校正用情報格納部 47a、駆動制御値対応情報格納部 47b、パラメータ対応情報格納部 47c、および三次元化パラメータ格納部 47

d（それぞれ図2）などの後述する各機能部を有している。

[0081] フィールド校正用情報格納部47aには、後述するズームカメラ32の焦点距離についてのフィールド校正に使用される基準焦点距離 f_s などの各種情報が、操作部42またはステレオカメラ300A（300B）などから供給されて記憶されている。

[0082] なお、基準焦点距離 f_s としては、後述するように、単焦点カメラ31の既知の焦点距離 f_1 が採用される場合と、ズームカメラ32の撮像光学系9bが、そのズーム動作に係る駆動範囲のうち撮像光学系9bの光学的状態の再現性が高い、例えば、駆動範囲の端部の物理的な当り位置にあるときの既知の焦点距離が採用される場合とがある。

[0083] また、駆動制御値対応情報格納部47bには、ズームカメラ32の焦点距離を制御する駆動制御値51（図1、図2）と、ズームカメラ32の焦点距離との対応関係を表現した駆動制御値対応情報 t_1 が、情報処理装置200Aに接続されたステレオカメラ300A（300B）から供給されて記憶されている。

[0084] また、パラメータ対応情報格納部47cには、ステレオカメラ300A（300B）のうちズームカメラ32の焦点距離と、校正されたズームカメラ32の各カメラパラメータとの対応関係を表現したパラメータ対応情報 t_2 が、情報処理装置200Aに接続されたステレオカメラ300A（300B）から供給されて記憶されている。

[0085] なお、パラメータ対応情報 t_2 は、ステレオカメラ300A（300B）の製造工程で行われる製造時校正によって生成されてステレオカメラ300A（300B）に格納された情報である。

[0086] また、三次元化パラメータ格納部47dには、単焦点カメラ31についてのカメラパラメータである第1カメラパラメータ p_1 、ステレオカメラ300A（300B）の基線長 b が、ステレオカメラ300A（300B）から供給されて記憶されている。

[0087] 第1カメラパラメータ p_1 と、基線長 b とは、予め、ステレオカメラ30

０Ａ（３００Ｂ）の製造時校正によって取得され、ステレオカメラ３００Ａ（３００Ｂ）内部の記憶部に記憶されている。

[0088] CPU（Central Processing Unit）１１Ａは、情報処理装置２００Ａの各機能部を統轄制御する制御処理装置であり、ROM４４に格納されたプログラムに従った制御および処理を実行する。

[0089] CPU１１Ａは、後述するように、画像取得部１２、焦点距離取得部１３、カメラパラメータ取得部１４、三次元化部１５、疑似画像生成部１６、およびズーム制御部１７としても機能する。

[0090] CPU１１Ａは、これらの機能部によって、各種校正用の画像および立体視用画像生成の対象である被写体についてのステレオ画像などの取得、ズームカメラ３２の焦点距離を制御する駆動制御値とズームカメラ３２の焦点距離との対応関係を表現した駆動制御値対応情報ｔ１のフィールド校正、ズームカメラ３２の焦点距離のフィールド校正、ならびにステレオカメラ３００Ａ（３００Ｂ）の撮像動作およびズームカメラ３２のズーム動作などの制御を行う。

[0091] また、CPU１１Ａは、ステレオカメラ３００Ａ（３００Ｂ）が撮像した被写体の距離情報５２の生成、距離情報５２の生成に使用されるズームカメラ３２についてのカメラパラメータである第２カメラパラメータｐ２の取得、ズームカメラ３２が被写体について第２画像ｇ２を撮像した第１の視点とは異なる仮想視点から仮想カメラが被写体を撮像したときの画像に対応した疑似画像５３（図２）の生成、ならびに第２画像ｇ２と疑似画像５３とから成る立体視用画像組の表示部４３への表示なども行う。

[0092] CPU１１Ａ、入出力部４１、操作部４２、表示部４３、ROM４４、RAM４５、記憶装置４６等のそれぞれは、信号線４９を介して電氣的に接続されている。したがって、CPU１１Ａは、例えば、入出力部４１を介したステレオカメラ３００Ａ（３００Ｂ）の制御およびステレオカメラ３００Ａ（３００Ｂ）からの画像情報の取得、および表示部４３への表示等を所定のタイミングで実行できる。

[0093] なお、図 1 に示される構成例では、画像取得部 1 2、焦点距離取得部 1 3、カメラパラメータ取得部 1 4、三次元化部 1 5、疑似画像生成部 1 6、およびズーム制御部 1 7 の各機能部は、CPU 1 1 A で所定のプログラムを実行することによって実現されているが、これらの各機能部はそれぞれ、例えば、専用のハードウェア回路などによって実現されてもよい。

[0094] <◎情報処理装置 2 0 0 A の各機能部の動作について：>

図 2 は、実施形態に係る情報処理装置 2 0 0 A の主な機能構成を例示するブロック図である。以下では、図 2 に示される情報処理装置 2 0 0 A の各機能部の動作について説明する。

[0095] ○画像取得部 1 2 の動作：

画像取得部 1 2 は、焦点距離が固定の単焦点カメラ 3 1 が被写体を撮像した第 1 画像 g_1 と、焦点距離が可変のズームカメラ 3 2 が被写体を撮像した第 2 画像 g_2 とを入出力部 4 1 を介して取得する。

[0096] 立体視画像生成時には、画像取得部 1 2 は、第 1 画像 g_1 を三次元化部 1 5 へと供給するとともに、第 2 画像 g_2 を三次元化部 1 5、疑似画像生成部 1 6、および表示部 4 3 へと供給する。

[0097] また、ズームカメラ 3 2 の焦点距離のフィールド校正時には、画像取得部 1 2 は、単焦点カメラ 3 1 が校正用対象物を撮像した画像、または、その撮像光学系 9 b が、物理的な当り位置に在るなど位置再現性が高い光学的状态にあり、かつ、焦点距離が既知の光学的状态にあるズームカメラ 3 2 が、校正用対象物を撮像した画像を基準画像 1 a（または、第 1 基準画像 1 b および第 2 基準画像 1 c）として取得する。

[0098] また、ズームカメラ 3 2 の焦点距離のフィールド校正時には、画像取得部 1 2 は、ズームカメラ 3 2 が、ズーム動作によって上述した既知の光学的状态とは異なる光学的状态となったときにズームカメラ 3 2 が校正用対象物を撮像した画像を参照画像 2 a（または、第 1 参照画像 2 b および第 2 参照画像 2 c）として取得し、これらの画像を焦点距離取得部 1 3 に供給する。

[0099] なお、基準画像についての焦点距離は、ステレオカメラ 3 0 0 A（3 0 0

B) から情報処理装置 200A へと供給されて、焦点距離のフィールド校正に必要な情報の 1 つである基準焦点距離 f_s としてフィールド校正用情報格納部 47a に記憶され、焦点距離のフィールド校正に使用される。

[0100] また、画像取得部 12 は、予め撮影されて記録媒体に保存された第 1 画像 g_1 および第 2 画像 g_2 を、入出力部 41 を介して取得してもよい。

[0101] ○焦点距離取得部 13 の動作：

(a)ズームカメラ 32 の焦点距離のフィールド校正での動作：

焦点距離取得部 13 は、ズームカメラ 32 の「焦点距離のフィールド校正」において、画像取得部 12 から供給された各基準画像および各参照画像とにおける校正用対象物の像サイズの情報、およびフィールド校正用情報格納部 47a から供給された基準焦点距離 f_s などの情報を用いて基準焦点距離 f_s (図 2) の値をスケーリングする演算処理に基づいて、各参照画像が撮像されたときの参照焦点距離 f_m (図 2) の値を取得する。

[0102] 次に、焦点距離取得部 13 は、取得した参照焦点距離 f_m を、各参照画像を撮像したズームカメラ 32 についての校正時点の実際の焦点距離として取得する処理を行う。

[0103] (b)駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正での動作：

情報処理システム 100A においては、ズームカメラ 32 の撮像光学系 9b の所定位置を検出する位置センサの検出特性の変動、駆動機構 26 のギアなどの摩耗、およびステレオカメラの姿勢変化などによる駆動機構 26 の変位などに起因して、パルス数または制御電圧などの駆動制御値と、該駆動制御値に対するズームカメラ 32 の焦点距離との関係を表現した駆動制御値対応情報 t_1 が変動する。

[0104] そこで、焦点距離取得部 13 は、変動した駆動制御値対応情報 t_1 を校正する「駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正」を行う。

[0105] 駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正において、焦点距離取得部 13 は、まず、所定の駆動制御値 51 に従ってズームされたズームカメラ 32 に対して焦点距離のフィールド校正を行うことによってズームカメラ 32 のフ

ィールド校正時点の焦点距離を取得する。

[0106] 次に、焦点距離取得部 13 は、ズーム制御部 17 から取得した駆動制御値 51 と、駆動制御値対応情報格納部 47b から取得された駆動制御値対応情報 t1 とに基づいて駆動制御値 51 に対応する焦点距離を推定し、推定した焦点距離と、焦点距離のフィールド校正によって取得された焦点距離との差が、所定範囲内であるか否かをチェックする。

[0107] チェックの結果、この差が所定範囲を超える場合には、焦点距離取得部 13 は、ズームカメラ 32 の光学的状態が、駆動制御値対応情報 t1 が生成されたときの光学的状態から大きくずれていると判断し、他の駆動制御値についても同様に焦点距離のフィールド校正を行う。

[0108] 焦点距離取得部 13 は、一連の焦点距離のフィールド校正によって新たに取得された各焦点距離を各駆動制御値 51 に対応させることによって駆動制御値対応情報 t1 を更新し、更新した駆動制御値対応情報 t1 を駆動制御値対応情報格納部 47b に記憶するとともに、ステレオカメラ 300A (300B) の内部の記憶部に記憶された駆動制御値対応情報 t1 も更新する。

[0109] (c) 疑似画像生成時の動作：

焦点距離取得部 13 は、疑似画像生成時には、2 種類の方法によってズームカメラ 32 の焦点距離を取得する。

[0110] ・該 2 種類の方法のうち 1 つとして、焦点距離取得部 13 は、現時点の駆動制御値 51 に対応する焦点距離を駆動制御値対応情報 t1 に基づいて推定し、ズームカメラ 32 の焦点距離として取得する処理を行う (図 18 の動作フロー)。

[0111] ・また、該 2 種類の方法のうち他の 1 つとして、焦点距離取得部 13 は、疑似画像生成用の画像の撮像時にズームカメラ 32 の焦点距離のフィールド校正を行い、得られた焦点距離をズームカメラ 32 の焦点距離として取得する処理を行う (図 19 の動作フロー)。

[0112] 該 2 種類の方法のうち 1 つの手法の選択は、例えば、予め操作部 42 から設定された動作モードなどに基づいて行われる。

[0113] 取得されたズームカメラ 32 の焦点距離は、カメラパラメータ取得部 14 へと供給され、該焦点距離に対応したズームカメラ 32 のカメラパラメータの取得に供される。

[0114] ○カメラパラメータ取得部 14 の動作：

カメラパラメータ取得部 14 は、疑似画像生成用の動作において、焦点距離取得部 13 から供給されたズームカメラ 32 の焦点距離と、パラメータ対応情報格納部 47 c に記録されたパラメータ対応情報 t_2 とに基づいて、焦点距離に応じたズームカメラ 32 の各種カメラパラメータである第 2 カメラパラメータ p_2 を取得して三次元化部 15 へと供給する。

[0115] なお、第 2 カメラパラメータ p_2 としては、具体的には、歪曲収差補正係数、像中心位置 7 b (図 3)、焦点距離、*S k e w* (撮像光学系と撮像素子面との傾き)、および単焦点カメラ 31 とズームカメラ 32 との光学中心の位置ずれ量 d のうち少なくとも 1 つが採用される。

[0116] ○三次元化部 15 の動作：

三次元化部 15 は、カメラパラメータ取得部 14 からズームカメラ 32 についての第 2 カメラパラメータ p_2 を取得するとともに、三次元化パラメータ格納部 47 d から、単焦点カメラ 31 についての各種カメラパラメータである第 1 カメラパラメータ p_1 と、単焦点カメラ 31 とズームカメラ 32 の基線長 b とを取得する。

[0117] 三次元化部 15 は、取得した各パラメータを用いて画像取得部 12 から供給された立体視用画像の生成対象の被写体についての第 1 画像 g_1 および第 2 画像 g_2 から三角測量の原理によって被写体の距離情報 52 を取得し疑似画像生成部 16 に供給する。

[0118] ○疑似画像生成部 16 の動作：

疑似画像生成部 16 は、被写体の第 2 画像 g_2 と、被写体の距離情報 52 とを、画像取得部 12 と三次元化部 15 とからそれぞれ供給されて、これらの情報に基づいて、ズームカメラ 32 とは別の仮想視点に置かれた仮想カメラが被写体を撮像した画像に相当する疑似画像 53 を取得する。

[0119] より詳細には、疑似画像生成部 16 は、ズームカメラ 32 と仮想カメラのそれぞれについての焦点距離、画素数、および画素サイズなどの撮影パラメータと、ズームカメラ 32 と仮想カメラとの相互の位置および姿勢の関係である座標系情報とに基づいて、第 2 画像 g 2 の画像上の各座標と、疑似画像 53 の画像上の各座標との対応関係を取得する。

[0120] 次に、疑似画像生成部 16 は、該対応関係と第 2 画像 g 2 の各画素の画素値に基づいて疑似画像 53 の各画素に画素値を付与することなどによって疑似画像 53 を生成する。なお、該撮影パラメータおよび該座標系情報は、格納部 47 に記憶されている。

[0121] 疑似画像生成部 16 は、生成した疑似画像 53 を表示部 43 に供給し、表示部 43 においては、疑似画像 53 と、第 2 画像 g 2 とが立体視用画像組としてそれぞれ表示される。

[0122] ○ズーム制御部 17 の動作：

ズーム制御部 17 は、駆動制御値対応情報 t 1 のフィールド校正時には、駆動制御値対応情報 t 1 を規定している各駆動制御値 51 を、入出力部 41 を介してステレオカメラ 300A（300B）へ供給し、ズームカメラ 32 の焦点距離を制御する。

[0123] また、ズーム制御部 17 は、ズームカメラ 32 に供給している駆動制御値 51 を焦点距離取得部 13 へも供給しており、焦点距離取得部 13 は、ズーム制御部 17 から供給された駆動制御値に対応する焦点距離を駆動制御値対応情報 t 1 に基づいて取得する。

[0124] ＜◎焦点距離のフィールド校正について：＞

次に、焦点距離取得部 13 が行うズームカメラ 32 の焦点距離のフィールド校正について説明する。

[0125] 情報処理システム 100A においては、上述したように、ステレオカメラ 300A および 300B、さらにこれらから派生した構成、機能を有するステレオカメラを対象として、そのズームカメラ 32 が対象物の画像を撮像したときのズームカメラ 32 の焦点距離を校正する。

[0126] ◎焦点距離のフィールド校正AおよびB：

焦点距離のフィールド校正Aは、例えば、ずれ量 d （図3）が一定であるステレオカメラ300Aのうち、ずれ量 d の値が零または略零であるステレオカメラ300A（以下、「ステレオカメラ300A1」と称する）におけるズームカメラ32などの焦点距離のフィールド校正である。

[0127] また、焦点距離のフィールド校正Bは、例えば、ずれ量 d （図3）が一定であるステレオカメラ300Aのうち、ズームカメラ32の撮像光学系9bがズームに係る駆動範囲の端部などの構造的な当り位置、または、位置センサ等により撮像光学系9bの光学的状態を検出可能な位置などにおける撮像光学系9bの焦点距離 f_2 の値が既知であり、その値をステレオカメラ内部に設けられた不図示の記憶部などを介して情報処理装置200Aに供給可能なステレオカメラ300A（以下、「ステレオカメラ300A2」と称する）におけるズームカメラ32などの焦点距離のフィールド校正である。

[0128] なお、撮像光学系9bの焦点距離 f_2 の値が既知である上述した撮像光学系9bの位置（光学的状態）は、撮像光学系9bについての位置制御の再現性が高い位置である。

[0129] 図4は、ステレオカメラ300A1における焦点距離のフィールド校正A用のデータの取得の1例を説明する図である。

[0130] 図4では、ある未知の撮像距離に設置された実サイズが未知の1つの校正用対象物62が、ステレオカメラ300A1の各カメラのうち、焦点距離が既知の基準焦点距離 f_s （焦点距離 f_1 ）である単焦点カメラ31と、焦点距離が未知の参照焦点距離 f_m である該ズームカメラ32とのそれぞれによって1回ずつ測定されて基準画像1aおよび参照画像2aが得られている。

[0131] さらに図4では、ズームカメラ32の未知の参照焦点距離 f_m を求めるフィールド校正に使用するために、基準画像1aおよび参照画像2aのそれぞれにおける校正用対象物62の像サイズ W_s および像サイズ W_m が取得されている。

[0132] 図4に示される主光線6aおよび6bは、校正用対象物62の外縁部から

の反射光のうち光学中心 3 a および 3 b をそれぞれ通る各主光線である。

[0133] 図 4 では、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 のそれぞれの光学中心 3 a および 3 b、撮像素子 5 a および撮像素子 5 b、ならびに校正用対象物 6 2 についての位置関係の把握を容易にするために、光軸 4 a と 4 b、光学中心 3 a と 3 b、主光線 6 a と 6 b をそれぞれ重ねて表示している。

[0134] 図 9 は、ステレオカメラ 3 0 0 A 2 を用いて行われる焦点距離のフィールド校正 B 用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[0135] 図 9 では、ある未知の撮像距離に設置された実サイズが未知の 1 つの校正用対象物 6 2 が、既知の基準焦点距離 f_s を持つ光学的状態に設定されたステレオカメラ 3 0 0 A 2 のズームカメラ 3 2 と、未知の参照焦点距離 f_m を持つ光学的状態に設定されたステレオカメラ 3 0 0 A 2 のズームカメラ 3 2 とによって 1 回ずつ測定されて基準画像 1 a および参照画像 2 a が得られている。

[0136] さらに図 9 では、ズームカメラ 3 2 の未知の参照焦点距離 f_m を求めるフィールド校正に使用するために、基準画像 1 a および参照画像 2 a のそれぞれにおける校正用対象物 6 2 の像サイズ W_s および像サイズ W_m が取得されている。

[0137] なお、図 9 における基準焦点距離 f_s は、ズームカメラ 3 2 の撮像光学系 9 b がズームに係る駆動範囲の端部などの構造的な当り位置、または、位置センサ等により撮像光学系 9 b の光学的状態を検出可能な位置などにおける撮像光学系 9 b の既知の焦点距離である。

[0138] 図 9 に示される主光線 6 b は、校正用対象物 6 2 がズームカメラ 3 2 によって 2 回撮像されたときの校正用対象物 6 2 の外縁部からの反射光のうち光学中心 3 b を通る各主光線である。

[0139] 図 9 では、焦点距離が既知の基準焦点距離 f_s であるズームカメラ 3 2 と、焦点距離が未知の参照焦点距離 f_m である該ズームカメラ 3 2 とのそれぞれの光学中心 3 b、撮像素子 5 b、および校正用対象物 6 2 についての位置関係の把握を容易にするために、基準画像 1 a と参照画像 2 a とのそれぞれ

の光軸 4 b、それぞれの光学中心 3 b、それぞれの主光線 6 b をそれぞれ重ねて表示している。

[0140] ここで、図 5～図 8 を用いて、図 4 の像サイズ W_s と像サイズ W_m との取得について説明する。

[0141] 図 5 および図 6 は、像サイズ W_s および W_m の 1 例をそれぞれ示す図である。

[0142] 図 5 および図 6 にそれぞれ示される基準画像 1 a および参照画像 2 a は、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 がそれぞれ球状の校正用対象物 6 2 (図 4) を撮像した画像であり、像 6 2 s および像 6 2 m はそれぞれ、基準画像 1 a および参照画像 2 a における校正用対象物 6 2 の円形の像である。

[0143] また、像サイズ W_s は、像 6 2 s の直径であり、図 6 に示される像サイズ W_m は、像 6 2 m の直径である。

[0144] なお、像サイズ W_s および W_m は、例えば、像 6 2 s および 6 2 m のそれぞれの外縁に対して円をフィッティングし、フィッティングされた円の直径を取得する手法などによって求められる。

[0145] また、図 7 および図 8 は、図 5 および図 6 に示された例とは異なる像サイズ W_s および W_m の他の 1 例をそれぞれ示す図である。

[0146] 図 7 および図 8 にそれぞれ示される基準画像 1 a および参照画像 2 a は、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 がそれぞれ立方体状の校正用対象物 6 8 (図 7、図 8) を撮像した画像であり、像 6 8 s および像 6 8 m はそれぞれ、基準画像 1 a および参照画像 2 a における校正用対象物 6 8 の像である。

[0147] また、像 5 4 s および 5 5 s は、像 6 8 s における校正用対象物 6 8 の特徴部 5 4 および 5 5 (図 7、図 8) のそれぞれ像であり、像 5 4 m および 5 5 m は、像 6 8 m における特徴部 5 4 および 5 5 のそれぞれの像である。

[0148] 焦点距離取得部 1 3 は、例えば、基準画像 1 a を対象としたエッジ検出処理などの画像処理を行うこと、または、表示部 4 3 に表示された像 6 8 s に

において、操作者が操作部 4 2 を介して指示した像 5 4 s および 5 5 s の座標情報を取得することなどによって像 5 4 s および 5 5 s の座標情報を取得する。

[0149] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、例えば、S A D (Sum of Absolute Difference : 差分絶対値和) 法などを用いた対応点探索手法を用いて像 5 4 s および 5 5 s にそれぞれ対応した参照画像 2 a 上の像 5 4 m および 5 5 m を探索することなどによって像 5 4 m および 5 5 m の座標情報を取得する。

[0150] 焦点距離取得部 1 3 は、像 5 4 s および 5 5 s のそれぞれの座標情報から像 5 4 s および 5 5 s 間の距離を像サイズ W_s として取得するとともに、同様に、像 5 4 m および 5 5 m 間の距離を像サイズ W_m として取得する。

[0151] このように校正用対象物の像の像サイズとして、像の全幅ではなく、像の一部分の像サイズを取得したとしても本発明の有用性を損なうものではない。

[0152] なお、図 5 ～図 8 を用いて上述した像サイズ W_s と像サイズ W_m との取得手法は、本明細書において説明する他のフィールド校正 B ～ F における各像サイズの取得においても、同様に適用される。

[0153] フィールド校正 A またはフィールド校正 B において、像サイズ W_s および像サイズ W_m が取得されると、参照焦点距離 f_m は、上述した各手法などによって取得された像サイズ W_s および像サイズ W_m と、フィールド校正用情報格納部 4 7 a に格納された基準焦点距離 f_s とを用いて (1) 式によって与えられる。

[0154] [数1]

$$f_m = f_s \times W_m / W_s \quad \cdots (1)$$

[0155] なお、フィールド校正 A における参照焦点距離 f_m の演算式は、(1) 式に限定されず、例えば、サイズ W_s および W_m の歪曲収差補正係数、基準画像 1 a および参照画像 2 a の平行化処理のための係数などが、所望される参照焦点距離 f_m の精度に応じて (1) 式に適宜付加して使用したとしても本

発明の有用性を損なうものではない。また、後述する（２）式～（５）式についても同様である。

[0156] 次にフィールド校正Ａおよびフィールド校正Ｂに係る情報処理装置２００Ａの動作フローについて説明する。

[0157] 図２０は、後述する図１６または図１９の動作フローのうちズームカメラ３２の焦点距離のフィールド校正（ステップＳ２４０）に係る動作フローの１例を示す図であり、上述したフィールド校正Ａおよびフィールド校正Ｂに対応した動作フローの１例を示す図でもある。

[0158] また、図２４は、図２０の動作フローのうちフィールド校正Ａにおける基準画像１ａと参照画像２ａとの取得（ステップＳ５１０）に係る動作フローの１例を示す図である。

[0159] ステレオカメラ３００Ａ１が情報処理装置２００Ａに接続された状態で、図２０に示される処理が開始されると、ステレオカメラ３００Ａ１についての特定情報に基づいて、ステップＳ５１０の基準画像１ａと参照画像２ａとの取得の処理が開始され、処理は、図２４のステップＳ６１０に移される。

[0160] ステップＳ６１０においては、ＣＰＵ１１Ａの制御によってステレオカメラ３００Ａ１の各カメラが、ある位置に設置されたサイズが未知の校正用対象物６２を１回ずつ測定する。

[0161] なお、このときズームカメラ３２の撮像光学系９ｂは、ズーム制御部１７の制御によって未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定されている。

[0162] また、単焦点カメラ３１とズームカメラ３２との撮像においては、校正用対象物６２と、撮像系（単焦点カメラ３１およびズームカメラ３２）との空間的な関係を保った状態で撮像が行われる。

[0163] ステレオカメラ３００Ａ１では、例えば、単焦点カメラ３１とズームカメラ３２との撮像を同時または略同時に行うことなどによって、校正用対象物６２と、撮像系との空間的な関係を保った校正用対象物６２の撮像を行う。

[0164] 次に、焦点距離取得部１３は、ステレオカメラ３００Ａ１の単焦点カメラ

3 1 が撮像した画像（第 1 画像 g_1 ）と、ズームカメラ 3 2 が撮像した画像（第 2 画像 g_2 ）とをそれぞれ基準画像 1 a（図 4）と参照画像 2 a（図 4）として取得する（ステップ S 6 1 2）。

[0165] 基準画像 1 a および参照画像 2 a が取得されると、第 1 演算処理（図 2 0 の S 5 2 0）が開始され、処理は、図 3 0 のステップ S 1 0 へと移される。

[0166] 図 2 5 は、図 2 0 の動作フローのうちフィールド校正 B における基準画像 1 a と参照画像 2 a との取得（ステップ S 5 1 2）に係る動作フローの 1 例を示す図である。

[0167] ステレオカメラ 3 0 0 A 2 が情報処理装置 2 0 0 A に接続された状態で、図 2 0 に示される処理が開始されると、ステレオカメラ 3 0 0 A 2 についての特定情報に基づいて、ステップ S 5 1 2 の基準画像 1 a と参照画像 2 a との取得の処理が開始され、処理は、図 2 5 のステップ S 6 1 4 に移される。

[0168] ステップ S 6 1 4 においては、まず、ズーム制御部 1 7 は、ステレオカメラ 3 0 0 A 2 のズームカメラ 3 2 のズーミングを制御して、撮像光学系 9 a の状態を、既知の基準焦点距離 f_s （図 9）を持つ光学的状態に変動させる。

[0169] 次に、CPU 1 1 A の制御によって該ズームカメラ 3 2 は、ある位置に設置されたサイズが未知の校正用対象物 6 2 を 1 回測定する。

[0170] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、該ズームカメラ 3 2 が撮像した画像（第 2 画像 g_2 ）を基準画像 1 a（図 9）として取得する。

[0171] 次に、ズーム制御部 1 7 は、ズームカメラ 3 2 のズーミングを制御して撮像光学系 9 b を、未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定する。

[0172] 次に、CPU 1 1 A の制御によってズームカメラ 3 2 が校正用対象物 6 2 を測定し、焦点距離取得部 1 3 は、測定された画像（第 2 画像 g_2 ）を参照画像 2 a として取得する（ステップ S 6 1 6）。

[0173] なお、フィールド校正 B においても、校正用対象物と、各撮像系との空間的な関係を保った状態で基準画像 1 a と参照画像 2 a との取得を行うために

、ステレオカメラ300A2に対して校正用対象物62が相対的に静止した状態で、撮像が行われる。

[0174] また、ここでは、基準画像1aを先に撮像する例を説明したが、参照画像2aを先に撮像しても本発明の有用性を損なうものではない。

[0175] 基準画像1aおよび参照画像2aが取得されると、処理は、第1演算処理（図20のS520）へと移され、さらに図30のステップS10へと移される。

[0176] 図30は、図20の動作フローのうち第1演算処理（ステップS520）に係る動作フローの1例を示す図である。

[0177] 先ず、焦点距離取得部13は、基準画像1aについての焦点距離である基準焦点距離 f_s （図2、図4、図9）をフィールド校正用情報格納部47aから取得する（ステップS10）。

[0178] 次に、焦点距離取得部13は、基準画像1aにおける校正用対象物62（図4、図9）の像62s（図4、図9）の像サイズ W_s （図4、図9）を測定する（ステップS12）。

[0179] また、焦点距離取得部13は、参照画像2aのうち像62sに対応した像62m（図4、図9）の像サイズ W_m （図4、図9）を測定する（ステップS14）。

[0180] 次に、焦点距離取得部13は、(1)式に基づいて参照画像2aについての焦点距離である参照焦点距離 f_m （図2、図4、図9）を取得する（ステップS16）。

[0181] 次に、処理は図20に戻されて、焦点距離取得部13は、得られた参照焦点距離 f_m をステレオカメラ300A1または300A2におけるズームカメラ32の焦点距離として取得する（ステップS530）。

[0182] フィールド校正Aまたはフィールド校正Bによれば、実サイズが未知の校正用対象物が未知の撮像距離において、撮像系との空間的な関係が保たれた状態で撮像されて基準画像1aおよび参照画像2aが取得される。

[0183] そして、基準画像1aおよび参照画像2aにおける校正用対象物62の像

サイズ W_s および W_m を用いて、(1)式、すなわち、基準焦点距離 f_s の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、参照焦点距離 f_m の値が取得される。

[0184] したがって、フィールド校正Aまたはフィールド校正Bによれば、ズームカメラを備えたステレオカメラにおいて、基準画像を得たとき既知の基準焦点距離 f_s を持つ撮像光学系の光学中心と、参照画像を得たときの未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像光学系の光学中心との光軸方向における位置が等しい、または略等しくなる場合に、校正対象物の撮像距離および実サイズの情報が必要としない簡素な測定環境で短時間に取得できる校正用のデータに基づいて、高速に参照焦点距離 f_m を取得することができ、使用現場でのステレオカメラの校正頻度を高めることができる。

[0185] また、フィールド校正Aによれば、単焦点カメラ31とズームカメラ32とが撮像に用いられるので、基準画像1aと第1基準画像1bとを同時または略同時に測定することができる。

[0186] したがって、校正用対象物62と、撮像系（単焦点カメラ31およびズームカメラ32）との空間的な関係を保った状態で基準画像1aと第1基準画像1bを取得することができ、参照焦点距離 f_m の取得精度を向上させることができる。

[0187] また、フィールド校正Aによれば、単焦点カメラ31とズームカメラ32とが同時または略同時に校正用対象物を撮像できるので動体を校正用対象物として採用することができる。

[0188] また、フィールド校正Aによれば、校正用対象物62における同一サイズの部位をそれぞれ1回ずつ単焦点カメラ31とズームカメラ32とで同時または略同時に撮像することによって校正用の画像データが取得できるので、疑似画像53の生成の対象となる被写体自体が、例えば、図7および図8で説明した手法などを適用可能な特徴部を有している場合には、該被写体自体を校正用対象物として採用することができる。

[0189] ◎焦点距離のフィールド校正C：

焦点距離のフィールド校正Cは、例えば、ズームカメラ32のズームによってずれ量d（図3）が変動するステレオカメラ300Bのうち、撮像時のずれ量dの値を検出して情報処理装置200Aへと供給可能なステレオカメラ300B（以下、「ステレオカメラ300B1」と称する）におけるズームカメラ32などの焦点距離のフィールド校正として行われる。

[0190] なお、フィールド校正Cの対象は、ステレオカメラ300B1に限定されず、ステレオカメラ300Aおよび300Bのうち、撮像時のずれ量dの値を情報処理装置200Aが取得可能なステレオカメラであれば、フィールド校正Cの適用対象となる。

[0191] 図10は、ステレオカメラ300B1におけるズームカメラ32の焦点距離のフィールド校正C用のデータの取得の1例を説明する図である。

[0192] 図10では、ある未知の撮像距離に設置された実サイズが既知の1つの校正用対象物63が、ステレオカメラ300B1の各カメラのうち、焦点距離が既知の基準焦点距離 f_s （焦点距離 f_1 ）である単焦点カメラ31と、焦点距離が未知の参照焦点距離 f_m である該ズームカメラ32とのそれぞれによって1回ずつ測定されて基準画像1aおよび参照画像2aが得られている。

[0193] さらに、図10では、ズームカメラ32の未知の参照焦点距離 f_m を求めるフィールド校正に使用するために、基準画像1aおよび参照画像2aのそれぞれにおける校正用対象物63の像サイズ W_s および像サイズ W_m が取得される様子が示されている。

[0194] 図10に示される主光線6aおよび6bは、校正用対象物63の外縁部からの反射光のうち光学中心3aおよび3bをそれぞれ通る各主光線である。

[0195] ここで、ずれ量dは、例えば、ズームの駆動制御値51に応じたずれ量dの値を表現した情報と、撮像時の駆動制御値51とに基づいて推定されるずれ量dの値、または、予め操作部42を介して格納部47に記憶されたずれ量dの既知の値などである。

[0196] なお、図10～図12においては、単焦点カメラ31の光学中心3aがズ

ームカメラ 3 2 の光学中心 3 b よりも校正用対象物に近い例が表示されているが、光学中心 3 b が光学中心 3 a よりも校正用対象物に近い場合でも本願発明の有用性を損なうものではない。

[0197] また、校正用対象物 6 3 は、実サイズ S が既知である対象物であり、実サイズ S の値は、予めフィールド校正用情報格納部 4 7 a に格納されている。

[0198] 校正用対象物 6 3 としては、具体的には、専用設計された校正用チャートその他、例えば、コインまたはペットボトルのキャップなどの円筒状の大きさ（直径）が規格化されたものを採用することができる。

[0199] 校正用対象物 6 3 は、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とのそれぞれによって一回ずつ撮像されており、単焦点カメラ 3 1 が撮像素子 5 a を用いて撮像したときには、校正用対象物 6 3 の像 6 3 s は、第 1 基準画像 1 b に形成され、その像サイズは、像サイズ W s である。

[0200] また、校正用対象物 6 3 をズームカメラ 3 2 が撮像素子 5 b を用いて撮像したときには、校正用対象物 6 3 の像 6 3 m は、参照画像 2 a に形成され、その像サイズは、像サイズ W m である。

[0201] なお、像サイズ W s および W m の取得については、フィールド校正 A と同様に行うことができる。

[0202] 図 1 0 では、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 のそれぞれの光学中心 3 a および 3 b 、撮像素子 5 a および撮像素子 5 b 、ならびに校正用対象物 6 3 についての位置関係の把握を容易にするために、光軸 4 a および 4 b が一致するように表示されている。

[0203] フィールド校正 C において、像サイズ W s および W m 、実サイズ S 、ならびにずれ量 d が取得されると、参照焦点距離 f m は（2）式によって与えられる。

[0204] [数2]

$$f_m = f_s \times W_m / W_s + d \times W_m / S \quad \cdots (2)$$

[0205] なお、フィールド校正 A における参照焦点距離 f m の演算式は、（2）式

に限定されず各種補正係数等を追加等可能であることは（１）式と同様である。

[0206] 次にフィールド校正Ｃに係る情報処理装置２００Ａの動作フローについて説明する。

[0207] 図２１は、後述する図１６または図１９の動作フローのうちズームカメラ３２の焦点距離のフィールド校正（ステップＳ２４２）に係る動作フローの１例を示す図であり、上述したフィールド校正Ｃに対応した動作フローの１例を示す図でもある。

[0208] また、図２６は、図２１の動作フローのうちフィールド校正Ｃにおける基準画像１ａと参照画像２ａとの取得（ステップＳ５１４）に係る動作フローの１例を示す図である。

[0209] ステレオカメラ３００Ｂ１が情報処理装置２００Ａに接続された状態で、図２１に示される処理が開始されると、ステレオカメラ３００Ｂ１についての特定情報に基づいて、ステップＳ５１４の基準画像１ａと参照画像２ａとの取得の処理が開始され、処理は、図２６のステップＳ６１８に移される。

[0210] ステップＳ６１８においては、ＣＰＵ１１Ａの制御によってステレオカメラ３００Ｂ１の各カメラが、ある位置に設置されたサイズが既知の校正用対象物６３を１回ずつ測定する。

[0211] なお、このときズームカメラ３２の撮像光学系９ｂは、ズーム制御部１７の制御によって未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定されている。

[0212] また、単焦点カメラ３１とズームカメラ３２との撮像動作においては、フィールド校正Ａと同様に校正用対象物６３と、撮像系（単焦点カメラ３１およびズームカメラ３２）との空間的な関係を保った状態で撮像が行われる。

[0213] 次に、焦点距離取得部１３は、ステレオカメラ３００Ｂ１の単焦点カメラ３１が撮像した画像（第１画像 g_1 ）と、ズームカメラ３２が撮像した画像（第２画像 g_2 ）とをそれぞれ基準画像１ａ（図１０）と参照画像２ａ（図１０）として取得する（ステップＳ６２０）。

- [0214] 基準画像 1 a および参照画像 2 a が取得されると、第 2 演算処理（図 2 1 の S 5 2 4）が開始され、処理は、図 3 1 のステップ S 3 2 へと移される。
- [0215] 図 3 1 は、図 2 1 の動作フローのうち第 2 演算処理（ステップ S 5 2 4）に係る動作フローの 1 例を示す図である。
- [0216] 先ず、焦点距離取得部 1 3 は、基準画像 1 a についての焦点距離である基準焦点距離 f_s （図 2、図 1 0）をフィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 3 2）。
- [0217] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、基準画像 1 a を撮像した単焦点カメラ 3 1 の撮像光学系 9 a の光軸 4 a 方向における光学中心 3 a と、参照画像 2 a を撮影したズームカメラ 3 2 の撮像光学系 9 b の光軸 4 b 方向の光学中心位置 3 b とのずれ量 d （図 1 0）を、フィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 3 4）。
- [0218] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、校正用対象物 6 3（図 1 0）の所定部分の実サイズ S （図 1 0）をフィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 3 6）。
- [0219] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、基準画像 1 a のうち、校正用対象物 6 3 の該所定部分に対応した像 6 3 s の像サイズ W_s （図 1 0）を測定する（ステップ S 3 8）。
- [0220] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、参照画像 2 a のうち像 6 3 s に対応した像 6 3 m の像サイズ W_m （図 1 0）を測定する（ステップ S 4 0）。
- [0221] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、(2)式に基づいて参照画像 2 a についての焦点距離である参照焦点距離 f_m （図 1 0）を取得する（ステップ S 4 2）。
- [0222] 参照焦点距離 f_m が取得されると、処理は図 2 1 に戻されて、焦点距離取得部 1 3 は、得られた参照焦点距離 f_m をステレオカメラ 3 0 0 B 1 におけるズームカメラ 3 2 の焦点距離として取得する（ステップ S 5 3 4）。
- [0223] フィールド校正 C によれば、実サイズが未知の校正用対象物が未知の撮像距離において、撮像系との空間的な関係が保たれた状態でステレオカメラ 3

00B1の単焦点カメラ31およびズームカメラ32のそれぞれによって1回ずつ撮像されて基準画像1aおよび参照画像2aが取得される。

[0224] そして、基準画像1aおよび参照画像2aにおける校正用対象物62の像サイズ W_s および W_m と、校正用対象物63の実サイズ S 、ならびに既知のずれ量 d を用いて(2)式、すなわち、基準焦点距離 f_s の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、参照焦点距離 f_m の値が取得される。

[0225] したがって、フィールド校正Cによれば、ズームカメラを備えたステレオカメラにおいて、基準画像を得たとき既知の基準焦点距離 f_s を持つ撮像光学系の光学中心と、参照画像を得たときの未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像光学系の光学中心とのずれ量 d が既知であり、校正用対象物の実サイズが既知である場合には、校正対象物の撮像距離の情報を必要としない簡素な測定環境で短時間に取得できる校正用のデータに基づいて、高速に参照焦点距離 f_m を取得することができ、使用現場でのステレオカメラの校正頻度を高めることができる。

[0226] また、フィールド校正Cによれば、単焦点カメラ31とズームカメラ32とが撮像に用いられるので、基準画像1aと第1基準画像1bとを同時または略同時に測定することができる。

[0227] 従って、校正用対象物63と、撮像系(単焦点カメラ31およびズームカメラ32)との空間的な関係を保った状態で基準画像1aと第1基準画像1bを取得することができ、参照焦点距離 f_m の取得精度を向上させることができる。

[0228] また、単焦点カメラ31とズームカメラ32とが同時または略同時に校正用対象物を撮像できるので動体を校正用対象物として採用することができる。

[0229] また、フィールド校正Cによれば、校正用対象物63における既知サイズの所定部位をそれぞれ1回ずつ単焦点カメラ31とズームカメラ32とで同時または略同時に撮像することによって校正用の画像データが取得できるので、疑似画像53の生成の対象となる被写体自体が、図7および図8で説明

した手法を適用可能な特徴部を有している場合には、該被写体自体を校正用対象物として採用することができる。

[0230] なお、ステレオカメラ 300B1 においては、ステレオカメラ 300A2 についてのフィールド校正 B と同様に、基準画像 1a を撮像する撮像装置として、単焦点カメラ 31 に代えて、撮像光学系 9b の駆動範囲の端部または、近接スイッチ位置などの撮像光学系 9b の位置制御の再現性が高いポジションであって、かつ、撮像光学系 9b の焦点距離が既知であるズームカメラ 32 を採用したとしても、本発明の有用性を損なうものではない。

[0231] ◎焦点距離のフィールド校正 D および E :

焦点距離のフィールド校正 D は、例えば、ずれ量 d (図 3) が変動するステレオカメラ 300B におけるズームカメラ 32 などの焦点距離のフィールド校正である。

[0232] また、焦点距離のフィールド校正 E は、例えば、ずれ量 d (図 3) が変動するステレオカメラ 300B のうち、ズームカメラ 32 の撮像光学系 9b がズームに係る駆動範囲の端部などの構造的な当り位置、または、位置センサ等により撮像光学系 9b の光学的状態を検出可能な位置などにおける撮像光学系 9b の焦点距離 f_2 の値が既知であり、その値をステレオカメラ内部に設けられた不図示の記憶部などを介して情報処理装置 200A に供給可能なステレオカメラ 300B (以下、「ステレオカメラ 300B2」と称する) におけるズームカメラ 32 などの焦点距離のフィールド校正である。

[0233] なお、撮像光学系 9b の焦点距離 f_2 の値が既知である上述した撮像光学系 9b の位置 (光学的状態) は、撮像光学系 9b についての位置制御の再現性が高い位置である。

[0234] 図 11 は、ステレオカメラ 300B (図 3) における焦点距離のフィールド校正 D 用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

[0235] 図 11 では、1 つの校正用対象物 64 が、互いに異なる 2 つの未知の撮像距離に設置されて、各撮像距離毎にステレオカメラ 300B の各カメラのそれぞれによって 1 回ずつ測定され、合計 4 枚の画像がフィールド校正用に測

定される様子が、各カメラの光学中心 3 a、3 b の配置関係を分かりやすく表示するために、1 つの図に表示されている。

[0236] さらに、図 1 1 の表示においては、図 1 1 の左側に表示された校正用対象物 6 4 およびステレオカメラ 3 0 0 B と、図 1 1 の右側に表示された校正用対象物 6 4 およびステレオカメラ 3 0 0 B とのそれぞれについて、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 のそれぞれの光学中心 3 a および 3 b、撮像素子 5 a および撮像素子 5 b、ならびに校正用対象物 6 3 についての位置関係の把握を容易にするために、光軸 4 a および 4 b が一致するように表示されている。

[0237] 図 1 1 に示される主光線 6 a および 6 b は、2 つの異なる撮像距離に設置された各校正用対象物 6 4 のそれぞれの外縁部からの反射光のうち光学中心 3 a および 3 b をそれぞれ通る各主光線である。

[0238] ここでは、先ず、図 1 1 の左側に表示された校正用対象物 6 4 を撮像するステレオカメラ 3 0 0 B から説明する。

[0239] 図 1 1 の左側の図において、第 1 基準画像 1 b は、単焦点カメラ 3 1 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 a によって撮像した画像であり、像 6 4 s 1 は、第 1 基準画像 1 b における校正用対象物 6 4 の像である。また、像サイズ W_{s1} は、像 6 4 s 1 の像サイズである。

[0240] また、第 1 参照画像 2 b は、ズームカメラ 3 2 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 4 m 1 は、第 1 参照画像 2 b における校正用対象物 6 4 の像である。像 6 4 m 1 の像サイズは像サイズ W_{m1} である。

[0241] ここで、第 1 基準画像 1 b と第 1 参照画像 2 b とは、例えば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが同時または略同時に撮像を行うことによって、校正用対象物 6 4 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。

[0242] 次に、図 1 1 の右側に表示された校正用対象物 6 4 を撮像するステレオカメラ 3 0 0 B について説明する。

- [0243] なお、図 1 1 の右側の図に表示された校正用対象物 6 4 は、図 1 1 の左側に表示された校正用対象物 6 4 に対して Z 軸方向の負側に配置されており、図 1 1 の左側の校正用対象物 6 4 よりも近い撮像距離で撮像されている。
- [0244] なお、図 1 1 の右側の図に表示された校正用対象物 6 4 が、図 1 1 の左側に表示された校正用対象物 6 4 に対して Z 軸方向の正側に配置されてもよい。
- [0245] 図 1 1 の右側の図において、第 2 基準画像 1 c は、単焦点カメラ 3 1 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 a によって撮像した画像であり、像 6 4 s 2 は、第 2 基準画像 1 c における校正用対象物 6 4 の像である。また、像 6 4 s 2 の像サイズは像サイズ W_{s2} である。
- [0246] また、第 2 参照画像 2 c は、ズームカメラ 3 2 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 4 m 2 は、第 2 参照画像 2 c における校正用対象物 6 4 の像である。像 6 4 m 2 から測定された像サイズは像サイズ W_{m2} である。
- [0247] ここで、第 2 基準画像 1 c と第 2 参照画像 2 c とは、例えば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが同時または略同時に撮像を行うことによって、校正用対象物 6 4 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。
- [0248] なお、図 1 1 では、1 つの校正用対象物 6 4 が 2 つの異なる撮像距離に設置されて、撮像距離毎に順次に、ステレオカメラ 3 0 0 B による撮像が行われているが、相互に異なる撮像距離に設置された同一または略同一サイズの 2 つの校正用対象物の両方を、ステレオカメラ 3 0 0 B の単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とのそれぞれによって 1 回ずつ撮像したとしても、撮像された計 2 つの画像から上述した像サイズ W_{s1} および W_{s2} 、ならびに像サイズ W_{m1} および W_{m2} を取得することができるので本発明の有用性を損なうものではない。
- [0249] 図 1 2 は、ステレオカメラ 3 0 0 B 2 を用いて行われる焦点距離のフィールド校正 E 用のデータの取得の 1 例を説明する図である。

- [0250] 図 1 2 では、1 つの校正用対象物 6 4 が、互いに異なる 2 つの未知の撮像距離に設置されて、各撮像距離毎に校正用対象物 6 4 がステレオカメラ 3 0 0 B のうちズームカメラ 3 2 のみによって 2 回ずつ測定され、合計 4 枚の画像がフィールド校正用に測定される様子が、各カメラの光学中心 3 a、3 b の配置関係を分かりやすく表示するために、図 1 1 と同様に 1 つの図に表示されている。
- [0251] なお、ズームカメラ 3 2 は、ズームカメラ 3 2 が撮像光学系 9 b の駆動範囲の端部または、近接スイッチ位置などの撮像光学系 9 b の位置制御の再現性が高いポジションであって、かつ、焦点距離が既知の基準焦点距離 f_s である光学的状態と、ズーミングによって焦点距離が未知の参照焦点距離 f_m である光学的状態とのそれぞれの光学的状態において校正用対象物 6 4 の撮像に使用されている。
- [0252] さらに、図 1 2 の表示においては、図 1 2 の左側に表示された校正用対象物 6 4 およびズームカメラ 3 2 と、図 1 2 の右側に表示された校正用対象物 6 4 およびズームカメラ 3 2 とのそれぞれについて、異なる 2 つ焦点距離を持つズームカメラ 3 2 のそれぞれ各光学中心 3 b、撮像素子 5 b、ならびに校正用対象物 6 4 についての位置関係の把握を容易にするために、異なる 2 つの焦点距離についての光軸 4 b が一致するように表示されている。
- [0253] 図 1 2 の左側の図において、第 1 基準画像 1 b は、既知の基準焦点距離 f_s をもつズームカメラ 3 2 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 4 s 1 は、第 1 基準画像 1 b における校正用対象物 6 4 の像である。また、像サイズ $W_s 1$ は、像 6 4 s 1 の像サイズである。
- [0254] また、第 1 参照画像 2 b は、未知の参照焦点距離 f_m をもつズームカメラ 3 2 が校正用対象物 6 4 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 4 m 1 は、第 1 参照画像 2 b における校正用対象物 6 4 の像である。また、像 6 4 m 1 の像サイズは像サイズ $W_m 1$ である。
- [0255] ここで、第 1 基準画像 1 b と第 1 参照画像 2 b とは、例えば、校正用対象物 6 4 がズームカメラ 3 2 に対して相対的に静止した状態で、各焦点距離を

持つズームカメラ 32 が撮像を行うことによって、校正用対象物 64 と、撮像系（ズームカメラ 32）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。

[0256] 次に、図 12 の右側に表示された校正用対象物 64 を撮像するステレオカメラ 300B について説明する。

[0257] なお、図 12 の右側の図に表示された校正用対象物 64 は、図 11 の場合と同様に、図 12 の左側の校正用対象物 64 よりも近い撮像距離で撮像されている。

[0258] 図 12 の右側の図において、第 2 基準画像 1c は、既知の参照焦点距離 f_m を持つズームカメラ 32 が校正用対象物 64 を撮像素子 5a によって撮像した画像であり、像 64s2 は、第 2 基準画像 1c における校正用対象物 64 の像である。また、像 64s2 の像サイズは像サイズ W_{s2} である。

[0259] また、第 2 参照画像 2c は、既知の参照焦点距離 f_m を持つズームカメラ 32 が校正用対象物 64 を撮像素子 5b によって撮像した画像であり、像 64m2 は、第 2 参照画像 2c における校正用対象物 64 の像である。像 64m2 から測定された像サイズは像サイズ W_{m2} である。

[0260] ここで、図 12 の左側の場合と同様にして、校正用対象物 64 と、撮像系（ズームカメラ 32）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。

[0261] また、図 12 においても、図 11 の場合と同様に、異なる焦点距離を持つズームカメラ 32 の光学的状態毎に、それぞれ異なる撮像距離に配置された同一またはほぼ同一サイズの 2 つの校正用対象物を同時に撮像したとしても本発明の有用性を損なうものではない。

[0262] フィールド校正 D またはフィールド校正 E において、像サイズ W_{s1} 、 W_{s2} 、 W_{m1} 、および W_{m2} が取得されると、参照焦点距離 f_m は、各像サイズと、フィールド校正用情報格納部 47a に格納された基準焦点距離 f_s とを用いて (3) 式によって与えられる。

[0263]

[数3]

$$f_m = f_s \times (1/W_{s2} - 1/W_{s1}) / (1/W_{m2} - 1/W_{m1}) \cdots (3)$$

- [0264] なお、フィールド校正DおよびEにおける参照焦点距離 f_m の演算式は、(3) 式に限定されず、フィールド校正Aと同様に、例えば、歪曲収差補正係数、平行化処理のための係数などを、所望される参照焦点距離 f_m の精度に応じて(3) 式に適宜付加したとしても本発明の有用性を損なうものではない。
- [0265] 次にフィールド校正DおよびEに係る情報処理装置200Aの動作フローについて説明する。
- [0266] 図22は、後述する図16または図19の動作フローのうちズームカメラ32の焦点距離のフィールド校正(ステップS244)に係る動作フローの1例を示す図であり、上述したフィールド校正DおよびEに対応した動作フローの1例を示す図でもある。
- [0267] また、図27は、図22の動作フローのうちフィールド校正Dにおける第1基準画像1b、第2基準画像1c、第2基準画像1cおよび第2参照画像2cの取得(ステップS516)に係る動作フローの1例を示す図である。
- [0268] ステレオカメラ300Bが情報処理装置200Aに接続された状態で、図20に示される処理が開始されると、ステレオカメラ300Bについての特定情報に基づいて、CPU11Aがフィールド校正DまたはF(後述)の実施が可能であることを表示部43に表示し、操作者がフィールド校正Dを選択した校正手法特定情報に従って、ステップS516における各画像の取得の処理が開始され、処理は、図27のステップS622に移される。
- [0269] ステップS622においては、CPU11Aの制御によってステレオカメラ300Bの各カメラが、ある位置に設置されたサイズが未知の校正用対象物64を1回ずつ測定する。
- [0270] なお、このときズームカメラ32の撮像光学系9bは、ズーム制御部17の制御によって未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定さ

れている。

- [0271] また、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 との撮像においては、例えば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 との撮像を同時または略同時に行うことなどによって、校正用対象物 6 2 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係を保った状態で撮像が行われる。
- [0272] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、ステレオカメラ 3 0 0 A 1 の単焦点カメラ 3 1 が撮像した画像（第 1 画像 g 1）と、ズームカメラ 3 2 が撮像した画像（第 2 画像 g 2）とをそれぞれ第 1 基準画像 1 b（図 1 1）と第 1 参照画像 2 b（図 1 1）として取得する（ステップ S 6 2 4）。
- [0273] 次に、CPU 1 1 A の制御によりステレオカメラ 3 0 0 A の各カメラが設置位置が移動された該校正用対象物を 1 回ずつ測定する（ステップ S 6 2 6）。
- [0274] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、単焦点カメラ 3 1 が撮像した画像を第 2 基準画像 1 a として、ズームカメラ 3 2 が撮像した画像を第 2 参照画像 2 a として取得する（ステップ S 6 2 8）。
- [0275] 第 1 基準画像 1 b、第 2 基準画像 1 c、第 1 参照画像 2 b、および第 2 参照画像 2 c が取得されると、第 3 演算処理（図 2 2 のステップ S 5 2 2）が開始され、処理は、図 3 2 のステップ S 2 0 へと移される。
- [0276] また、図 2 8 は、図 2 2 の動作フローのうちフィールド校正 E における第 1 基準画像 1 b、第 2 基準画像 1 c、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c の取得（ステップ S 5 1 7）に係る動作フローの 1 例を示す図である。
- [0277] ステレオカメラ 3 0 0 B 2 が情報処理装置 2 0 0 A に接続された状態で、図 2 2 に示される処理が開始されると、ステレオカメラ 3 0 0 B 2 についての特定情報に基づいて、ステップ S 5 1 7 の第 1 基準画像 1 b、第 2 基準画像 1 c、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c の取得の処理が開始され、処理は、図 2 8 のステップ S 6 3 0 に移される。
- [0278] ステップ S 6 3 0 においては、まず、ズーム制御部 1 7 は、ステレオカメラ 3 0 0 B 2 のズームカメラ 3 2 のズーミングを制御して、撮像光学系 9 b

の状態を、既知の基準焦点距離 f_s (図 12) を持つ光学的状態に変動させる。

[0279] 次に、CPU 11A の制御によって該ズームカメラ 32 は、ある位置に設置されたサイズが未知の校正用対象物 64 を 1 回測定する。

[0280] 次に、焦点距離取得部 13 は、該ズームカメラ 32 が撮像した画像 (第 2 画像 g_2) を第 1 基準画像 1b (図 12) として取得する。

[0281] 次に、ズーム制御部 17 は、ズームカメラ 32 のズーミングを制御して撮像光学系 9b を、未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定する。

[0282] 次に、CPU 11A の制御によってズームカメラ 32 が校正用対象物 64 を測定し、焦点距離取得部 13 は、測定された画像 (第 2 画像 g_2) を第 1 参照画像 2b として取得する (ステップ S632)。

[0283] なお、フィールド校正 E においても、校正用対象物と、各撮像系との空間的な関係を保った状態で第 1 基準画像 1b と第 1 参照画像 2b との取得を行うために、校正用対象物 64 がズームカメラ 32 に対して相対的に静止した状態で、第 1 基準画像 1b と第 1 参照画像 2b とが撮像される。

[0284] また、ここでは、第 1 基準画像 1b を先に撮像する例を説明したが、第 1 参照画像 2b を先に撮像しても本発明の有用性を損なうものではない。

[0285] 次に、ズーム制御部 17 は、ステレオカメラ 300B2 のズームカメラ 32 のズーミングを制御して、撮像光学系 9b の状態を、既知の基準焦点距離 f_s (図 12) を持つ光学的状態に再度変動させる。

[0286] 次に、CPU 11A の制御によって該ズームカメラ 32 は、異なる撮像位置に設置された校正用対象物 64 を 1 回測定し、焦点距離取得部 13 は、該ズームカメラ 32 が撮像した画像 (第 2 画像 g_2) を第 2 基準画像 1c (図 12) として取得する (ステップ S634)。

[0287] 次に、ズーム制御部 17 は、ズームカメラ 32 のズーミングを制御して撮像光学系 9b を、未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に再度設定する。

- [0288] 次に、CPU 11Aの制御によってズームカメラ32が校正用対象物64を測定し、焦点距離取得部13は、測定された画像（第2画像g2）を第2参照画像2cとして取得する（ステップS636）。
- [0289] なお、フィールド校正Eにおいても、校正用対象物と、各撮像系との空間的な関係を保った状態で第2基準画像1cと第2参照画像2cとの取得を行うために、校正用対象物64がズームカメラ32に対して相対的に静止した状態で、第2基準画像1cと第2参照画像2cとが撮像される。
- [0290] また、ここでは、第2基準画像1cを先に撮像する例を説明したが、第2参照画像2cを先に撮像しても本発明の有用性を損なうものではない。
- [0291] 第1基準画像1b、第2基準画像1c、第1参照画像2b、および第2参照画像2cが取得されると、第3演算処理（図22のステップS522）が開始され、処理は、図32のステップS20へと移される。
- [0292] 図32は、図22の動作フローのうち第3演算処理（ステップS522）に係る動作フローの1例を示す図である。
- [0293] 先ず、焦点距離取得部13は、第1基準画像1b（図2、図11、図12）および第2基準画像1c（図2、図11、図12）についての焦点距離である基準焦点距離 f_s （図2、図11、図12）をフィールド校正用情報格納部47aから取得する（ステップS20）。
- [0294] 次に、焦点距離取得部13は、第1基準画像1bにおける校正用対象物64（図11、図12）の像64s1（図11、図12）の像サイズ W_{s1} （図11、図12）を測定する（ステップS22）。
- [0295] 次に、焦点距離取得部13は、第1参照画像2bのうち像64s1に対応した像64m1（図11、図12）の像サイズ W_{m1} （図11、図12）を測定する（ステップS24）。
- [0296] 次に、焦点距離取得部13は、第2基準画像1cにおける校正用対象物64の像64s2（図11、図12）の像サイズ W_{s2} （図11、図12）を測定する（ステップS26）。
- [0297] 次に、焦点距離取得部13は、第2参照画像2cのうち像64s2に対応

した像 6 4 m 2 の像サイズ W_{m2} (図 1 1、図 1 2) を測定する (ステップ S 2 8)。

[0298] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、(3)式に基づいて各参照画像についての焦点距離である参照焦点距離 f_m を取得する (ステップ S 3 0)。

[0299] 次に、処理は図 2 2 に戻されて、焦点距離取得部 1 3 は、得られた参照焦点距離 f_m をステレオカメラ 3 0 0 B または 3 0 0 B 2 におけるズームカメラ 3 2 の焦点距離として取得する (ステップ S 5 3 2)。

[0300] フィールド校正 D またはフィールド校正 E によれば、実サイズが未知の校正用対象物 6 4 が異なる 2 つの未知の撮像距離のそれぞれにおいて撮像系との空間的な関係が保たれた状態で撮像されて第 1 基準画像 1 b および第 1 参照画像 2 b と、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c とが取得される。

[0301] そして、第 1 基準画像 1 b および第 1 参照画像 2 b における校正用対象物 6 4 の像サイズ W_{s1} および W_{m1} と、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c とにおける校正用対象物 6 4 の像サイズ W_{s2} および W_{m2} とを用いて、(3)式、すなわち、基準焦点距離 f_s の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、参照焦点距離 f_m の値を取得できる。

[0302] したがって、フィールド校正 D またはフィールド校正 E によれば、ズームカメラを備えたステレオカメラにおいて、基準画像を得たとき既知の基準焦点距離 f_s を持つ撮像光学系の光学中心と、参照画像を得たときの未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像光学系の光学中心とのずれ量 d が未知である場合でも、校正対象物の撮像距離および実サイズの情報を必要としない簡素な測定環境で短時間に取得できる校正用のデータに基づいて、高速に参照焦点距離 f_m を取得することができ、使用現場でのステレオカメラの校正頻度を高めることができる。

[0303] フィールド校正 D によれば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが撮像に用いられるので、第 1 基準画像 1 b および第 1 参照画像 2 b、ならびに第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c のそれぞれを同時または略同時に測定することができる。

- [0304] 従って、校正用対象物 6 4 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係を保った状態で基準画像 1 a と第 1 基準画像 1 b を取得することが容易となり、参照焦点距離 f_m の取得精度を向上させることができる。
- [0305] また、フィールド校正 D によれば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが同時または略同時に校正用対象物を撮像できるので動体を校正用対象物として採用することができる。
- [0306] また、フィールド校正 D によれば、校正用対象物 6 4 における同一サイズの部位を、校正用対象物 6 4 が異なる位置に置かれた状態で、それぞれ 1 回ずつ単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とで同時または略同時に撮像することによって校正用の画像データが取得できるので、疑似画像 5 3 の生成の対象となる被写体自体が、例えば、図 7 および図 8 で説明した手法を適用可能な特徴部を有している場合などには、該被写体自体を校正用対象物として採用することができ、校正頻度を向上させることができる。
- [0307] ◎焦点距離のフィールド校正 F :
- 焦点距離のフィールド校正 F は、フィールド校正 D と同様に、ずれ量 d （図 3）が変動するステレオカメラ 3 0 0 B におけるズームカメラ 3 2 の焦点距離のフィールド校正である。ただし、フィールド校正 F では、ずれ量 d の値も取得することができる。
- [0308] 図 1 3 は、ステレオカメラ 3 0 0 B（図 3）における焦点距離のフィールド校正 F 用のデータの取得の 1 例を説明する図である。
- [0309] 図 1 3 では、実サイズが既知の実サイズ S_1 である第 1 校正用対象物 6 6 と、実サイズが既知の実サイズ S_2 である第 2 校正用対象物 6 7 とが、互いに異なる 2 つの未知の撮像距離に設置されて、各校正用対象物毎にステレオカメラ 3 0 0 B の各カメラのそれぞれによって 1 回ずつ測定され、合計 4 枚の画像がフィールド校正用に測定される様子が、各カメラの光学中心 3 a、3 b の配置関係を分かりやすく表示するために、1 つの図に表示されている。

- [0310] さらに、図 1 3 の表示においては、図 1 3 の左側に表示された第 1 第 1 校正用対象物 6 6 およびステレオカメラ 3 0 0 B と、図 1 3 の右側に表示された第 2 校正用対象物 6 7 およびステレオカメラ 3 0 0 B とのそれぞれについて、単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2 のそれぞれの光学中心 3 a および 3 b、撮像素子 5 a および撮像素子 5 b、ならびに各校正用対象物についての位置関係の把握を容易にするために、光軸 4 a および 4 b が一致するように表示されている。
- [0311] 図 1 3 に示される主光線 6 a および 6 b は、2 つの異なる撮像距離に設置された第 1 第 1 校正用対象物 6 6 および 6 7 のそれぞれの外縁部からの反射光のうち光学中心 3 a および 3 b をそれぞれ通る各主光線である。
- [0312] ここでは、先ず、図 1 3 の左側に表示された第 1 第 1 校正用対象物 6 6 を撮像するステレオカメラ 3 0 0 B から説明する。
- [0313] 図 1 3 の左側の図において、第 1 基準画像 1 b は、単焦点カメラ 3 1 が第 1 第 1 校正用対象物 6 6 を撮像素子 5 a によって撮像した画像であり、像 6 6 s 1 は、第 1 基準画像 1 b における第 1 第 1 校正用対象物 6 6 の像である。また、像サイズ W_{s1} は、像 6 6 s 1 の像サイズである。
- [0314] また、第 1 参照画像 2 b は、ズームカメラ 3 2 が第 1 第 1 校正用対象物 6 6 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 6 m 1 は、第 1 参照画像 2 b における第 1 第 1 校正用対象物 6 6 の像である。像 6 6 m 1 の像サイズは像サイズ W_{m1} である。
- [0315] ここで、第 1 基準画像 1 b と第 1 参照画像 2 b とは、例えば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが同時または略同時に撮像を行うことによって、第 1 第 1 校正用対象物 6 6 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。
- [0316] 次に、図 1 3 の右側に表示された第 2 校正用対象物 6 7 を撮像するステレオカメラ 3 0 0 B について説明する。
- [0317] 図 1 3 の右側の図に表示された第 2 校正用対象物 6 7 は、図 1 3 の左側に表示された第 1 第 1 校正用対象物 6 6 に対して Z 軸方向の負側に配置されて

おり、図 1 3 の左側の第 1 第 1 校正用対象物 6 6 よりも近い撮像距離で撮像されている。

[0318] なお、第 1 第 1 校正用対象物 6 6 が第 2 校正用対象物 6 7 に対して Z 軸方向の負側に配置されていてもよい。

[0319] 図 1 3 の右側の図において、第 2 基準画像 1 c は、単焦点カメラ 3 1 が第 2 校正用対象物 6 7 を撮像素子 5 a によって撮像した画像であり、像 6 7 s 2 は、第 2 基準画像 1 c における第 2 校正用対象物 6 7 の像である。また、像 6 7 s 2 の像サイズは像サイズ W_{s2} である。

[0320] また、第 2 参照画像 2 c は、ズームカメラ 3 2 が第 2 校正用対象物 6 7 を撮像素子 5 b によって撮像した画像であり、像 6 7 m 2 は、第 2 参照画像 2 c における第 2 校正用対象物 6 7 の像である。像 6 7 m 2 から測定された像サイズは像サイズ W_{m2} である。

[0321] ここで、第 2 基準画像 1 c と第 2 参照画像 2 c とは、例えば、単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とが同時または略同時に撮像を行うことによって、第 2 校正用対象物 6 7 と、撮像系（単焦点カメラ 3 1 およびズームカメラ 3 2）との空間的な関係が保たれた状態で撮像が行われている。

[0322] なお、図 1 3 では、第 1 第 1 校正用対象物 6 6 および 6 7 がそれぞれ異なる撮像距離に設置されて、校正用対象物毎に順次に、ステレオカメラ 3 0 0 B による撮像が行われているが、相互に異なる撮像距離に設置された第 1 第 1 校正用対象物 6 6 および 6 7 の両方を、ステレオカメラ 3 0 0 B の単焦点カメラ 3 1 とズームカメラ 3 2 とのそれぞれによって 1 回ずつ撮像したとしても、撮像された計 2 つの画像から上述した像サイズ W_{s1} および W_{s2} 、ならびに像サイズ W_{m1} および W_{m2} を取得することができるので本発明の有用性を損なうものではない。

[0323] フィールド校正 F において、像サイズ W_{s1} 、 W_{s2} 、 W_{m1} 、および W_{m2} と、実サイズ S_1 および S_2 と、基準焦点距離 f_s とが取得されると、参照焦点距離 f_m は (4) 式によって与えられる。

[0324]

[数4]

$$f_m = f_s \times (S2/Ws2 - S1/Ws1) / (S2/Wm2 - S1/Wm1) \cdots (4)$$

[0325] なお、フィールド校正Fにおける参照焦点距離 f_m の演算式は、(4)式に限定されず、フィールド校正Aと同様に、例えば、歪曲収差補正係数、平行化処理のための係数などを、所望される参照焦点距離 f_m の精度に応じて(4)式に適宜付加したとしても本発明の有用性を損なうものではない。

[0326] また、ステレオカメラ300Bにおいては、ステレオカメラ300A2についてのフィールド校正Bと同様に、第1基準画像1bおよび第2基準画像1cを撮像する撮像装置として、単焦点カメラ31に代えて、撮像光学系9bの駆動範囲の端部または、近接スイッチ位置などの撮像光学系9bの位置制御の再現性が高いポジションであって、かつ、撮像光学系9bの焦点距離が既知であるズームカメラ32を採用したとしても、本発明の有用性を損なうものではない。

[0327] また、第1校正用対象物66および第2校正用対象物67としては、具体的には、専用設計された校正用チャートその他、例えば、コインまたはペットボトルのキャップなどの円筒状の大きさ(直径)が規格化されたものを採用することができる。

[0328] 次にフィールド校正Fに係る情報処理装置200Aの動作フローについて説明する。

[0329] 図23は、後述する図16または図19の動作フローのうちズームカメラ32の焦点距離のフィールド校正(ステップS246)に係る動作フローの1例を示す図であり、上述したフィールド校正Fに対応した動作フローの1例を示す図でもある。

[0330] また、図29は、図23の動作フローのうちフィールド校正Eにおける第1基準画像1b、第2基準画像1c、第2基準画像1cおよび第2参照画像2cの取得(ステップS518)に係る動作フローの1例を示す図である。

[0331] ステレオカメラ300Bが情報処理装置200Aに接続された状態で、図

20に示される処理が開始されると、ステレオカメラ300Bについての特定情報に基づいて、CPU11Aがフィールド校正DまたはFの実施が可能であることを表示部43に表示し、操作者がフィールド校正Fを選択した校正手法特定情報に従って、ステップS518における各画像の取得の処理が開始され、処理は、図29のステップS640に移される。

[0332] ステップS640においては、CPU11Aの制御によってステレオカメラ300Bの各カメラが、ある未知の撮像距離に設置された第1第1校正用対象物66を1回ずつ測定する。

[0333] なお、このときズームカメラ32の撮像光学系9bは、ズーム制御部17の制御によって未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像時の光学的状態に設定されている。

[0334] また、単焦点カメラ31とズームカメラ32との撮像においては、例えば、単焦点カメラ31とズームカメラ32との撮像を同時または略同時に行うことなどによって、第1校正用対象物66と、撮像系（単焦点カメラ31およびズームカメラ32）との空間的な関係を保った状態で撮像が行われる。

[0335] 次に、焦点距離取得部13は、ステレオカメラ300Bの単焦点カメラ31が撮像した画像（第1画像 g_1 ）と、ズームカメラ32が撮像した画像（第2画像 g_2 ）とをそれぞれ第1基準画像1b（図13）と第1参照画像2b（図13）として取得する（ステップS642）。

[0336] 次に、第1校正用対象物66に代えて第2校正用対象物67が第1校正用対象物66とは異なる未知の撮像距離に設置され、CPU11Aの制御によってステレオカメラ300Bの各カメラが、設置された第2校正用対象物67を1回ずつ測定する（ステップS644）。

[0337] 次に、焦点距離取得部13は、ステレオカメラ300Bの単焦点カメラ31が撮像した画像（第1画像 g_1 ）と、ズームカメラ32が撮像した画像（第2画像 g_2 ）とをそれぞれ第2基準画像1c（図13）と第2参照画像2c（図13）として取得する（ステップS646）。

[0338] 第1基準画像1b、第2基準画像1c、第1参照画像2b、および第2参

照画像 2 c が取得されると、第 4 演算処理（図 2 3 のステップ S 5 2 6）が開始され、処理は、図 3 3 のステップ S 5 0 へと移される。

[0339] 図 3 3 は、図 2 3 の動作フローのうち第 4 演算処理（ステップ S 5 2 6）に係る動作フローの 1 例を示す図である。

[0340] 先ず、焦点距離取得部 1 3 は、第 1 基準画像 1 b（図 2、図 1 3）および第 2 基準画像 1 c（図 2、図 1 3）についての焦点距離である基準焦点距離 f_s （図 2、図 1 3）をフィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 5 0）。

[0341] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 1 校正用対象物 6 6 の所定部分の実サイズ S_1 をフィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 5 2）。

[0342] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 2 校正用対象物 6 7 の所定部分の実サイズ S_2 をフィールド校正用情報格納部 4 7 a から取得する（ステップ S 5 4）。

[0343] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 1 基準画像 1 b のうち第 1 校正用対象物 6 6 の所定部分に対応した像 6 6 s 1（図 1 3）の像サイズ W_{s1} （図 1 3）を測定する（ステップ S 5 6）。

[0344] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 1 参照画像 2 b のうち像 6 6 s 1 に対応した像 6 6 m 1（図 1 3）の像サイズ W_{m1} （図 1 3）を測定する（ステップ S 5 8）。

[0345] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 2 基準画像 1 c のうち第 2 校正用対象物 6 7 の所定部分に対応した像 6 6 s 2（図 1 3）の像サイズ W_{s2} （図 1 3）を測定する（ステップ S 6 0）。

[0346] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、第 2 参照画像 2 c のうち像 6 6 s 2 に対応した像 6 6 m 2 の像サイズ W_{m2} （図 1 3）を測定する（ステップ S 6 2）。

[0347] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、（4）式に基づいて各参照画像についての焦点距離である参照焦点距離 f_m を取得する（ステップ S 6 4）。

[0348] 次に、処理は図 2 3 に戻されて、焦点距離取得部 1 3 は、得られた参照焦点距離 f_m をステレオカメラ 3 0 0 B におけるズームカメラ 3 2 の焦点距離として取得する（ステップ S 5 3 6）。

[0349] 次に、焦点距離取得部 1 3 は、（5）式に基づいて、光学中心 3 a と光学中心 3 b との光軸 4 a（4 b）方向のずれ量 d （図 3）を取得する。

[0350] [数5]

$$d = S1 \times (f_m/Wm1 - f_s/Ws1) \cdots (5)$$

[0351] なお、（5）式に代えて、フィールド校正 A と同様に、例えば、歪曲収差補正係数、平行化処理のための係数などを、所望されるずれ量 d の取得精度などに応じて（5）式に適宜付加した演算式を用いたとしても本発明の有用性を損なうものではない。

[0352] フィールド校正 F によれば、実サイズが既知の第 1 校正用対象物 6 6 と第 2 校正用対象物 6 7 とが異なる未知の撮像距離にそれぞれ設置され、撮像系との空間的な関係が保たれた状態で撮像されて第 1 基準画像 1 b および第 1 参照画像 2 b と、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c とが取得される。

[0353] そして、第 1 基準画像 1 b および第 1 参照画像 2 b における第 1 校正用対象物 6 6 の像サイズ W_s1 および W_m1 と、第 2 基準画像 1 c および第 2 参照画像 2 c とにおける第 1 校正用対象物 6 6 の像サイズ W_s2 および W_m2 と、実サイズ $S1$ と、実サイズ $S2$ とを用いて、（4）式、すなわち、基準焦点距離 f_s の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、参照焦点距離 f_m の値を取得できる。

[0354] したがって、フィールド校正 F によれば、ズームカメラを備えたステレオカメラにおいて、基準画像を得たとき既知の基準焦点距離 f_s を持つ撮像光学系の光学中心と、参照画像を得たときの未知の参照焦点距離 f_m を持つ撮像光学系の光学中心とのずれ量 d が未知である場合でも、校正対象物の撮像距離の情報を必要としない簡素な測定環境で短時間に取得できる校正用のデ

ータに基づいて、高速に参照焦点距離 f_m を取得することができ、使用現場でのステレオカメラの校正頻度を高めることができる。

[0355] さらにフィールド校正 F によれば、取得された参照焦点距離 f_m に基づいて、簡易かつ高速にカメラパラメータの1つである光学中心 3_a と光学中心 3_b との光軸方向のずれ量 d を取得することができるので、該ずれ量 d を用いてパラメータ対応情報 t_2 におけるずれ量 d の値を更新することなどによって、ステレオカメラの測定画像に基づいて取得される距離情報の精度を向上させることができる。

[0356] フィールド校正 F によれば、単焦点カメラ 3_1 とズームカメラ 3_2 とが撮像に用いられるので、第1基準画像 1_b および第1参照画像 2_b 、ならびに第2基準画像 1_c および第2参照画像 2_c のそれぞれを同時または略同時に測定することができる。

[0357] 従って、第1校正用対象物 6_6 および第2校正用対象物 6_7 と、撮像系（単焦点カメラ 3_1 およびズームカメラ 3_2 ）との空間的な関係を保った状態で第1基準画像 1_b および第1参照画像 2_b 、ならびに第2基準画像 1_c および第2参照画像 2_c を取得することが容易となり、参照焦点距離 f_m の取得精度を向上させることができる。

[0358] また、フィールド校正 F によれば、単焦点カメラ 3_1 とズームカメラ 3_2 とが同時または略同時に校正用対象物を撮像できるので動体を校正用対象物として採用することができる。

[0359] <◎情報処理システム 100A が行う各処理の動作フロー：>

次に、情報処理システム 100A が行う各処理の動作フローを、フローチャートを用いて説明する。

[0360] ◎校正から立体視画像生成までの動作フロー：

図 14 は、情報処理システム 100A の校正から立体視用画像の生成までの動作フローの1例を示す図である。

[0361] 図 14 に示されるように、情報処理システム 100A の校正から立体視用画像の生成までの動作は、例えば、3つの処理ステップによって行われる。

[0362] ステップS 1 0 0 : ステレオカメラの製造時校正。

[0363] ステップS 2 0 0 : 駆動制御値対応情報のフィールド校正。

[0364] ステップS 3 0 0 : 立体視用画像の生成。

[0365] ◎ステレオカメラの製造時校正の動作フロー :

図 1 5 は、図 1 4 の動作フローのうちステップS 1 0 0に示されるステレオカメラの製造時校正の動作フローの 1 例を示す図である。ステレオカメラの製造時校正においては、例えば、ステレオカメラ 3 0 0 A (3 0 0 B) が完成した後、製造時校正用の情報処理装置にステレオカメラ 3 0 0 A (3 0 0 B) を接続し、ステレオカメラ 3 0 0 A (3 0 0 B) の校正を行う。

[0366] 図 1 5 の動作フローにおいては、該校正用の情報処理装置は、先ず、該ズームカメラ 3 2 のズームの駆動制御値が離散的に設定された駆動制御値テーブルを取得する (ステップS 1 1 0) 。

[0367] 次に、該校正用の情報処理装置は、駆動制御値テーブルの 1 つの駆動制御値 5 1 をズームカメラ 3 2 のズームの駆動制御値として設定し (ステップS 1 2 0) 、駆動制御値 5 1 に基づいてズームカメラ 3 2 をズーミング (ステップS 1 3 0) する。

[0368] 次に、該校正用の情報処理装置は、ステレオカメラ 3 0 0 A (3 0 0 B) の三次元化パラメータを校正する (ステップS 1 4 0) 。

[0369] ステレオカメラ 3 0 0 A (3 0 0 B) のカメラパラメータの校正は、例えば、Zhengyou Zhang: "A flexible new technique for camera calibration" . IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol . 22, No. 11, pp. 1330-1334, 2000などに開示された格子パターンを用いた公知のカメラキャリブレーション手法などによって行うことができる。

[0370] ここで、ズームカメラ 3 2 においては、焦点距離可変の範囲の、例えば、広角端と望遠端とにおける校正において、一様なパターンを有する校正用チャートを使用すると、画像中に含まれるパターン数が焦点距離によって異なるため、推定されるカメラパラメータの精度に差が生じてしまう。

[0371] このため、情報処理システム 1 0 0 A においては、例えば、中心になれば

なるほど格子などのパターンが密に描画された校正用チャートが使用される。

- [0372] 該校正用チャートの中心を予めズームカメラ 32 の光軸と合わせておくことで、ズーム駆動にともなってズームカメラ 32 の撮像画角が変動したとしても、該校正用チャートを撮像した画像上では、ズームカメラ 32 の広角端と望遠端とでほぼ同様のパターン分布を持つ画像が撮影できる。
- [0373] 従って、該校正用チャートを使用することによって、キャリブレーションで求められるズームカメラ 32 のカメラパラメータの精度が、ズームカメラ 32 の焦点距離によって異なる現象の発生を抑制することが可能となる。
- [0374] 全ての駆動制御値についての校正が終了すると、該校正用の情報処理装置は処理をステップ S 160 へ移し、全ての駆動制御値についての校正が終了していない場合には、ステップ S 120 に処理を戻して、他の駆動制御値について校正を行う（ステップ S 150）。
- [0375] 処理がステップ S 160 に移されると、該校正用の情報処理装置は、駆動制御値テーブルの各駆動制御値と、校正されたズームカメラ 32 の各焦点距離との対応関係を表現した駆動制御値対応情報 t 1 を生成する（ステップ S 160）とともに、校正されたズームカメラ 32 の各焦点距離について、焦点距離と、校正されたズームカメラ 32 の各カメラパラメータとの対応関係を表現したパラメータ対応情報 t 2 を生成する（ステップ S 170）。
- [0376] 次に、該校正用の情報処理装置は、駆動制御値対応情報 t 1 と、パラメータ対応情報 t 2 その他の三次元化パラメータとをステレオカメラ 300A（300B）に保存し（ステップ S 180）ステレオカメラの製造時校正を終了する。
- [0377] ◎駆動制御値対応情報 t 1 のフィールド校正の動作フロー：
- 図 16 は、図 14 の動作フローのうち駆動制御値対応情報 t 1 のフィールド校正（ステップ S 200）の動作フローの 1 例を示す図である。
- [0378] 先ず、焦点距離取得部 13 は、駆動制御値対応情報格納部 47b から駆動制御値対応情報 t 1 を取得する（ステップ S 210）。

- [0379] また、ズーム制御部 17 は、駆動制御値対応情報 t_1 に基づいて、1つの駆動制御値 51 をズームカメラ 32 のズームの駆動制御値 51 として設定する（ステップ S 220）とともに、駆動制御値 51 に基づいてズームカメラ 32 をズーミングする（ステップ S 230）。
- [0380] 次に、焦点距離取得部 13 は、ズームカメラ 32 の焦点距離について既述したフィールド校正（ステップ S 240、S 242、S 244、S 246）を行う。
- [0381] 焦点距離取得部 13 は、取得したズームカメラ 32 の焦点距離と、該駆動制御値 51 に対応した駆動制御値対応情報 t_1 における焦点距離との差が、記憶装置 46 に記憶された所定の閾値以下か否かを判断し（ステップ S 250）、該差が、所定の閾値以下であった場合は、駆動制御値対応情報 t_1 により推定される焦点距離と、実際の焦点距離との差は、許容範囲内であると判断して駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正を終了する。
- [0382] 該差が、所定の閾値を超える場合には、焦点距離取得部 13 は、駆動制御値対応情報 t_1 により推定される焦点距離と、実際の焦点距離との差は、許容範囲を超えていると判断し、処理をステップ S 260 へと移す。
- [0383] 焦点距離取得部 13 は、駆動制御値対応情報 t_1 の他の駆動制御値についてもズームカメラ 32 の焦点距離のフィールド校正を実施（ステップ S 260）し、校正されたズームカメラ 32 の焦点距離に基づいて駆動制御値対応情報格納部 47b に格納された駆動制御値対応情報 t_1 を更新（ステップ S 270）して、駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正を終了する。
- [0384] 駆動制御値対応情報 t_1 のフィールド校正によれば、駆動制御値 51 と、ズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 との関係における経時変化等による誤差を校正することができ、駆動制御値 51 に基づいて真値に近いズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 を取得することができる。
- [0385] ◎立体視用画像の生成の動作フロー：
- 図 17 は、図 14 の動作フローのうち立体視用画像の生成（ステップ S 300）に係る動作フローの 1 例を示す図である。

[0386] まず、ズーム制御部 17 は、ズームカメラ 32 をズーミングすることによってズームカメラ 32 の画角を設定する（ステップ S 310）。

[0387] 次に、焦点距離取得部 13 は、予め操作部 42 から設定された動作モードに基づいてステップ S 320 またはステップ S 322 において、被写体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離の取得を行う。

[0388] ○被写体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離の取得：

 図 18 は、図 17 の動作フローのうち被写体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離の取得を行う（ステップ S 320）に係る動作フローの 1 例を示す図である。

[0389] 動作モードに基づいて、図 17 のステップ S 320 が開始されると、処理は、図 18 のステップ S 410 に移されて、焦点距離取得部 13 は、ズーム制御部 17 からズームカメラ 32 のズームの駆動制御値 51 を取得する。

[0390] 次に、焦点距離取得部 13 は、取得した駆動制御値 51 と、駆動制御値対応情報格納部 47b に記憶された駆動制御値対応情報 t1 とからズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 （図 2）を取得し（S 420）、処理は、図 17 のステップ S 330 へ移される。

[0391] 図 19 は、図 17 の動作フローのうち被写体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離の取得を行う（ステップ S 322）に係る動作フローの 1 例を示す図である。

[0392] 動作モードに基づいて、図 17 のステップ S 322 が開始されると、処理は、図 19 の動作フローに移されて、CPU 11A は、ステレオカメラの特性情報および操作部 42 から設定される動作モードに応じて、既述したズームカメラ 32 の焦点距離のフィールド校正を行い（ステップ S 240、S 242、S 244、または S 246）、処理は、図 17 のステップ S 330 へ移される。

[0393] なお、この場合は、参照焦点距離 f_m が被写体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 となる。

[0394] 次に、図 17 に戻って、カメラパラメータ取得部 14 は、取得された被写

体測定時のズームカメラ 32 の焦点距離と、パラメータ対応情報 t_2 とからズームカメラ 32 の第 2 カメラパラメータ p_2 を推定する（ステップ S 330）。

[0395] ○カメラパラメータの推定：

なお、焦点距離取得部 13 による第 2 カメラパラメータ p_2 の推定は、例えば、以下のように行われる。

[0396] 先ず、パラメータ対応情報 t_2 に定義されている焦点距離情報からズームカメラ 32 の焦点距離 f_2 よりも小さい焦点距離 f_a と、焦点距離 f_2 よりも大きい焦点距離 f_b とを取得し、（6）式によって、重み w を取得する。

[0397] 次に、焦点距離 f_a および f_b にそれぞれ対応する第 2 カメラパラメータ p_a および p_b をパラメータ対応情報 t_2 に基づいて取得し、重み w と、第 2 カメラパラメータ p_a および p_b とを用いて、（7）式によって第 2 カメラパラメータ p_2 が推定される。

[0398] [数6]

$$w = (f_2 - f_a) / (f_b - f_a) \quad \dots (6)$$

$$p_2 = p_a + w \times (p_b - p_a) \quad \dots (7)$$

[0399] 図 17 に戻って、第 2 カメラパラメータ p_2 が推定されると、CPU 11A は、ステレオカメラ 300A（300B）による被写体の撮像を実施する（ステップ S 340）。

[0400] 被写体の撮像が実施されると、焦点距離取得部 13 は、単焦点カメラ 31 とズームカメラ 32 とがそれぞれが撮像した第 1 画像 g_1 と第 2 画像 g_2 とを取得し（ステップ S 350）、第 1 画像 g_1 を三次元化部 15 に供給するとともに、第 2 画像 g_2 を三次元化部 15、疑似画像生成部 16、および表示部 43 へと供給する。

[0401] 次に、三次元化部 15 は、ズームカメラ 32 の第 2 カメラパラメータ p_2 と、三次元化パラメータ格納部 47d から取得される単焦点カメラ 31 の第

1 カメラパラメータ p_1 およびステレオカメラの基線長 b とを用いて、三角測量の原理によって第1画像 g_1 と第2画像 g_2 から被写体の距離情報 52 を取得する（ステップ S 360）。

[0402] 次に、疑似画像生成部 16 は、距離情報 52 に基づいて、第2画像 g_2 について、別視点からの撮影に対応した疑似画像 53 を生成する（ステップ S 370）。

[0403] 疑似画像 53 が生成されると、CPU 11A は、第2画像 g_2 と疑似画像 53 とを立体視用画像として表示部 43 に表示する（ステップ S 380）。

[0404] <変形例について：>

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

[0405] 実施形態で説明された各ステレオカメラは、単焦点カメラ 31 とズームカメラ 32 とを備えているが、例えば、単焦点カメラ 31 に代えてズームカメラ 32 と異なる他のズームカメラを採用し、既知の焦点距離を持つ光学的状态にある該他のズームカメラを用いて基準画像を撮像したとしても本願発明の有用性を損なうものではない。

符号の説明

- [0406] 100A 情報処理システム
200A 情報処理装置
300A, 300B ステレオカメラ
1a 基準画像
1b 第1基準画像
1c 第2基準画像
2a 参照画像
2b 第1参照画像
2c 第2参照画像
3a, 3b 光学中心
4a, 4b 光軸

5 a, 5 b 撮像素子

6 a, 6 b 主光線

7 a, 7 b 像中心位置

9 a, 9 b 撮像光学系

P a, P b 像点

2 6 駆動機構

3 1 単焦点カメラ

3 2 ズームカメラ

4 9 信号線

5 1 駆動制御値

5 2 距離情報

5 3 疑似画像

5 4, 5 5 特徴部

5 4 s, 5 5 s, 5 4 m, 5 5 m 像

6 1 被写体

6 2, 6 3, 6 4, 6 8 校正用対象物

6 6 第1校正用対象物

6 7 第2校正用対象物

6 2 s, 6 3 s, 6 4 s 1, 6 4 s 2 像

6 6 s 1, 6 6 s 2, 6 7 s 2, 6 8 s, 6 8 m 像

6 2 m, 6 3 m, 6 4 m, 6 4 m 1, 6 4 m 2 像

D 1 撮像距離

M 物点

f 1 焦点距離

f 2 焦点距離

f s 基準焦点距離

f m 参照焦点距離

Wm, Wm 1, Wm 2 像サイズ

W_s, W_{s1}, W_{s2} 像サイズ

S, S_1, S_2 実サイズ

g_1 第1画像

g_2 第2画像

b 基線長

d ずれ量

p_1 第1カメラパラメータ

p_2 第2カメラパラメータ

t_1 駆動制御値対応情報

t_2 パラメータ対応情報

請求の範囲

[請求項1]

撮像系との空間的な関係を保った状態で対象物を、

(a) 既知の基準焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した基準画像と、

(b) 未知の参照焦点距離を持つ撮像条件によって撮像した参照画像と、

を取得する画像取得部と、

前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の像サイズの情報を用いて、前記基準焦点距離の値をスケーリングする演算処理を行うことにより、前記参照焦点距離の値を取得する焦点距離取得部と、を備える情報処理装置。

[請求項2]

請求項1に記載された情報処理装置であって、

前記基準画像が、前記対象物を撮像した単一の基準画像である一方、

前記参照画像が、前記対象物を撮像した単一の参照画像である情報処理装置。

[請求項3]

請求項1に記載された情報処理装置であって、

前記基準画像が、前記対象物を異なる撮像距離でそれぞれ撮像して得た第1および第2基準画像を含む一方、

前記参照画像が、前記対象物を前記第1および第2基準画像における撮像距離と同じ撮像距離でそれぞれ撮像して得た第1および第2参照画像を含んでいる情報処理装置。

[請求項4]

請求項1に記載された情報処理装置であって、

前記対象物が、異なる撮像距離に配置されるとともに同一のサイズを有する第1および第2対象物を有しており、

前記基準画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た画像であり、

前記参照画像は、前記第1および第2対象物を同時に撮像して得た

画像である情報処理装置。

[請求項5]

請求項 1 に記載された情報処理装置であって、

前記基準画像が、前記対象物を撮像した単一の基準画像である一方

、

前記参照画像が、前記対象物を撮像した単一の参照画像であり、

前記焦点距離取得部は、

前記基準焦点距離と、

前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の所定部分の像サイズと、

前記対象物の実サイズと、

前記基準画像を撮像した撮像装置の光軸方向における光学中心位置と前記参照画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置とのずれ量とに基づいて前記演算処理を行う情報処理装置。

[請求項6]

請求項 1 に記載された情報処理装置であって、

前記対象物は、第 1 および第 2 対象物を有しており、

前記基準画像は、前記第 1 および第 2 対象物を個別に撮像して得た第 1 および第 2 基準画像を含む一方、

前記参照画像は、前記第 1 および第 2 対象物を個別に撮像して得た第 1 および第 2 参照画像を含んでおり、

前記焦点距離取得部は、

前記第 1 基準画像と前記第 1 参照画像とにおける前記第 1 対象物の第 1 部分の像サイズと、

前記第 2 基準画像と前記第 2 参照画像とにおける前記第 2 対象物の第 2 部分の像サイズと、

前記第 1 および第 2 対象物のそれぞれの実サイズと、

に基づいて前記演算処理を行う情報処理装置。

[請求項7]

請求項 1 に記載された情報処理装置であって、

前記対象物は、第 1 および第 2 対象物を有しており、

前記基準画像は、前記第 1 および第 2 対象物を同時に撮像して得た画像であり、

前記参照画像は、前記第 1 および第 2 対象物を同時に撮像して得た画像であり、

前記焦点距離取得部は、

前記基準画像と前記参照画像とにおける前記第 1 対象物の第 1 部分の像サイズと、

前記基準画像と前記参照画像とにおける前記第 2 対象物の第 2 部分の像サイズと、

前記第 1 対象物と前記第 2 対象物とのそれぞれの実サイズと、に基づいて前記演算処理を行う情報処理装置。

[請求項 8]

請求項 6 に記載された情報処理装置であって、

前記焦点距離取得部は、

前記第 1 基準画像と前記第 1 参照画像とにおける前記第 1 対象物の第 1 部分の像サイズと、

前記第 2 基準画像と前記第 2 参照画像とにおける前記第 2 対象物の第 2 部分の像サイズと、

前記第 1 対象物と前記第 2 対象物とのそれぞれの実サイズと、に基づいて、

前記基準画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置と前記参照画像を撮像した撮像装置の撮像光学系の光軸方向における光学中心位置とのずれ量、をさらに取得する情報処理装置。

[請求項 9]

(a) 請求項 1 に記載された情報処理装置と、

(b) 固定焦点距離の第 1 の撮像光学系を備えた第 1 の撮像装置と、可変焦点距離の第 2 の撮像光学系を備えた第 2 の撮像装置とを備えたステレオカメラと、

を備えた情報処理システムであって、

前記画像取得部は、

前記第 1 の撮像装置による撮像に基づいて前記基準画像を取得するとともに、

前記第 2 の撮像装置による撮像に基づいて前記参照画像を取得する情報処理システム。

[請求項10]

(a)請求項 1 に記載された情報処理装置と、

(b)固定焦点距離の第 1 の撮像光学系を備えた第 1 の撮像装置と、可変焦点距離の第 2 の撮像光学系を備えた第 2 の撮像装置とを備えたステレオカメラと、

を備えた情報処理システムであって、

前記画像取得部は、前記第 2 の撮像装置から前記基準画像と前記参照画像とを取得する情報処理システム。

[請求項11]

請求項 9 に記載された情報処理システムであって、

前記第 1 の撮像光学系の光軸である第 1 の光軸と、前記第 2 の撮像光学系の光軸である第 2 の光軸とが平行である情報処理システム。

[請求項12]

請求項 1 1 に記載された情報処理システムであって、

前記情報処理装置は、請求項 2 に記載された情報処理装置であり、

前記第 1 の光軸方向における前記第 1 の撮像光学系の光学中心の位置と、

前記第 2 の光軸方向における前記第 2 の撮像光学系の光学中心の位置と、

が互いに等しい情報処理システム。

[請求項13]

請求項 1 0 に記載された情報処理システムであって、

前記情報処理装置は、請求項 2 に記載された情報処理装置であり、

前記基準画像と前記参照画像とを撮像した際における、前記第 2 の撮像光学系の光軸方向における光学中心の位置が互いに等しい情報処理システム。

- [請求項14] 請求項9または請求項10に記載された情報処理システムであって、
- 、
- 前記ステレオカメラによって撮像された被写体のステレオ画像から前記被写体の三次元形状を求めるための三次元化パラメータが、
- 前記第1の撮像装置についての第1カメラパラメータと、
- 前記第2の撮像装置についての第2カメラパラメータと、
- を含み、
- 前記第2カメラパラメータを前記参照焦点距離に基づいて取得するパラメータ取得部をさらに備えた情報処理システム。
- [請求項15] 請求項14に記載された情報処理システムであって、
- 前記第2カメラパラメータが、歪曲収差補正係数、像中心位置、焦点距離、S k e w、および光学中心の位置ずれ量のうち少なくとも1つを含む情報処理システム。
- [請求項16] 請求項14に記載された情報処理システムであって、
- 前記パラメータ取得部は、
- 前記第2カメラパラメータと前記第2の撮像光学系の焦点距離との対応関係を表現したパラメータ対応情報と、
- 前記参照焦点距離と、
- に基づいて、前記第2カメラパラメータを取得する情報処理システム。
- 。
- [請求項17] 請求項9または請求項10に記載された情報処理システムであって、
- 、
- 前記焦点距離取得部は、
- 前記第2の撮像装置における駆動制御値と焦点距離との対応関係を表現した駆動制御値対応情報を、前記演算処理によって決定された前記参照焦点距離に基づいて更新する情報処理システム。
- [請求項18] 情報処理装置に搭載されたコンピュータにおいて実行されることにより、当該情報処理装置を請求項1から請求項8のいずれか1つの請

求項に記載の情報処理装置として機能させることを特徴とするプログラム。

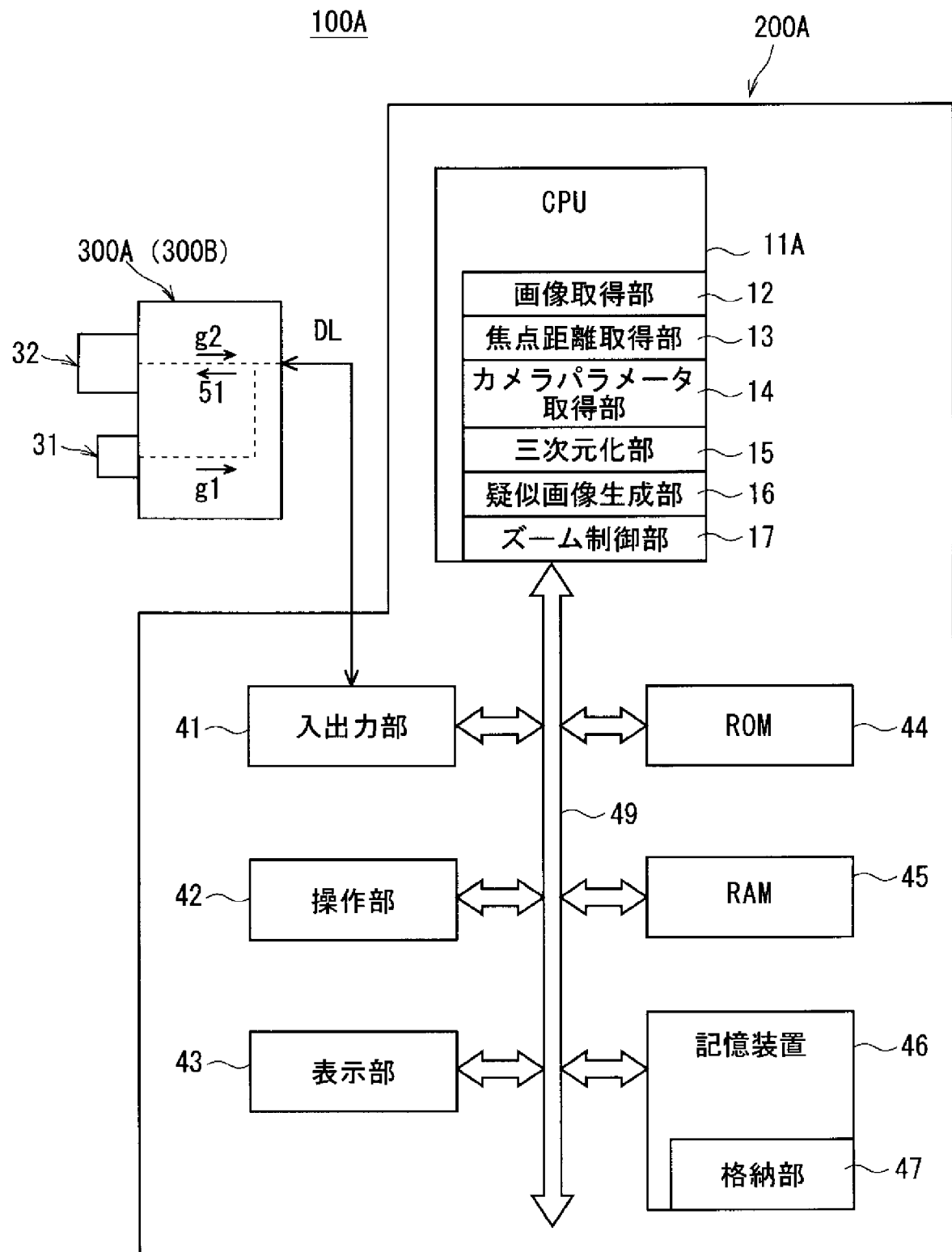
[請求項19] 既知の基準焦点距離を持つ撮像部によって対象物を撮像した基準画像と、

未知の参照焦点距離を持つ撮像部によって前記対象物を撮像した参照画像と、

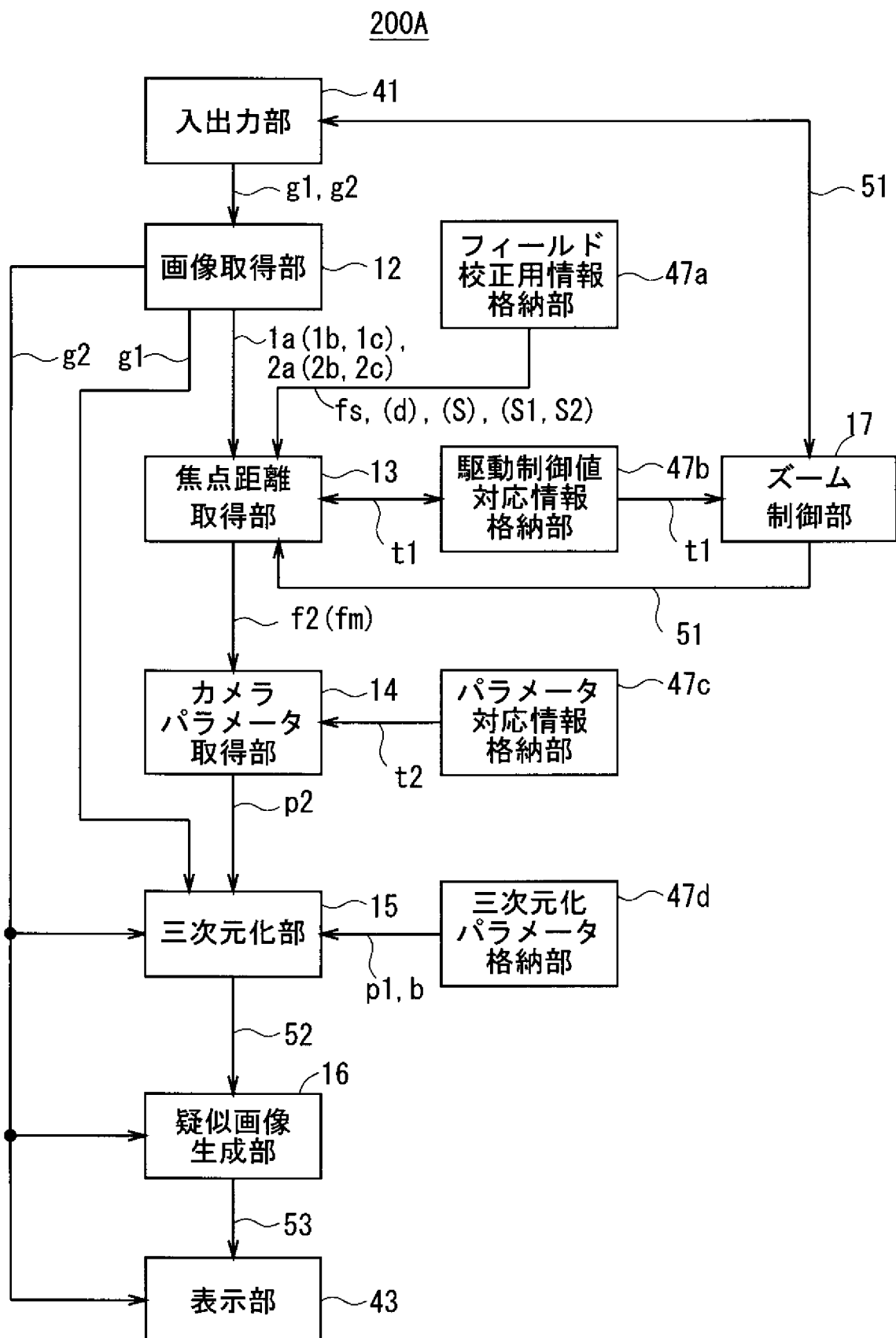
を取得する画像取得工程と、

前記基準画像と前記参照画像とにおける前記対象物の像サイズの情報を用いて前記基準焦点距離をスケーリングする演算処理を行うことにより、前記参照焦点距離を取得する焦点距離取得工程と、
を備える情報処理方法。

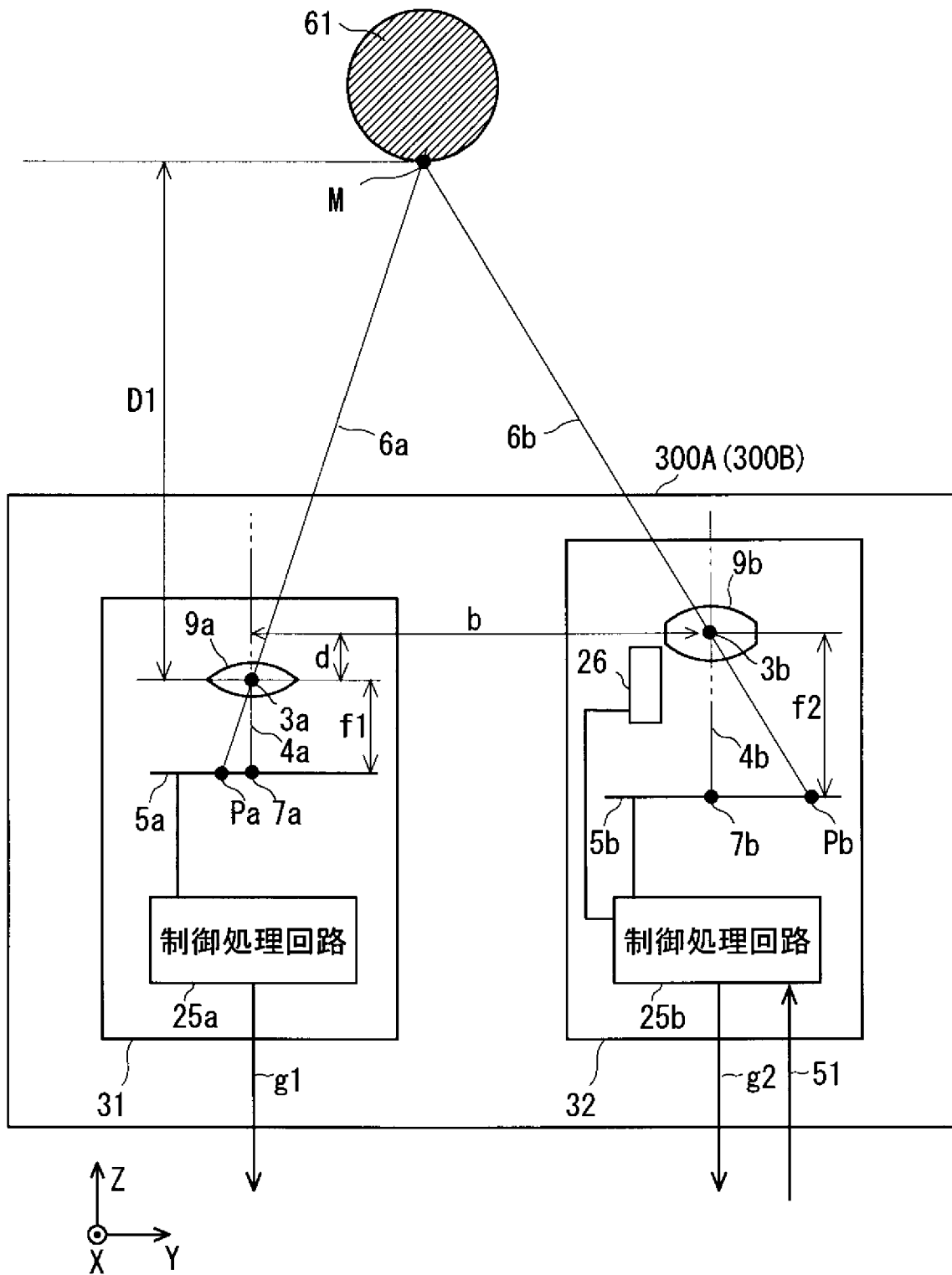
[図1]



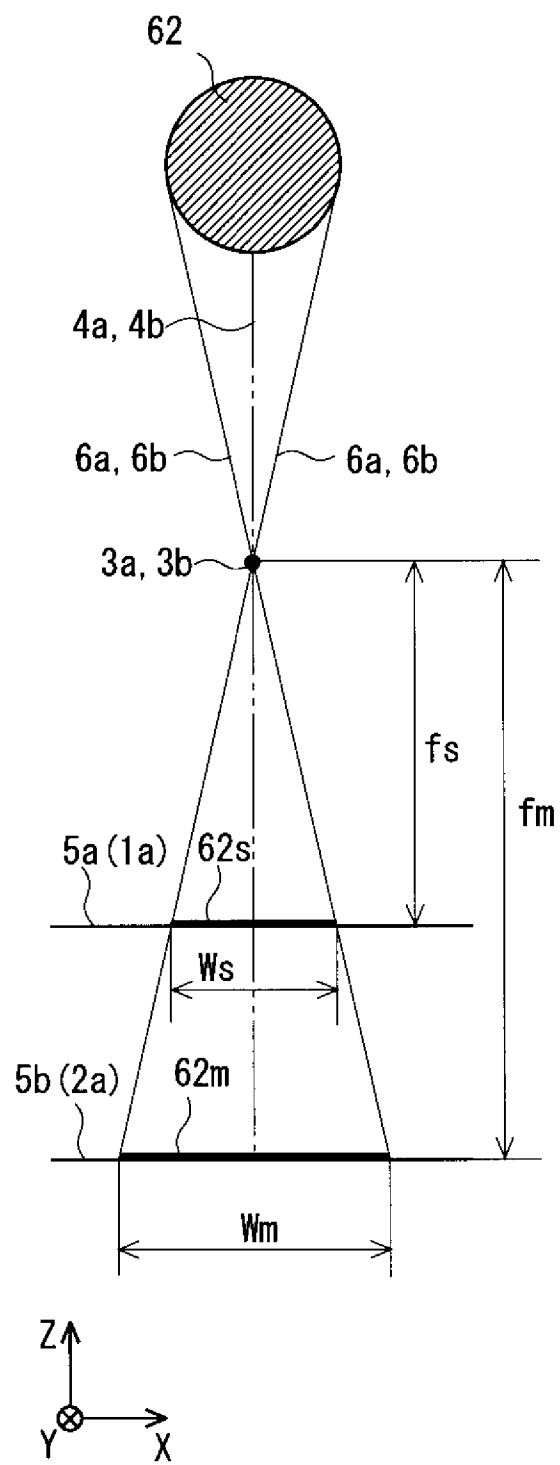
[図2]



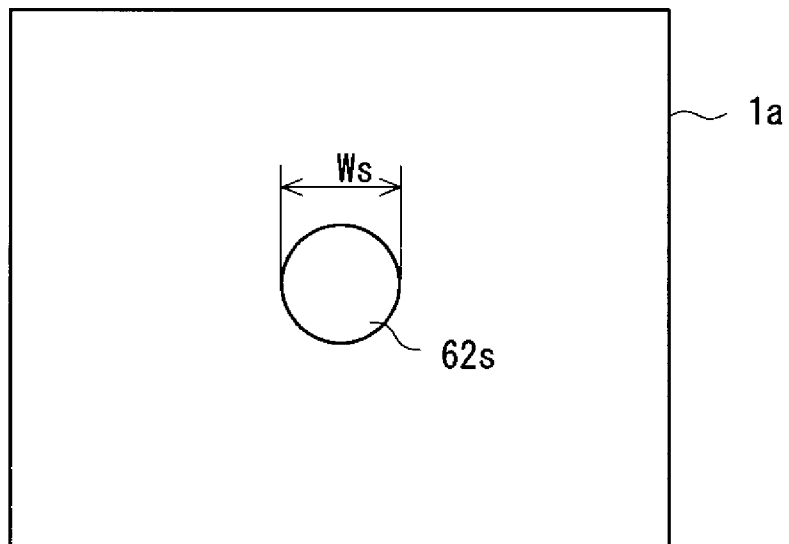
[図3]



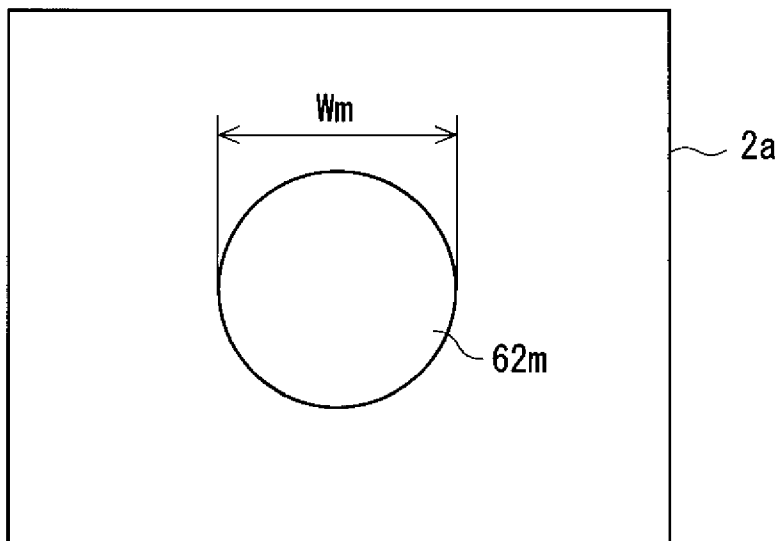
[図4]



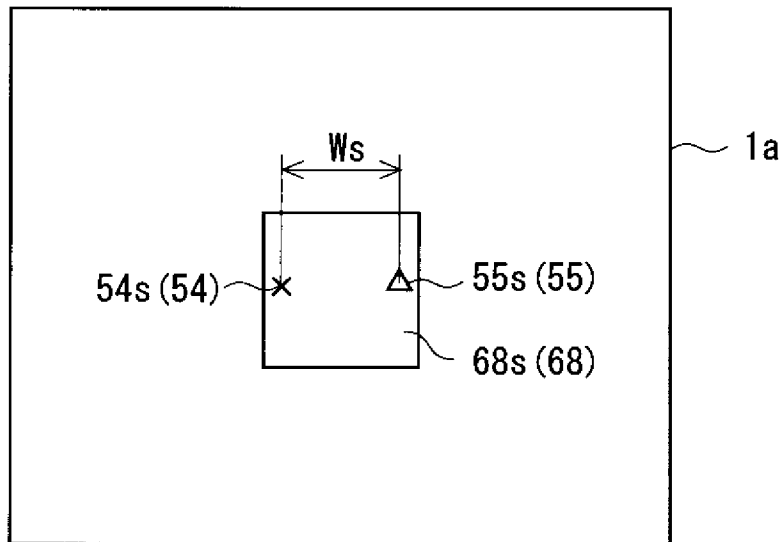
[図5]



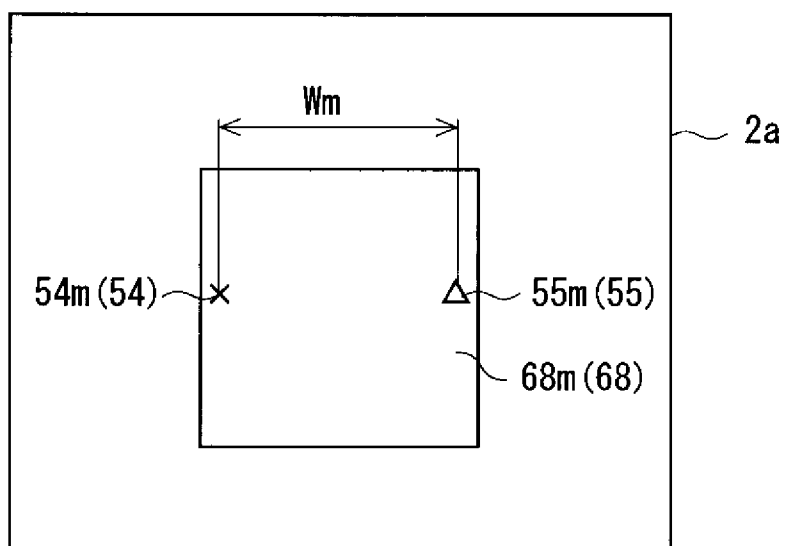
[図6]



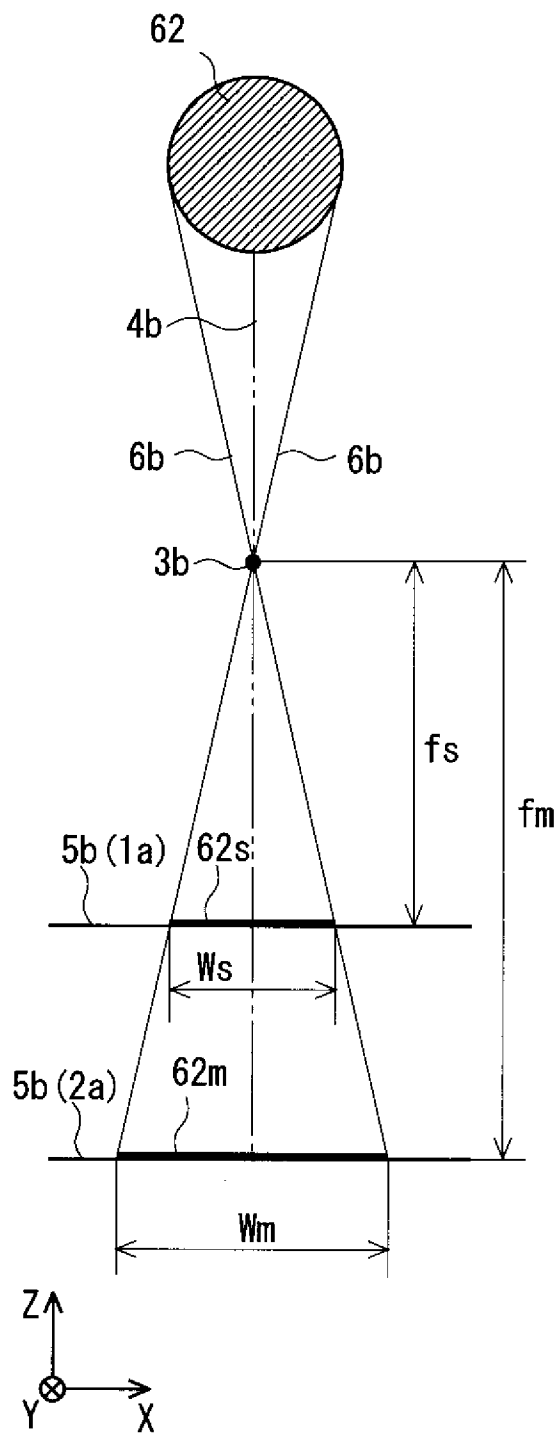
[図7]



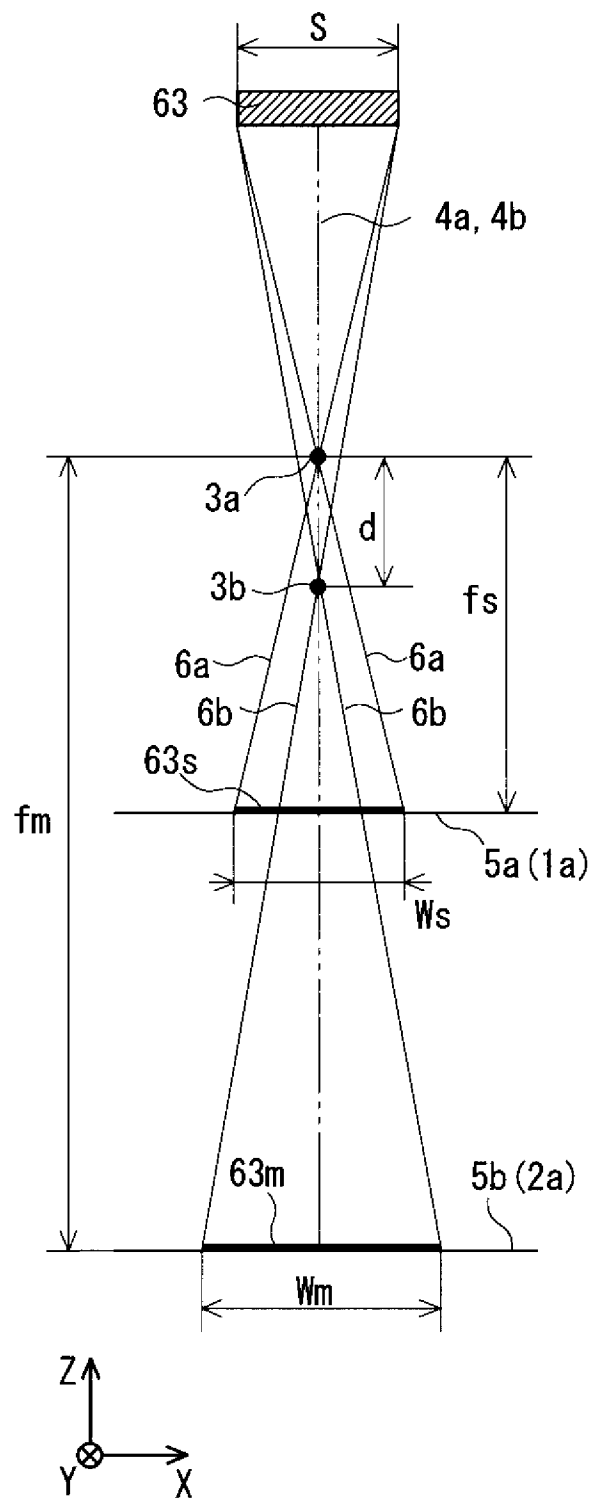
[図8]



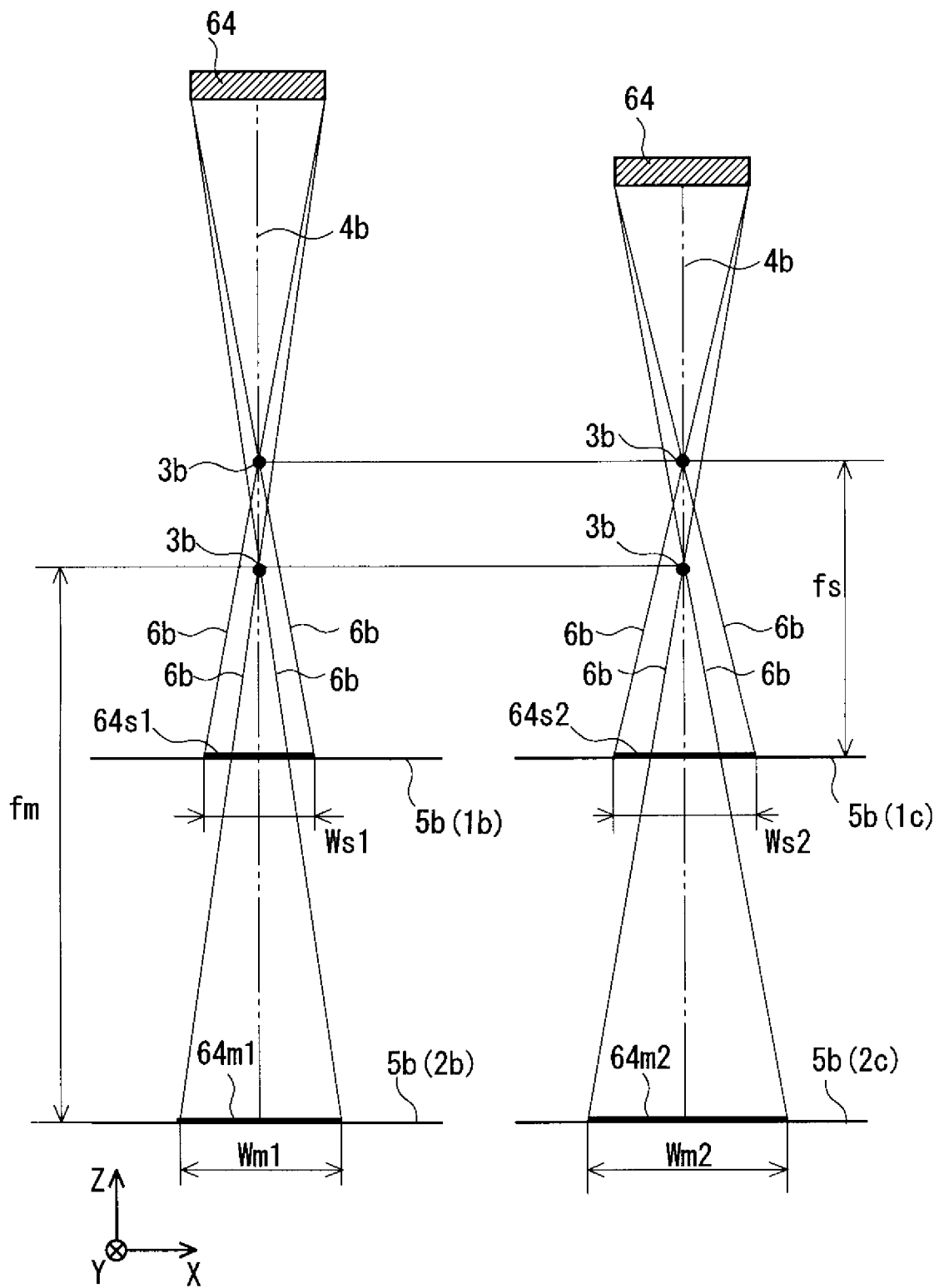
[図9]



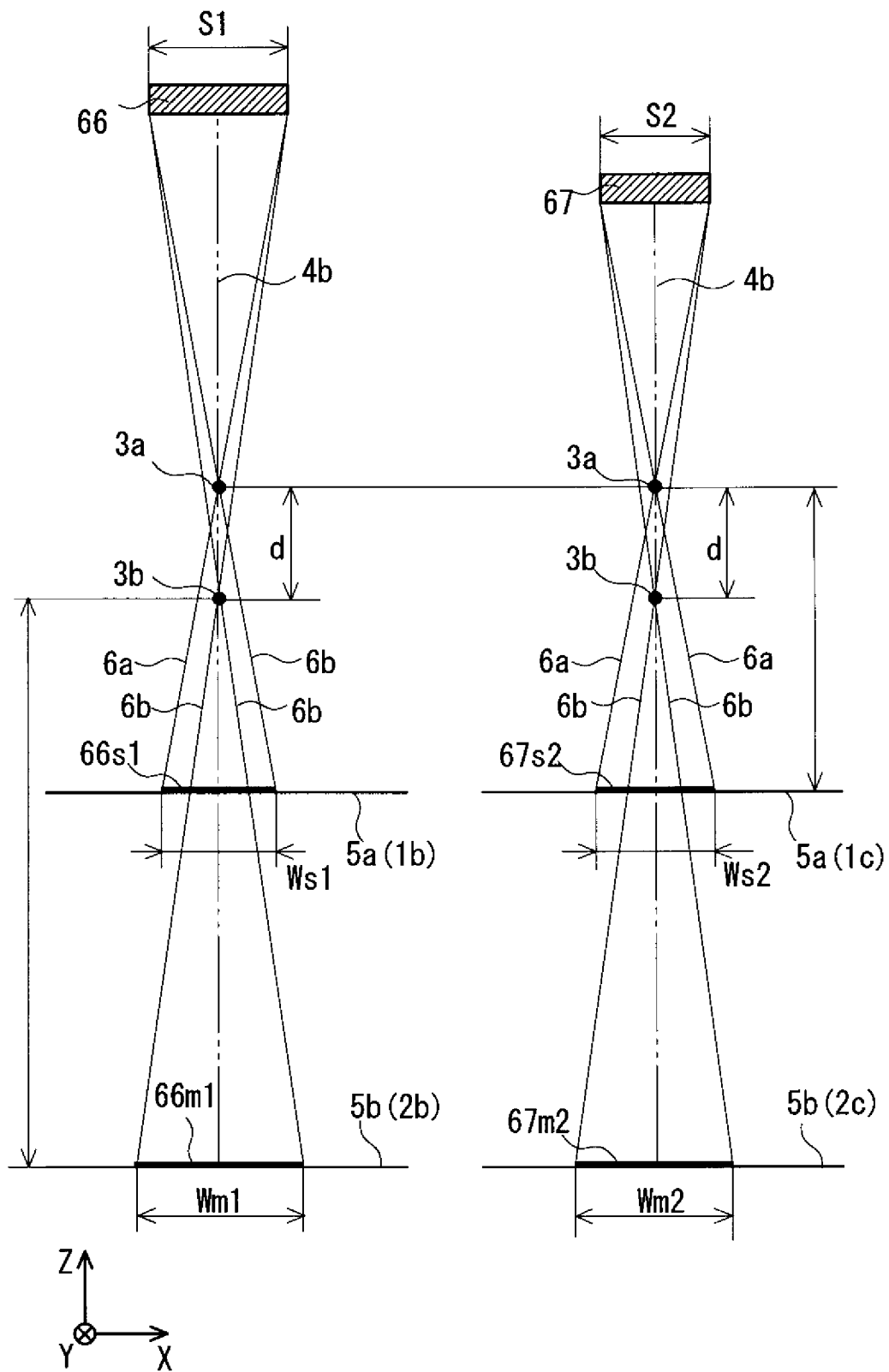
[図10]



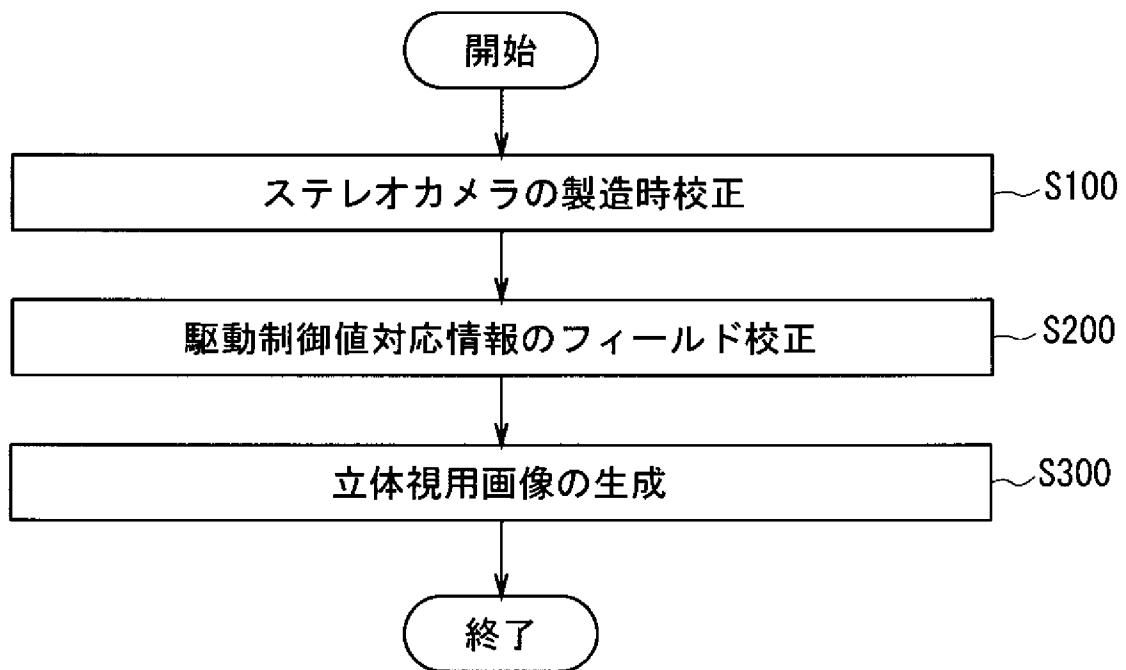
[図12]



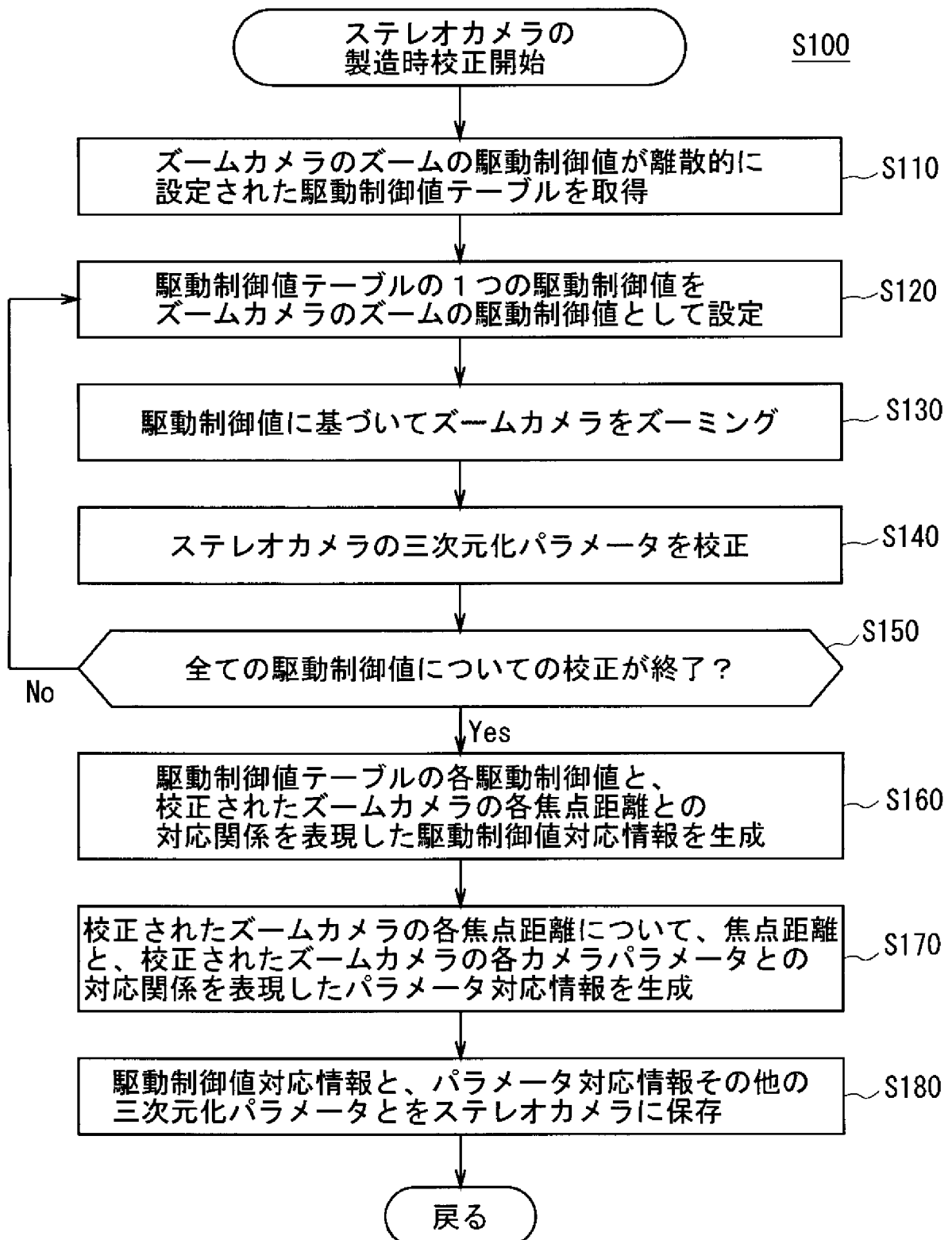
[図13]



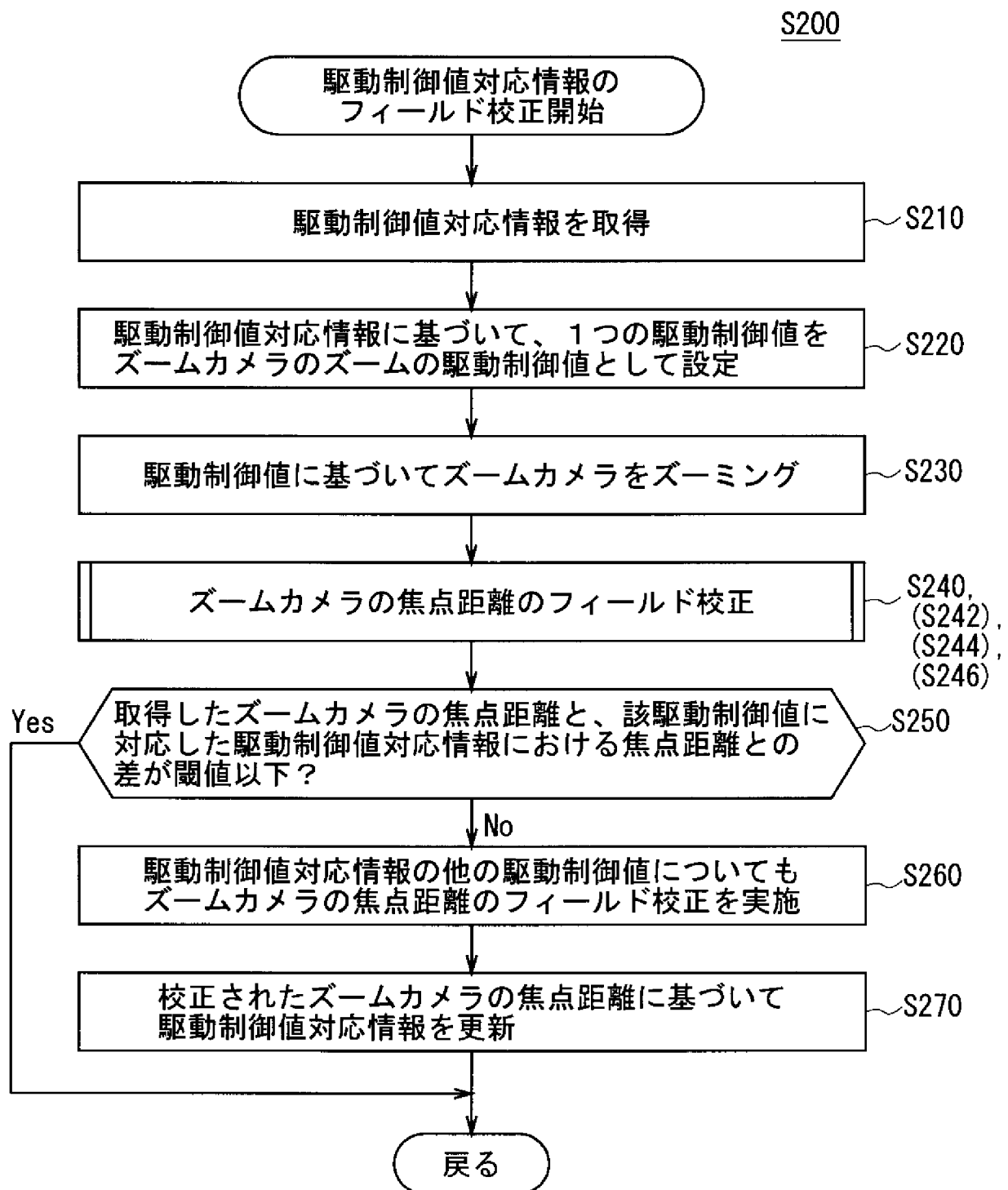
[図14]



[図15]



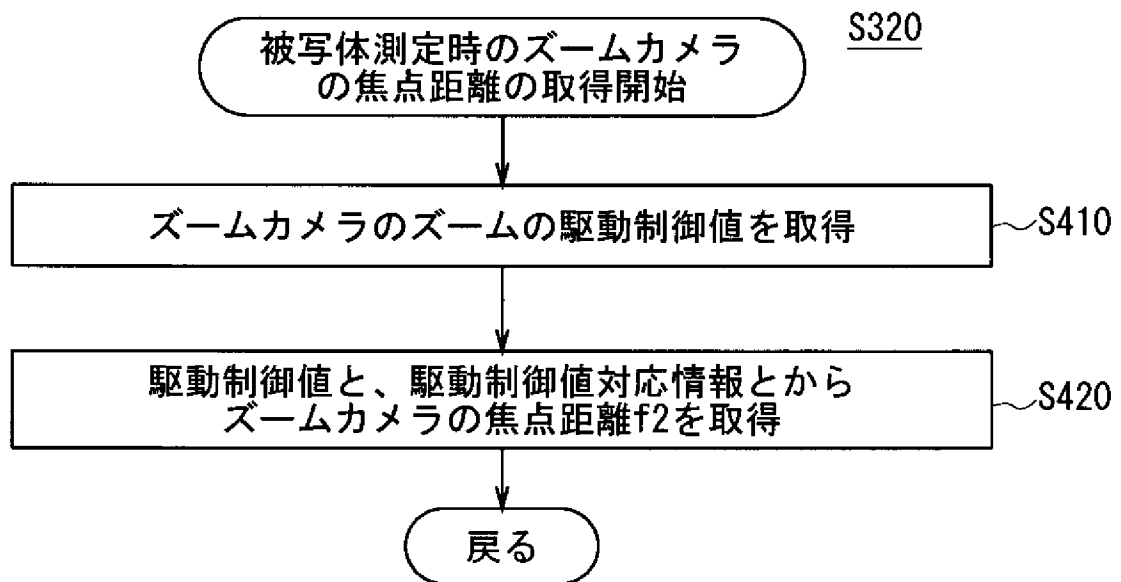
[図16]



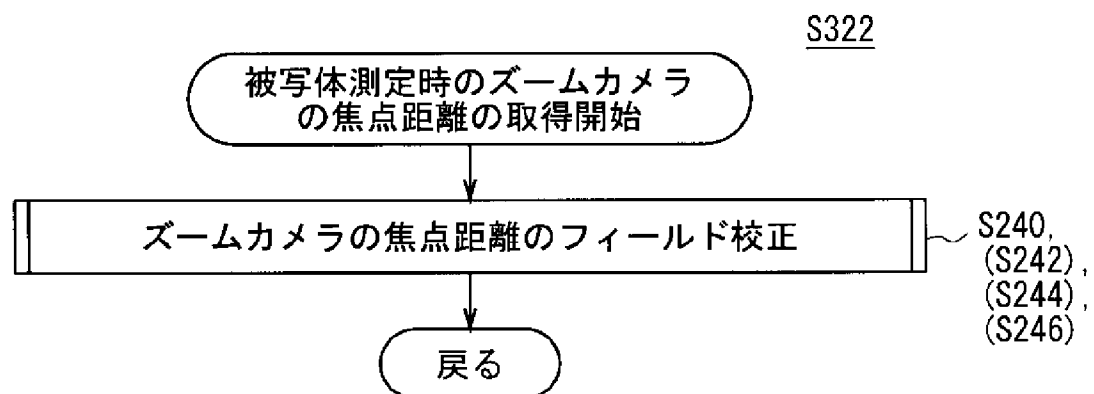
[図17]



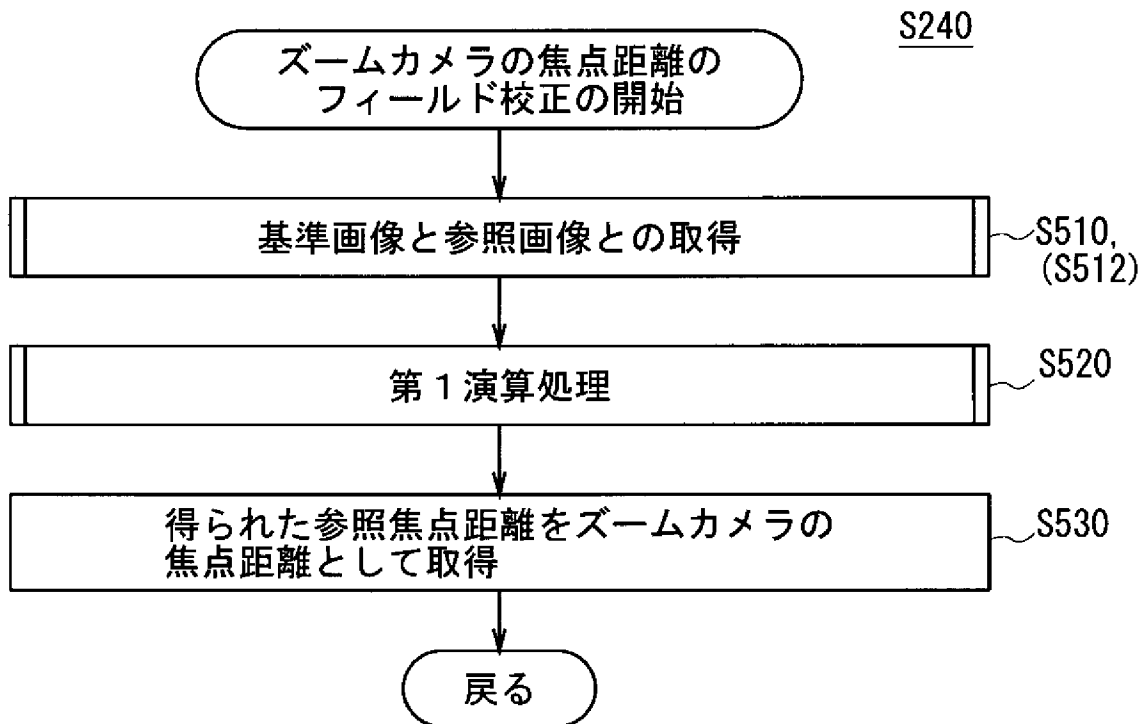
[図18]



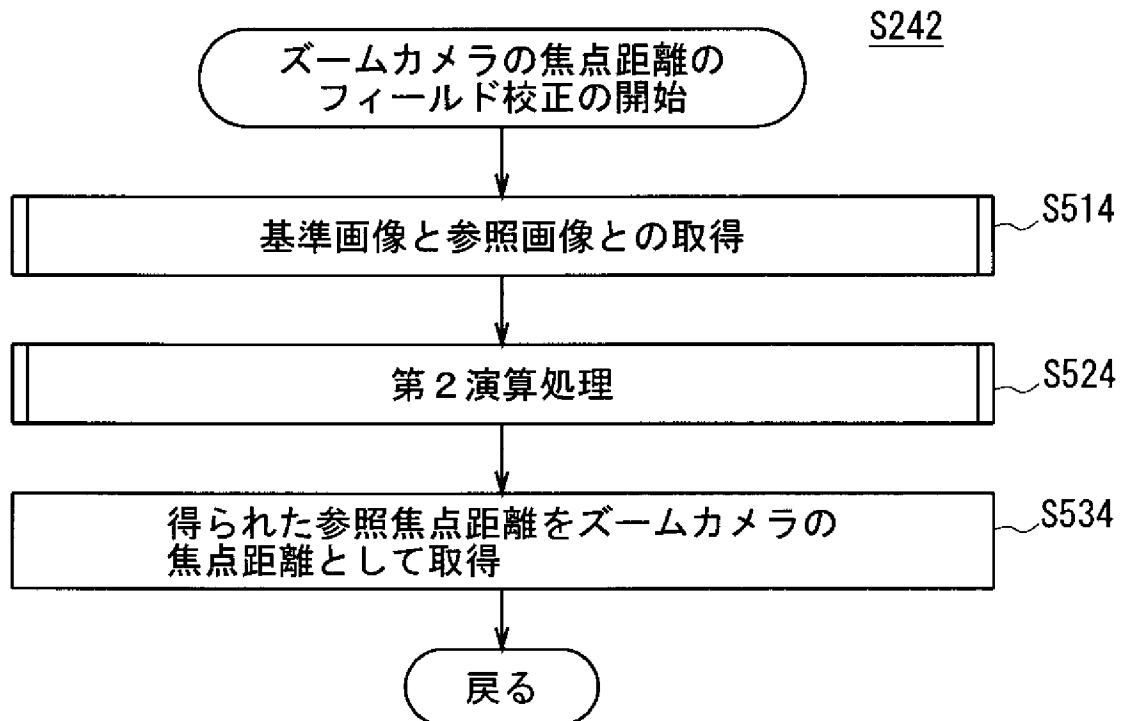
[図19]



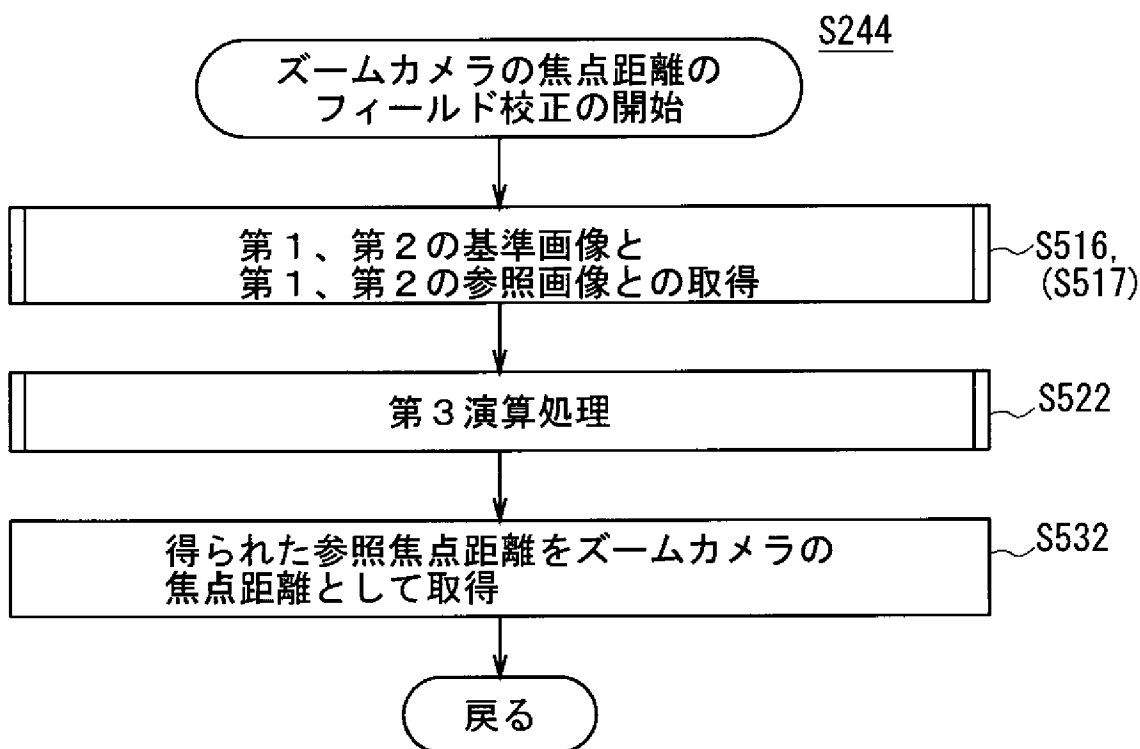
[図20]



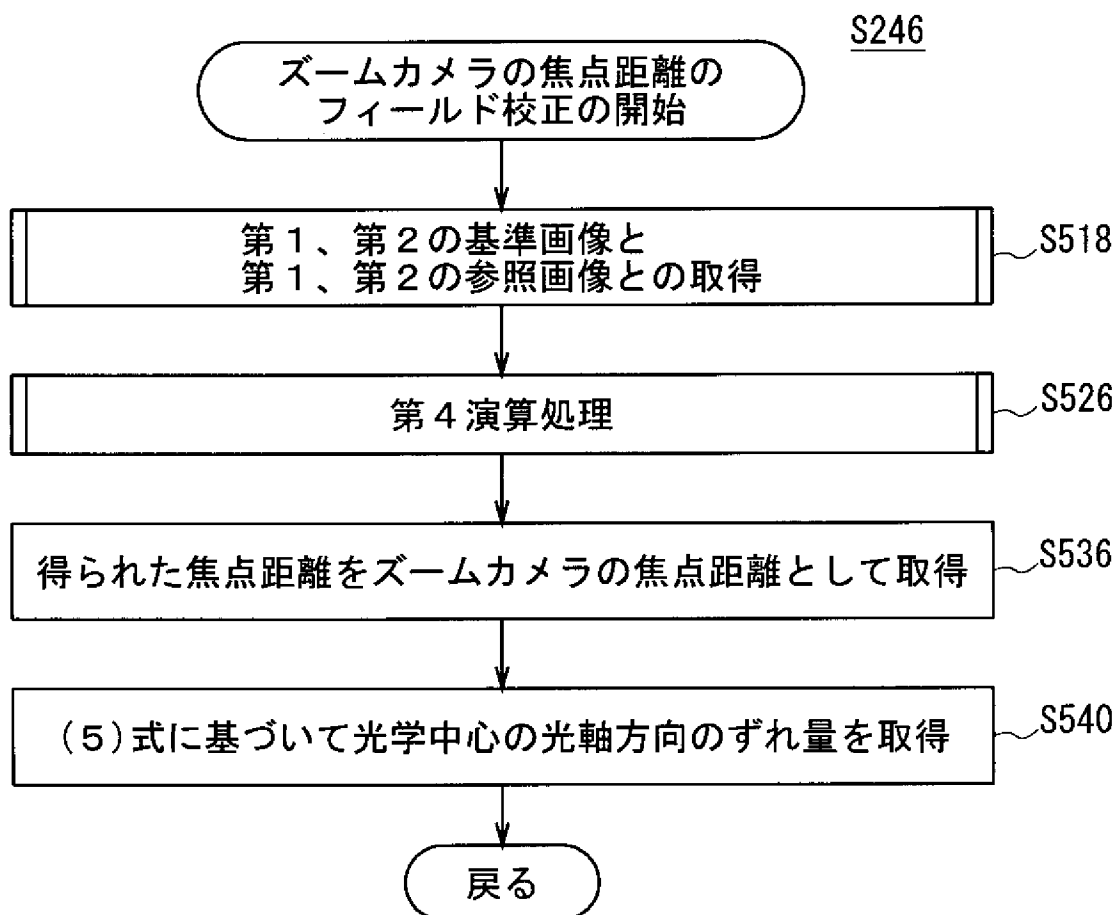
[図21]



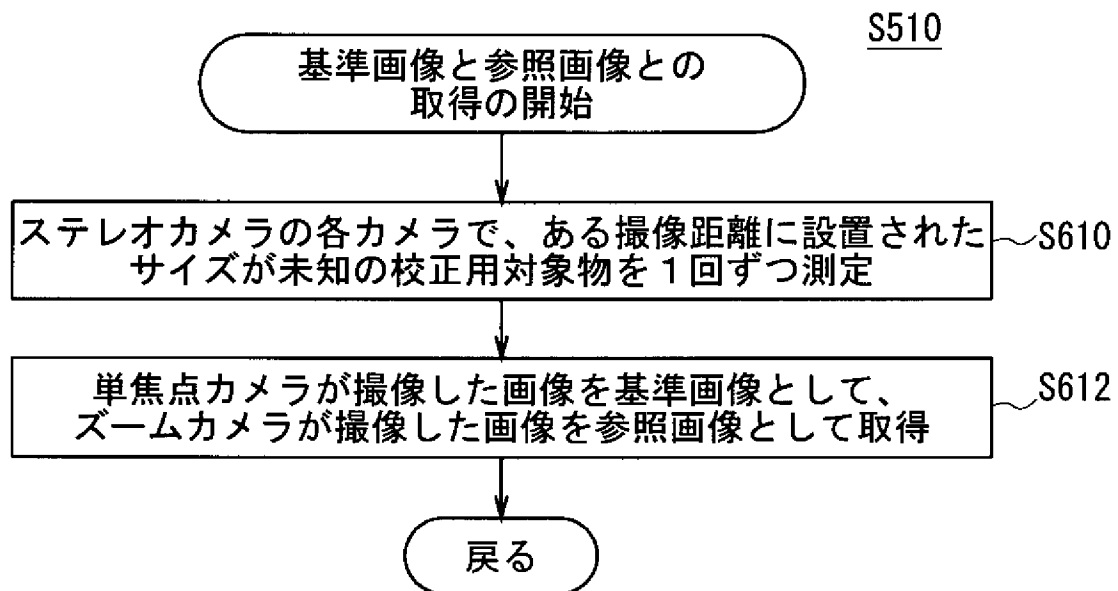
[図22]



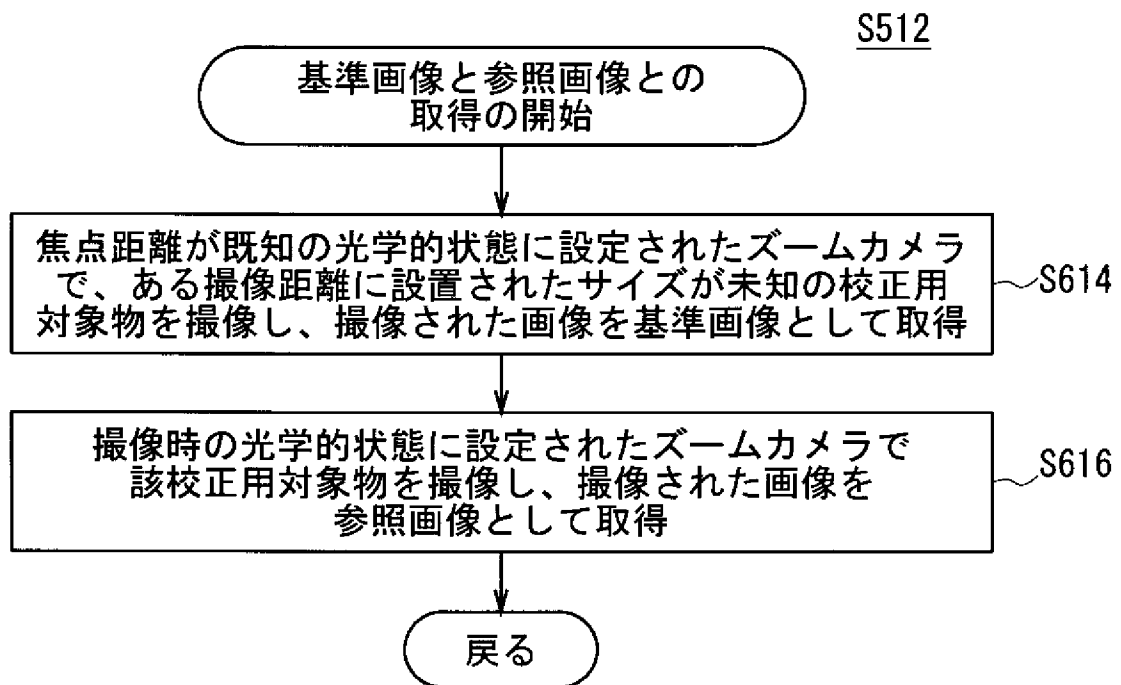
[図23]



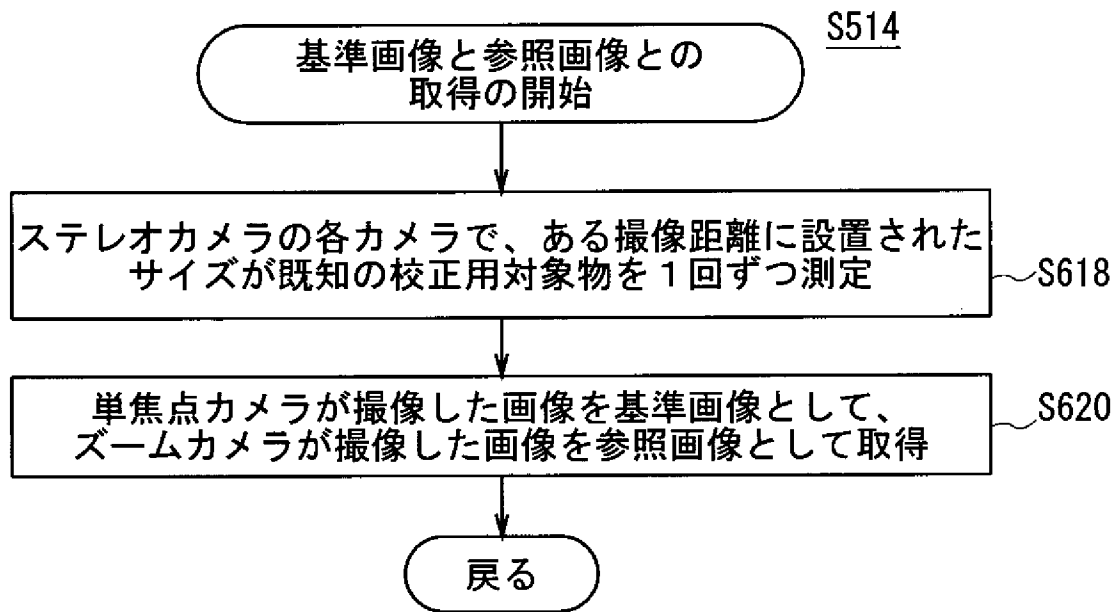
[図24]



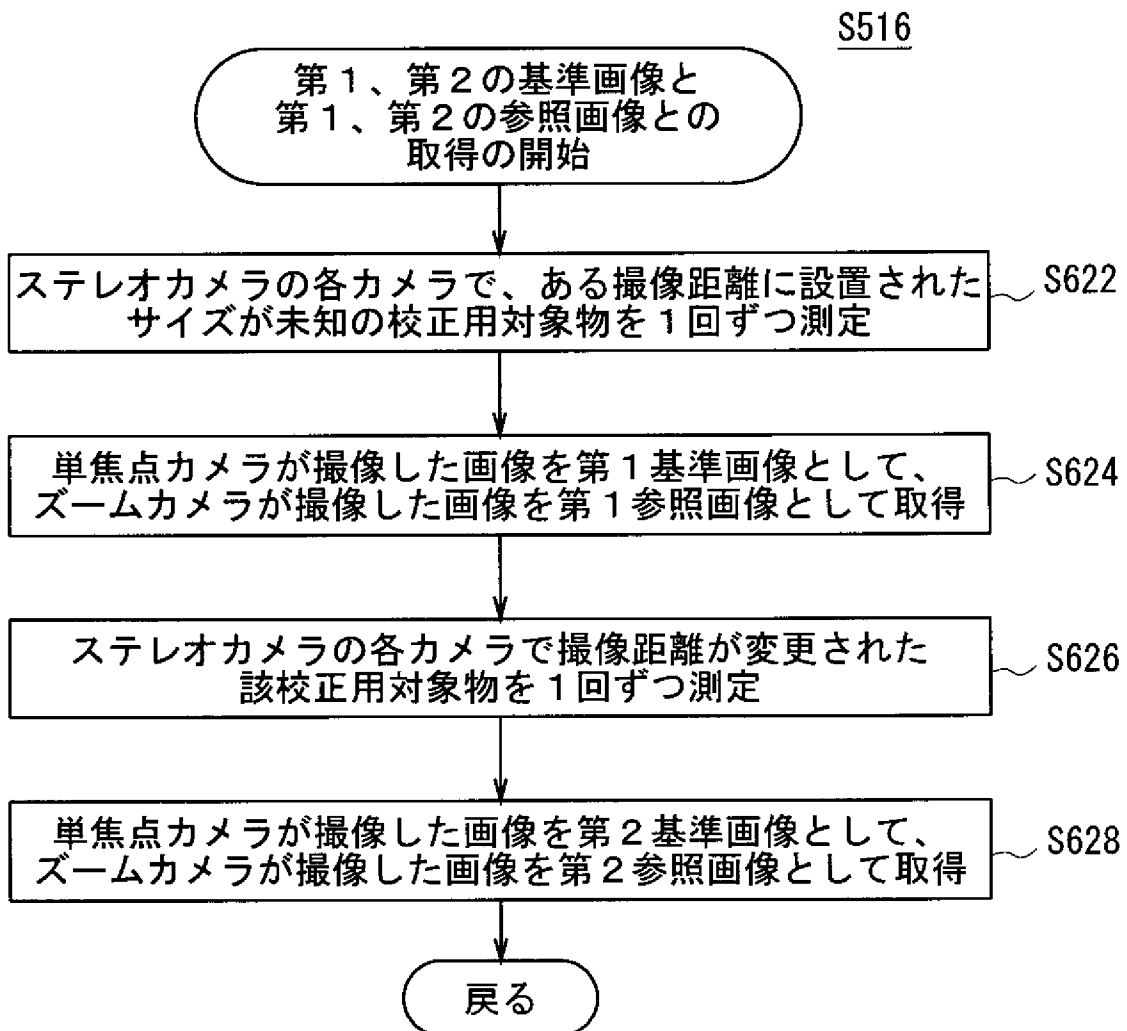
[図25]



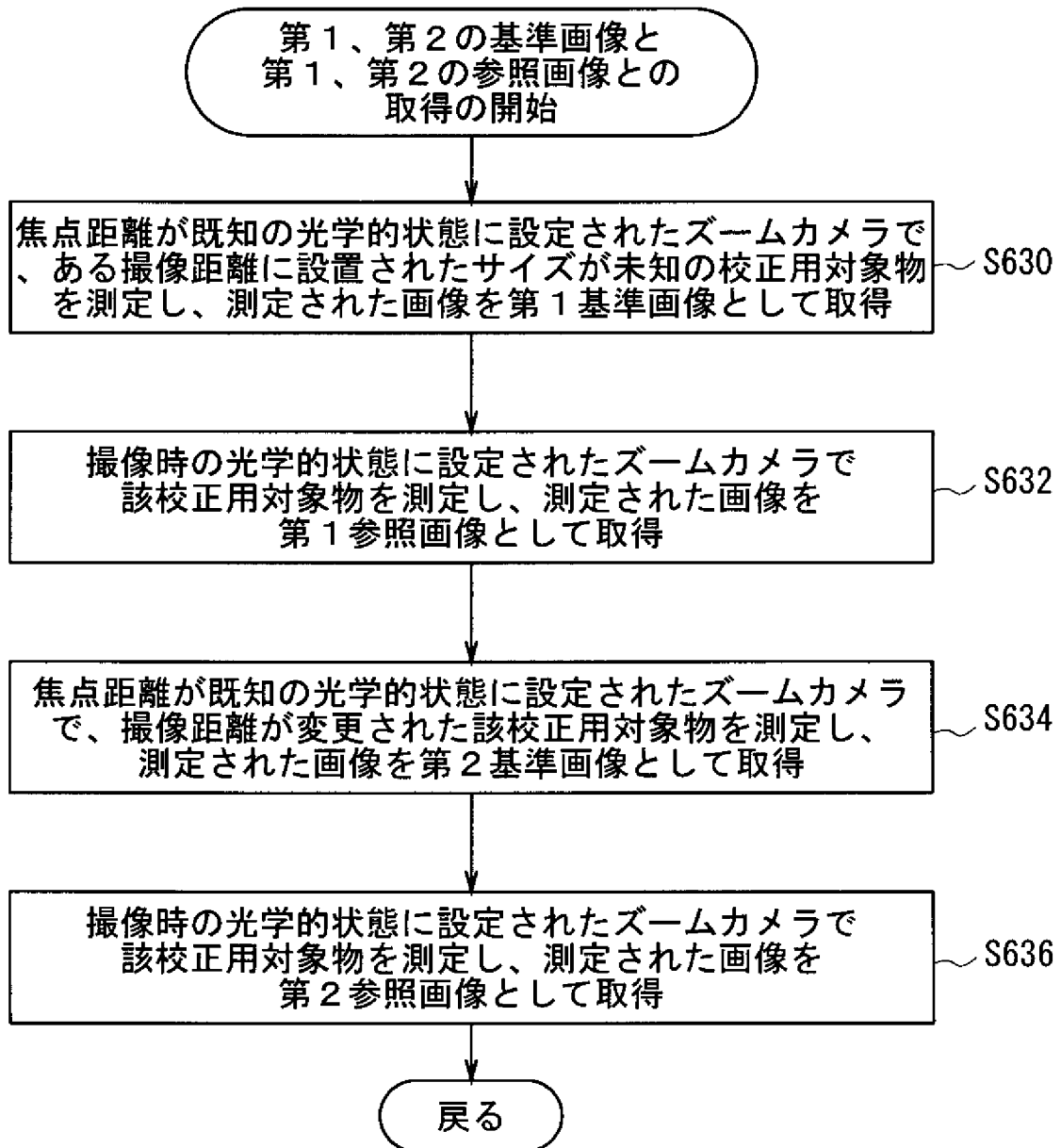
[図26]



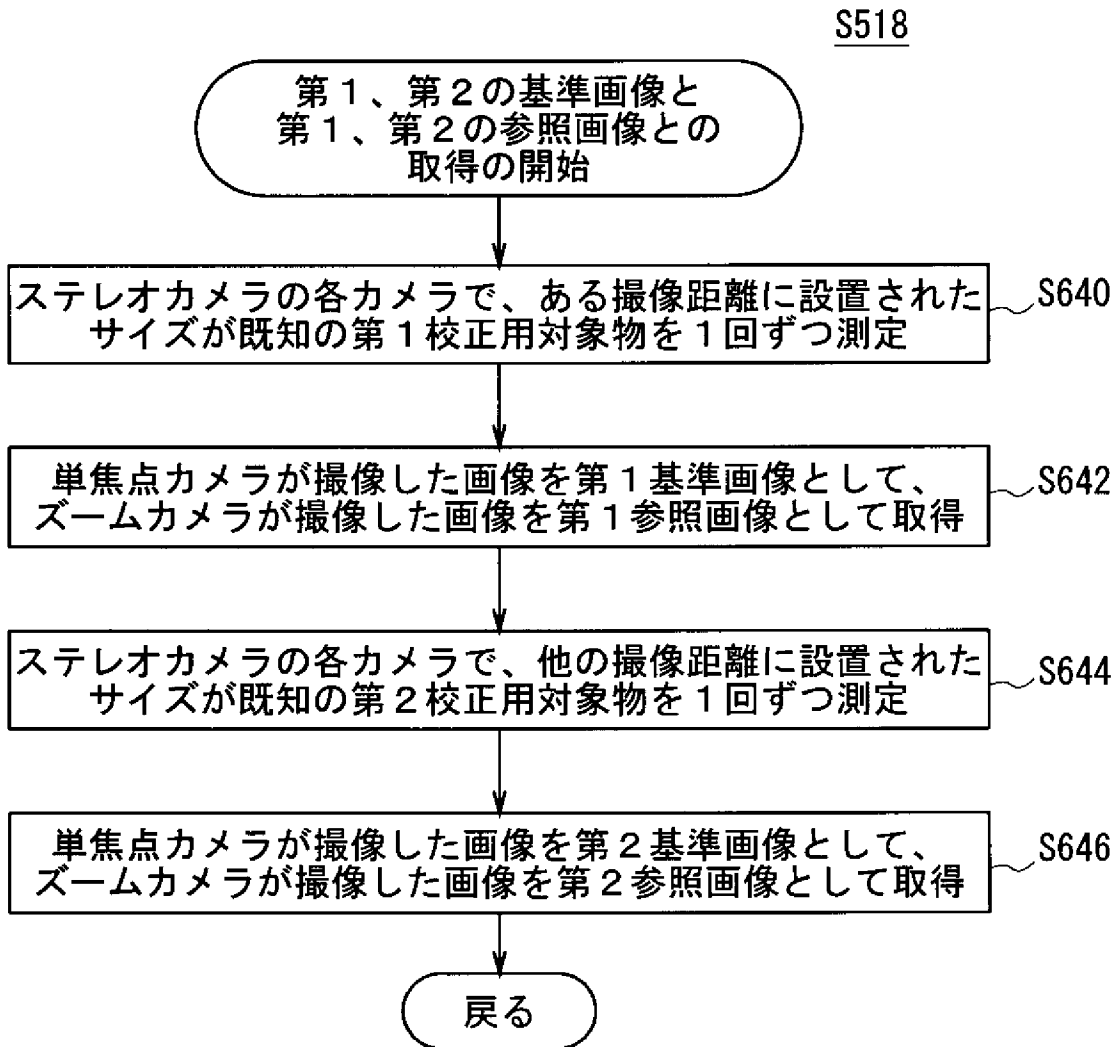
[図27]



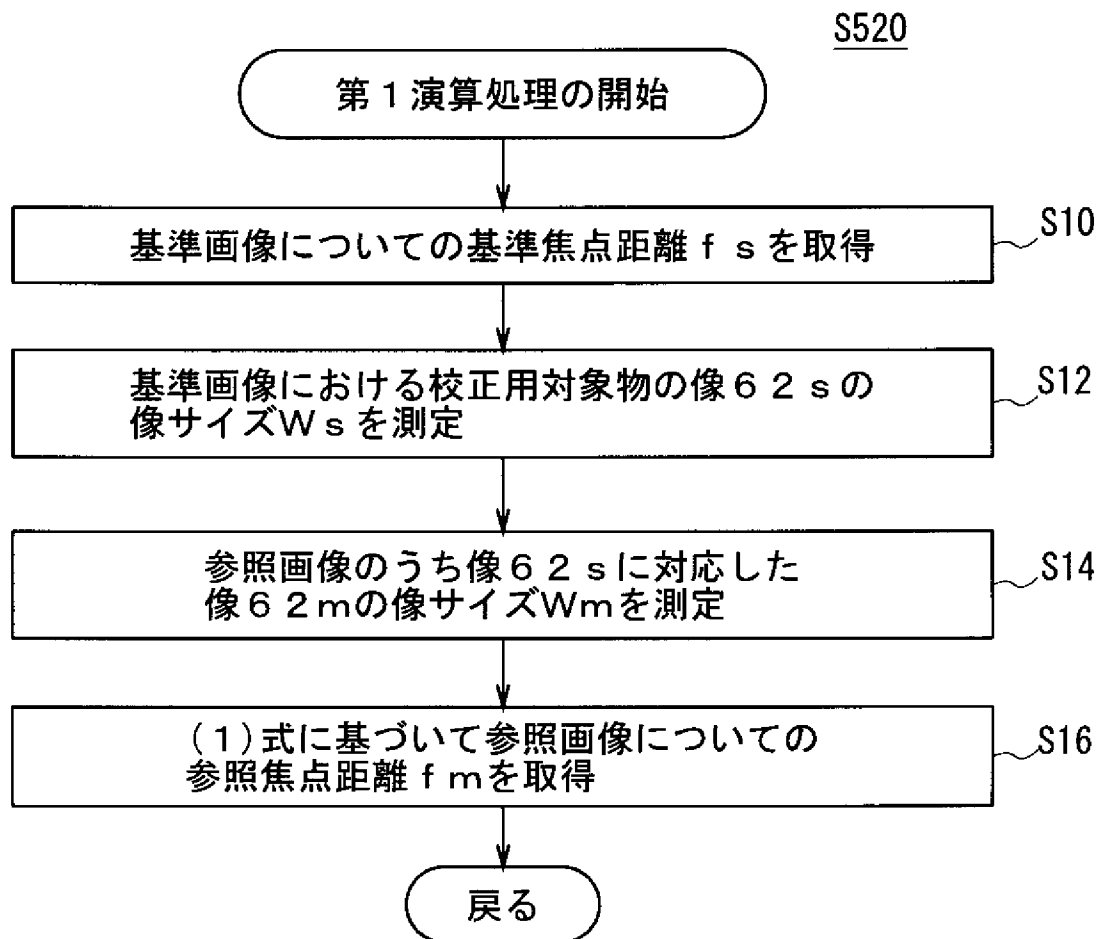
[図28]

S517

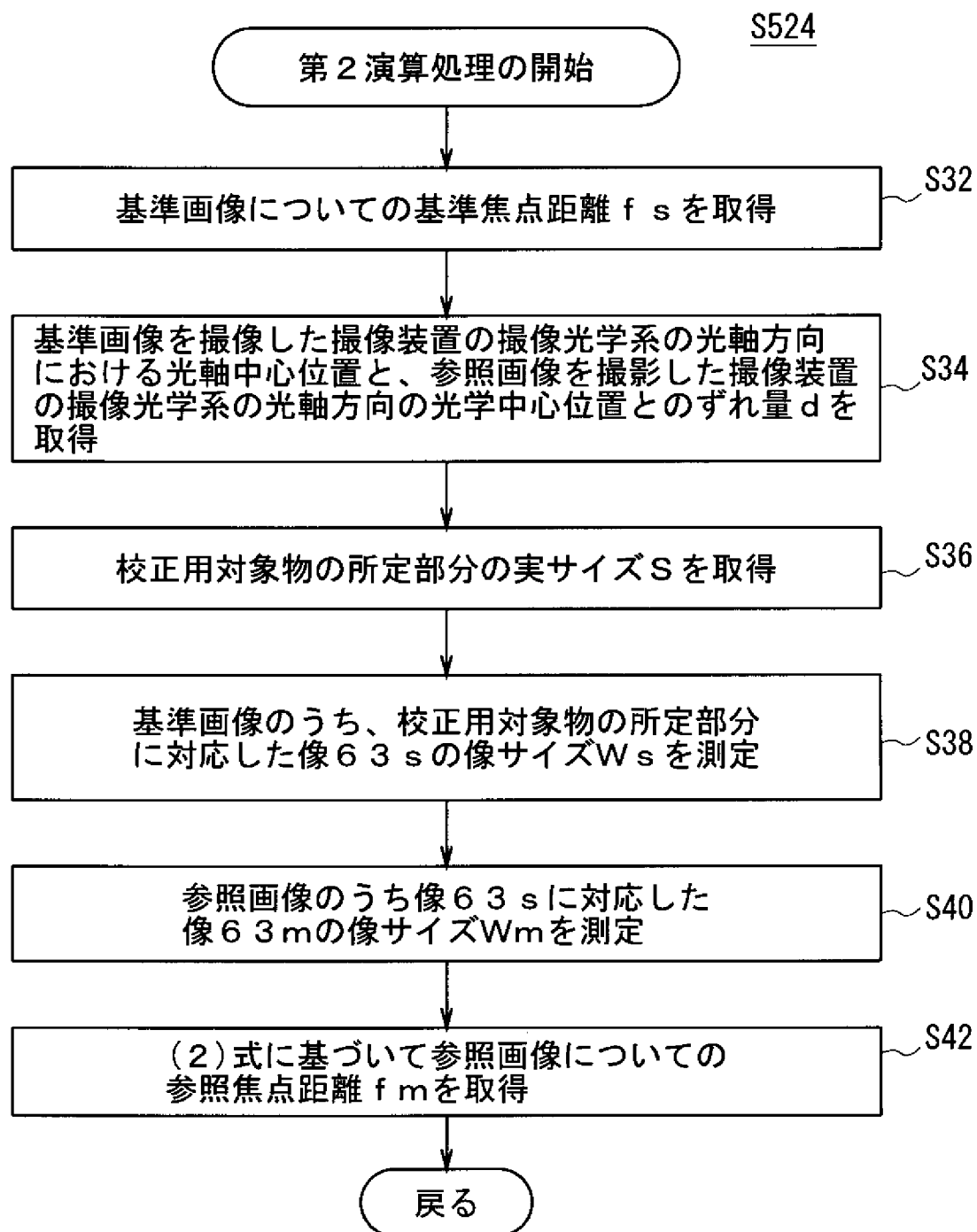
[図29]



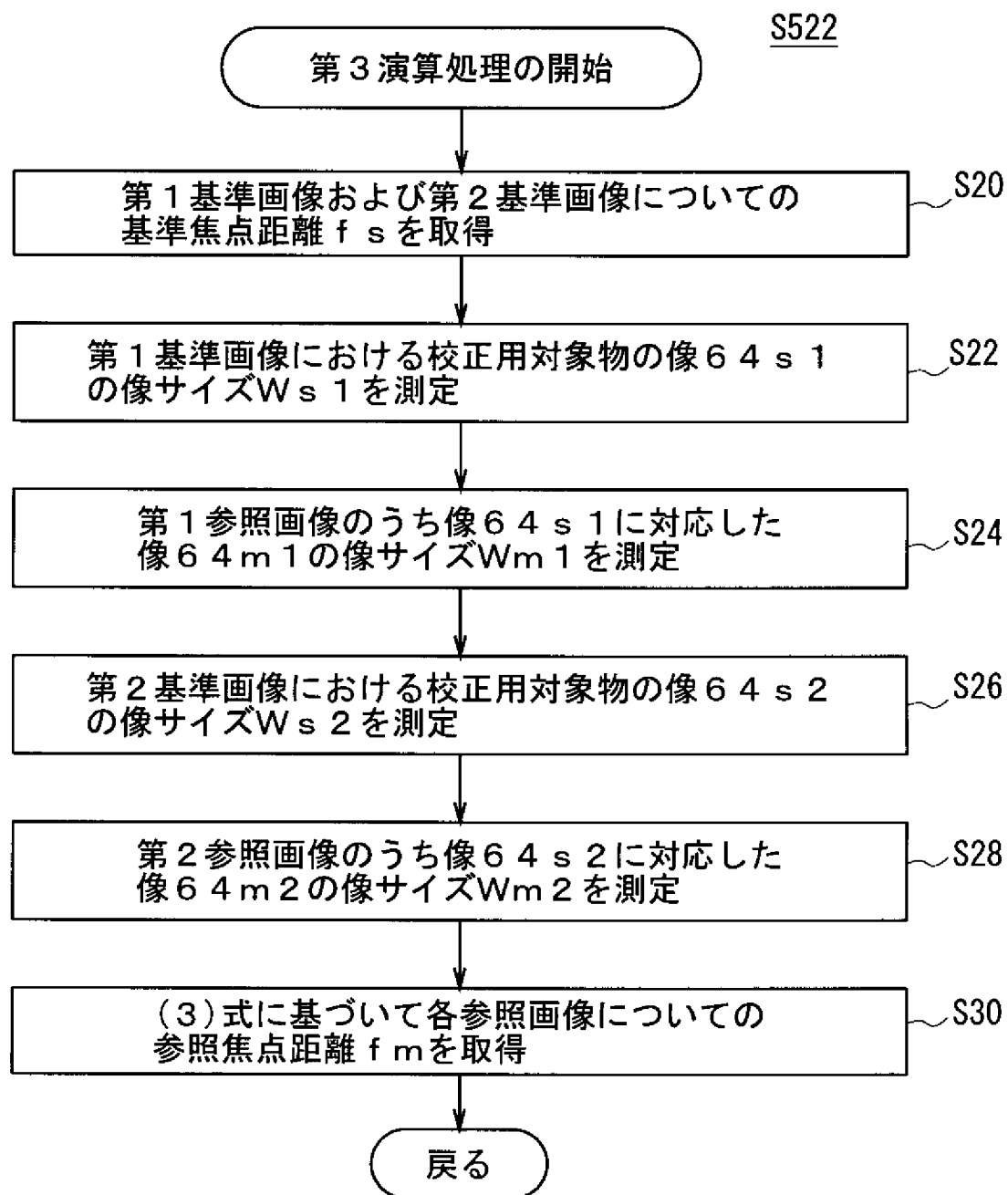
[図30]



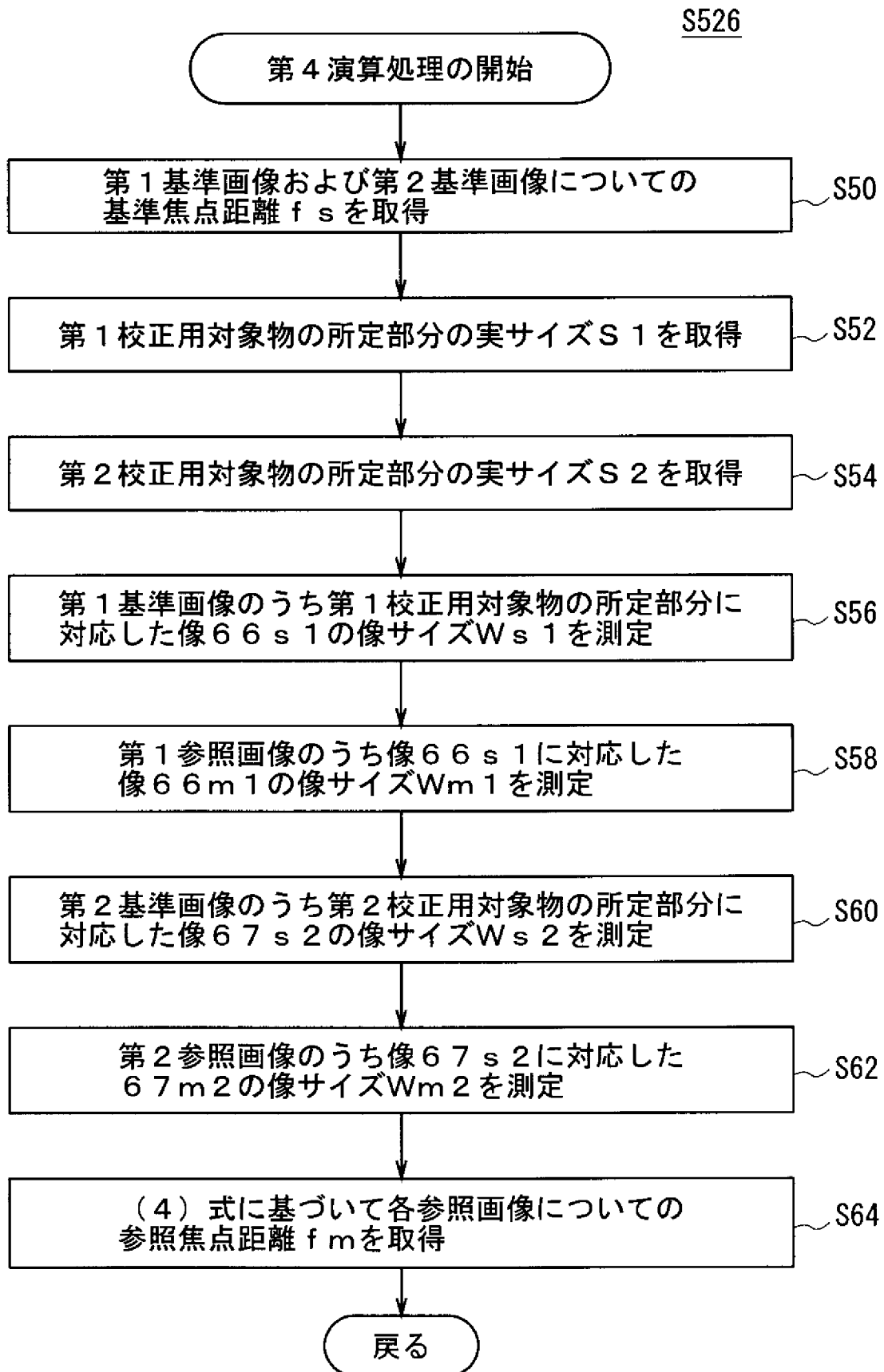
[図31]



[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N13/02(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08
(2006.01)i, H04N5/232(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)

H04N13/02, G02B7/28, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/232

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
Y A	JP 2006-93860 A (Olympus Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraphs [0044] to [0045]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 9-19 3-8
Y A	JP 2009-124204 A (Nippon Hoso Kyokai), 04 June 2009 (04.06.2009), paragraphs [0027] to [0033] (Family: none)	1, 2, 9-19 3-8
Y A	JP 2005-269121 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraph [0042]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1, 2, 9-19 3-8

☒ 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
22 June, 2011 (22.06.11)

Date of mailing of the international search report
05 July, 2011 (05.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058915

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 2002-354506 A (Minolta Co., Ltd.), 06 December 2002 (06.12.2002), paragraphs [0066] to [0072]; fig. 10 & US 7423666 B2	14-16
Y	JP 11-30740 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 02 February 1999 (02.02.1999), paragraphs [0008] to [0013] & US 6122112 A	17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N13/02(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i,
H04N5/232(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. H04N13/02, G02B7/28, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/232

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2006-93860 A（オリンパス株式会社） 2006.04.06, 段落【0044】－【0045】, 図1	1, 2, 9-19
A	(ファミリーなし)	3-8
Y	JP 2009-124204 A（日本放送協会） 2009.06.04, 段落【0027】－【0033】	1, 2, 9-19
A	(ファミリーなし)	3-8

☒ 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

の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 2 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 1

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）

菅 和幸

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1

5 P

4 5 4 7

C (続き) . 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
Y	JP 2005-269121 A (三洋電機株式会社)	1, 2, 9-19
A	2005. 09. 29, 段落【0042】, 図 9 - 図 1 0 (ファミリーなし)	3-8
Y	JP 2002-354506 A (ミノルタ株式会社) 2002. 12. 06, 段落【0066】 - 【0072】, 図 1 0 & US 7423666 B2	14-16
Y	JP 11-30740 A (旭光学工業株式会社) 1999. 02. 02, 段落【0008】 - 【0013】 & US 6122112 A	17