

(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
2017年11月23日(23.11.2017)



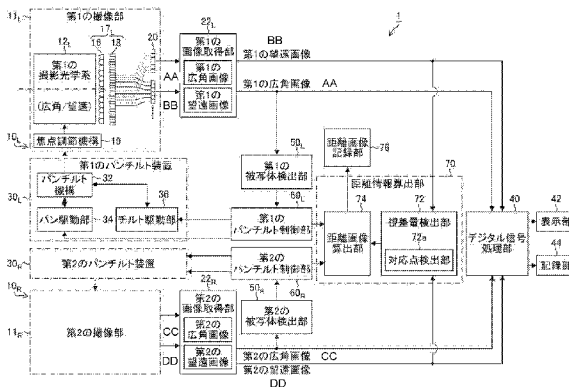
(10) 国際公開番号
WO 2017/199556 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 7/18 (2006.01) G03B 35/08 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G03B 17/56 (2006.01) H04N 13/02 (2006.01)
G03B 19/07 (2006.01)
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小野 修司 (ONO Shuji); 〒1070052 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 中島 順子, 外 (NAKASHIMA Junko et al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1250番地 F F T P M O 棟 6 F Kanagawa (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, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009859
- (22) 国際出願日: 2017年3月13日(13.03.2017)
- (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 2016-098915 2016年5月17日(17.05.2016) JP

(54) Title: STEREO CAMERA AND STEREO CAMERA CONTROL METHOD

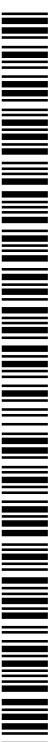
(54) 発明の名称: ステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法

[図4]



- 11_L First imaging unit
- 11_R Second imaging unit
- 12_L First imaging optical system (wide-angle/telephoto)
- 19 Focus adjusting mechanism
- 22_L First image acquisition unit
- 22_R Second image acquisition unit
- 30_L First pan and tilt device
- 30_R Second pan and tilt device
- 32 Pan and tilt mechanism
- 34 Pan drive unit
- 36 Tilt drive unit
- 40 Digital signal processing unit
- 42 Display unit
- 44 Recording unit
- 50_L First subject detection unit
- 50_R Second subject detection unit
- 60_L First pan and tilt control unit
- 60_R Second pan and tilt control unit
- 70 Distance information calculation unit
- 72 Parallax amount detection unit
- 72a Corresponding point detection unit
- 74 Distance image calculation unit
- 76 Distance image recording unit
- AA First wide-angle image
- BB First telephoto image
- CC Second wide-angle image
- DD Second telephoto image

(57) Abstract: A stereo camera which is capable of simultaneously acquiring two wide-angle images and two telephoto images, and which, particularly when acquiring the two telephoto images, can reliably capture a main subject on the optical axis of two telephoto optical systems, and a stereo camera control method are provided. A first wide-angle image and a second wide-angle image, and a first telephoto image and a second telephoto image are acquired simultaneously from a first imaging unit 11_L and a second imaging unit 11_R. In particular, the optical axes of



WO 2017/199556 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,
 KP, KR, KW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the wide-angle optical system and the telephoto optical system, which configure the first imaging optical system 12_L, coincide, and the second imaging optical system is configured similarly, so it is possible to position the main subject in a central position of the first telephoto image and the second telephoto image by independently controlling pan and tilt, on the basis of the first wide-angle image and the second wide-angle image, for the first imaging unit 11L and the second imaging unit 11R so as to capture the main subject on the optical axes of both the first imaging optical system and the second imaging optical system.

(57) 要約 : 2つの広角画像及び2つの望遠画像を同時に取得することができ、特に2つの望遠画像を取得する際に2つの望遠光学系の光軸上で主要被写体を確実に捕捉することができるステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法を提供する。第1の撮像部 1 1_L及び第2の撮像部 1 1_Rから第1の広角画像と第2の広角画像、及び第1の望遠画像と第2の望遠画像を同時に取得し、特に第1の撮影光学系 1 2_Lを構成する広角光学系と望遠光学系とは光軸が一致し、同様に第2の撮影光学系も同様に構成されているため、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上で主要被写体を捕捉するように第1の撮像部 1 1_L及び第2の撮像部 1 1_Rを独立してパンチルト制御することにより、第1の望遠画像及び第2の望遠画像の中心位置に主要被写体を位置させることができる。

明 細 書

発明の名称：ステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法

技術分野

[0001] 本発明はステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法に関し、特にステレオ画像である広角画像とステレオ画像である望遠画像とを同時に撮像することができる技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、複数（４台）のカメラを搭載した複数のカメラシステム用雲台装置が提案されている（特許文献１）。

[0003] 特許文献１に記載の複数のカメラシステム用雲台装置は、２台の複眼カメラユニットを搭載し、各複眼カメラユニットをパン方向及びチルト方向に制御可能とする２台の第１の雲台手段（子雲台）と、２台の第１の雲台手段（２台の複眼カメラユニット）を搭載し、２台の複眼カメラユニットをパン方向又はチルト方向に制御可能とする第２の雲台手段（親雲台）と、から成り、２台の複眼カメラユニットを第２の雲台上において離間して搭載している。

[0004] 各複眼カメラユニットは、広角レンズカメラとズームカメラとを含み、広角レンズカメラの光軸とズームカメラの光軸は、デフォルトで同じ方向を向いている。

[0005] ズームレンズカメラは、広角レンズカメラと同じ光軸方向を向いているため、広角レンズの画角内において被写体の詳細をズームアップし、詳細な望遠画像を撮像することができる。更に、複数のカメラシステム用雲台装置は、捕捉された被写体に向けて第２の雲台手段を制御することにより、装置を被写体に正対させることができ、装置が被写体を捕捉し、正対した時点で装置と被写体との間の距離を三角測量法により測定できるようにしている。

[0006] 一方、光軸が一致する広角光学系及び望遠光学系を有する単一の撮像部により広角画像と望遠画像とを同時に取得し、かつ追尾対象の物体を望遠画像

において確実に捉えることができる自動追尾撮像装置が提案されている（特許文献2）。

[0007] 特許文献2に記載の自動追尾撮像装置は、共通する光軸上に配置された広角光学系である中央光学系と、望遠光学系である環状光学系からなる撮影光学系と、広角光学系及び望遠光学系を介して入射する光束をそれぞれ瞳分割して選択的に受光する指向性センサと、パンチルト機構と、指向性センサから取得した広角画像及び望遠画像のうちの少なくとも広角画像に基づいて追尾対象の物体を検出する物体検出部と、物体検出部により検出された物体の画像中における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御するパンチルト制御部とから構成されている。

[0008] 特許文献2に記載の自動追尾撮像装置は、光軸が一致する広角光学系と望遠光学系とを有する単一の撮像部により広角画像と望遠画像とを同時に取得することができるため、装置の小型化、低コスト化を図ることができ、また、広角光学系と望遠光学系の光軸が一致しているため、少なくとも広角画像に基づいて追尾対象の物体を検出し、検出された物体の画像中における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御することにより、物体を望遠画像内に入れること（自動追尾すること）ができ、また、物体が高速で移動しても広角画像により物体を捉えることができるため、トラッキング逸脱が発生することがない。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2011-109630号公報
特許文献2：特開2015-154386号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 特許文献1に記載の複数のカメラシステム用雲台装置は、2台の複眼カメラユニット（2台の広角レンズカメラと2台のズームカメラ）を搭載してい

るため、ステレオ画像である2つの広角画像とステレオ画像である2つの望遠画像とを同時に撮像することができるが、各複眼カメラユニットは、広角レンズカメラとズームカメラとを含むため、大型化するという問題がある。

[0011] また、複眼カメラユニットを構成する広角レンズカメラの光軸とズームカメラの光軸は、同じ方向を向いているが、両者の光軸は平行であって、一致していない。したがって、広角レンズカメラが被写体（主要被写体）を光軸上において捕捉しているときに、ズームカメラをズームアップして主要被写体の詳細を撮像する場合、主要被写体は、ズームアップされた望遠画像の中心（ズームカメラの光軸）からずれた位置に撮像され、また、ズームカメラのズーム倍率が高倍率の場合には、ズームカメラの画角から主要被写体が外れ、ズームカメラにより主要被写体を捉えることができなくなるという問題がある。

[0012] 一方、特許文献2に記載の自動追尾撮像装置は、光軸が一致する広角光学系と望遠光学系とを有する単一の撮像部により広角画像と望遠画像とを同時に取得することができるため、広角画像の中心において追尾対象の物体を捕捉するようにパンチルト機構を制御すると、望遠画像の中心において追尾対象の物体を捕捉することができるが、主要被写体の距離情報等を取得することができず、また、主要被写体の距離情報に基づいてズームカメラを主要被写体に合焦させる自動焦点調節方法を適用することができない。

[0013] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、ステレオ画像である2つの広角画像とステレオ画像である2つの望遠画像とを同時に取得することができ、特に2つの望遠画像を取得する際に2つの望遠光学系の光軸上において主要被写体を確実に捕捉することができるステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法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

[0014] 上記目的を達成するために本発明の一の態様に係るステレオカメラは、それぞれ光軸が一致し、かつ異なる領域に配置された広角光学系と望遠光学系とを有する第1の撮影光学系と、広角光学系及び望遠光学系を介して入射す

る光束をそれぞれ瞳分割して選択的に受光する複数の画素を有する第1の指向性センサとを含む第1の撮像部と、第1の撮影光学系と同一構成の第2の撮影光学系と、第1の指向性センサと同一構成の第2の指向性センサとを含む第2の撮像部であって、第1の撮像部に対して基線長だけ離間して配置された第2の撮像部と、第1の指向性センサ及び第2の指向性センサから第1の広角画像及び第2の広角画像と、第1の望遠画像及び第2の望遠画像とを取得する画像取得部と、第1の撮像部及び第2の撮像部をそれぞれ水平方向及び垂直方向に回動させるパンチルト機構と、画像取得部により取得した第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてパンチルト機構を制御し、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上で主要被写体を捕捉させるパンチルト制御部と、画像取得部により取得した第1の望遠画像及び第2の望遠画像に基づいて少なくとも主要被写体の距離情報を算出する距離情報算出部と、を備える。

[0015] 本発明の一の態様によれば、互いに基線長だけ離間して配置された第1の撮像部と第2の撮像部とは、パンチルト機構によりそれぞれ水平方向及び垂直方向に回動することができ、また、第1の撮像部は、それぞれ光軸が一致し、かつ異なる領域に配置された広角光学系と望遠光学系とを有する第1の撮影光学系と、広角光学系及び望遠光学系を介して入射する光束をそれぞれ瞳分割して選択的に受光する複数の画素を有する第1の指向性センサとを含み、第2の撮像部は、第1の撮像部と同様に第2の撮影光学系と第2の指向性センサを含んで構成されている。

[0016] そして、第1の撮像部及び第2の撮像部からステレオ画像である第1の広角画像と第2の広角画像、及びステレオ画像である第1の望遠画像と第2の望遠画像を同時に取得することができ、特に第1の撮影光学系を構成する広角光学系と望遠光学系とは光軸が一致し、同様に第2の撮影光学系を構成する広角光学系と望遠光学系とは光軸が一致しているため、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上（光軸が交差するクロスポイント）で主要被写体を捕捉するよ

うにパンチルト機構を制御することにより、第1の望遠画像及び第2の望遠画像の中心位置（光軸に対応する位置）に主要被写体を位置させることができる。尚、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてパンチルト機構を制御するため、主要被写体を見失うことなく確実に捕捉することができる。

[0017] また、第1の望遠画像及び第2の望遠画像は、ステレオ画像として撮像されるため、主要被写体の距離情報を算出することができるが、第1の望遠画像及び第2の望遠画像は、第1の広角画像及び第2の広角画像に比べて空間分解能が高いため、精度の高い距離情報を算出することができる。

[0018] 本発明の他の態様に係るステレオカメラにおいて、距離情報算出部は、第1の望遠画像及び第2の望遠画像に基づいてそれぞれ特徴量が一致する2つの対応点を検出する対応点検出部を備え、対応点検出部により検出した2つの対応点の第1の指向性センサ及び第2の指向性センサにおける視差量と、基線長と、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、望遠光学系の焦点距離とに基づいて対応点の距離を算出することが好ましい。

[0019] これにより、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系のそれぞれの光軸上の主要被写体の距離情報だけでなく、第1の望遠画像及び第2の望遠画像から対応点が発見された被写体の距離情報も算出することができる。

[0020] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系は、それぞれ円形の中央光学系からなる広角光学系と、中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系からなる望遠光学系とにより構成されることが好ましい。円形の中央光学系からなる広角光学系と、中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系からなる望遠光学系とにより撮像される2つの画像間には視差が発生せず、また、それぞれ回転対称の形状であるため、撮影光学系として好ましい。

[0021] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の指向性センサ及び第2の指向性センサは、それぞれ瞳分割手段として機能するマイクロレンズアレイ又は遮光マスクを有するものとすることができる。

- [0022] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行う第1の焦点調節部を有することが好ましい。望遠光学系は、広角光学系に比べて被写界深度が浅く、ボケやすいため、焦点調節を行うことが好ましい。
- [0023] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の焦点調節部は、画像取得部により取得した第1の広角画像及び第2の広角画像にそれぞれ含まれる主要被写体の第1の指向性センサ及び第2の指向性センサにおける視差量と、基線長と、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、広角光学系の焦点距離とに基づいて主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことが好ましい。
- [0024] ステレオ画像である第1の広角画像と第2の広角画像とにより三角測量法により主要被写体の距離情報を取得することができる。第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の全体又は一部の光学系の光軸方向の移動位置と、その移動位置により合焦する被写体の距離情報とは一対一に対応するため、主要被写体の距離情報が取得できれば、その主要被写体に合焦するように第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことができる。
- [0025] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の焦点調節部は、パンチルト制御部によりパンチルト機構が制御され、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体が捕捉されている場合に、基線長と、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、広角光学系の焦点距離とに基づいて主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことが好ましい。
- [0026] 第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体が捕捉されている場合、主要被写体の第1の指向性センサ及び第2の指向性センサにおける視差量は0であるため、基線長と、第1の撮影光学系

及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、広角光学系の焦点距離とに基づいて主要被写体の距離情報を三角測量法により算出することができる。また、主要被写体の距離情報が取得できれば、上記と同様にその主要被写体に合焦するように第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことができる。

[0027] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行う第1の焦点調節部と、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの広角光学系の焦点調節を行う第2の焦点調節部とを有することが好ましい。広角光学系には焦点調節部を設けずに、広角光学系をパンフォーカスとしてもよいが、広角光学系にも焦点調節部（第2の焦点調節部）を設けることが好ましい。

[0028] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の焦点調節部は、第2の焦点調節部による広角光学系の合焦情報に基づいて主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことが好ましい。広角光学系の焦点調節を行う第2の焦点調節部を有する場合、焦点調節後の広角光学系の合焦情報（例えば、合焦状態にある広角光学系の全体又は一部の光学系の光軸方向の移動位置）に基づいて主要被写体の距離情報を取得することができる。主要被写体の距離情報が取得できれば、上記と同様にその主要被写体に合焦するように第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの望遠光学系の焦点調節を行うことができる。

[0029] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、パンチルト機構は、第1の撮像部を水平方向及び垂直方向に回動させる第1のパンチルト機構と、第1のパンチルト機構とは独立して第2の撮像部を水平方向及び垂直方向に回動させる第2のパンチルト機構とを有し、パンチルト制御部は、第1の広角画像に基づいて第1のパンチルト機構を制御する第1のパンチルト制御部と、第2の広角画像に基づいて第2のパンチルト機構を制御する第2のパンチルト制御部とを有することが好ましい。

- [0030] これによれば、第1の撮像部と第2の撮像部とをそれぞれ独立してパンチルト動作させることができ、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向を独立して制御することができる。
- [0031] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、パンチルト機構は、第1のパンチルト機構と第2のパンチルト機構とを保持する保持部材と、保持部材を水平方向に回動させるパン機構とを有し、パンチルト制御部は、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてパン機構を制御し、第1の撮像部と第2の撮像部とを主要被写体に正対させることが好ましい。
- [0032] 第1のパンチルト機構と第2のパンチルト機構とを保持する保持部材の全体を、水平方向に回動させることにより、主要被写体に対して第1の撮像部と第2の撮像部との距離を等距離にすることができ、主要被写体等の距離情報をより精度良く算出することができる。
- [0033] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてそれぞれ主要被写体を検出する第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部を備え、パンチルト制御部は、第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部により検出された主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内における各位置情報に基づいてパンチルト機構を制御し、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉させることが好ましい。主要被写体が第1の広角画像及び第2の広角画像に入るように主要被写体を撮像することは容易である。そして、第1の広角画像及び第2の広角画像に主要被写体が入っている場合、第1の広角画像内及び第2の広角画像内に主要被写体の位置情報（各広角画像の中心（光軸位置）からの変位量を示す位置情報）に基づいて、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体が捕捉されるようにパンチルト機構を制御することが可能である。また、主要被写体が高速で動く動体であっても、第1の広角画像及び第2の広角画像により動体を確実に捉えることができるため、トラッキング逸脱が発生しない。
- [0034] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の被写体検出

部及び第2の被写体検出部は、画像取得部が連続して取得した第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて動体を検出し、検出した動体を主要被写体とすることが好ましい。主要被写体が動体である場合、動体検出により所望の主要被写体を検出することができる。

[0035] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部は、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて特定の被写体を認識し、認識した特定の被写体を主要被写体とすることが好ましい。例えば、特定の被写体が人物である場合には、人物又は人物の顔を認識することにより、主要被写体を検出することができる。

[0036] 本発明の更に他の態様に係るステレオカメラにおいて、第1の望遠画像及び第2の望遠画像に基づいて主要被写体を検出する第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部を更に備え、パンチルト制御部は、第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部により検出された主要被写体の第1の望遠画像内及び第2の望遠画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御し、第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部により主要被写体を検出できない場合は、第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部により検出された主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御することが好ましい。

[0037] 第1の望遠画像及び第2の望遠画像に基づいて主要被写体を検出することができる場合には、その検出した主要被写体の第1の望遠画像内及び第2の望遠画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御するため、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸を高精度に制御することができ、一方、第1の望遠画像及び第2の望遠光学系に基づいて主要被写体を検出することができない場合には、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて検出した主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御することにより、主要被写体が高速で動く動体であっても、第1の広角画像及び第2の広角画像により動体を確実に捉えることができるため、トラッキング逸脱が発生しない。

[0038] 本発明の更に他の態様は、上記のステレオカメラを使用したステレオカメラの制御方法であって、第1の指向性センサ及び第2の指向性センサから第1の広角画像及び第2の広角画像を取得するステップと、取得した第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてパンチルト機構を制御し、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉させるステップと、第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉している状態において、第1の指向性センサ及び第2の指向性センサから第1の望遠画像及び第2の望遠画像を取得するステップと、取得した第1の望遠画像及び第2の望遠画像に基づいて少なくとも主要被写体の距離情報を算出するステップと、を含む。

発明の効果

[0039] 本発明によれば、ステレオ画像である第1の広角画像と第2の広角画像、及びステレオ画像である第1の望遠画像と第2の望遠画像を同時に取得することができ、特に第1の撮影光学系を構成する広角光学系と望遠光学系とは光軸が一致し、同様に第2の撮影光学系を構成する広角光学系と望遠光学系とは光軸が一致しているため、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいて第1の撮影光学系及び第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉するようにパンチルト機構を制御することにより、第1の望遠画像及び第2の望遠画像の中心位置（光軸に対応する位置）に主要被写体を位置させることができる。尚、第1の広角画像及び第2の広角画像に基づいてパンチルト機構を制御するため、主要被写体を見失うことなく確実に捕捉することができる。

[0040] また、第1の望遠画像及び第2の望遠画像は、ステレオ画像として撮像されるため、主要被写体の距離情報を算出することができるが、第1の望遠画像及び第2の望遠画像は、第1の広角画像及び第2の広角画像に比べて空間分解能が高いため、精度の高い距離情報を算出することができる。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]本発明に係るステレオカメラの外観斜視図

- [図2]ステレオカメラの第1の撮像部 11_L の第1の実施形態を示す断面図
- [図3]図2に示したマイクロレンズアレイ及びイメージセンサの要部拡大図
- [図4]ステレオカメラの内部構成の実施形態を示すブロック図
- [図5]ステレオカメラにより撮像される広角画像及び望遠画像の一例を示す図
- [図6]特定の主要被写体（人物の顔）が第1の望遠画像の中心にくるようにパンチルト制御された状態を示す第1の望遠画像を示すイメージ図
- [図7]主要被写体等の距離情報の算出方法を説明するために用いた図
- [図8]第1の焦点調節部を示すブロック図
- [図9]パンチルト制御部60のブロック図
- [図10]第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体を捕捉させるパンチルト制御を示すフローチャート
- [図11]第1の望遠画像と第2の望遠画像との間で特徴量が一致する対応点の距離情報を取得する処理を示すフローチャート
- [図12]動体である主要被写体を検出する動体検出方法の一例を説明するために用いた図
- [図13]動体である主要被写体を検出する動体検出方法の一例を説明するために用いた図
- [図14]動体である主要被写体を検出する動体検出方法の一例を説明するために用いた図
- [図15]指向性センサの他の実施形態を示す側面図
- [図16]ステレオカメラに適用可能な撮像部の他の実施形態を示す断面図

発明を実施するための形態

- [0042] 以下、添付図面に従って本発明に係るステレオカメラ及びステレオカメラの制御方法の実施の形態について説明する。
- [0043] <ステレオカメラの外観>
- 図1は本発明に係るステレオカメラの外観斜視図である。
- [0044] 図1に示すようにステレオカメラ1は、主として左目用の第1のパンチルト

トカメラ 10_L と、右目用の第2のパンチルトカメラ 10_R と、第1のパンチルトカメラ 10_L と第2のパンチルトカメラ 10_R とを基線長 D だけ離間して保持する保持部材37と、保持部材37を水平方向に回転させるパン機構を含むパン装置38と、を有している。

- [0045] 第1のパンチルトカメラ 10_L は、第1の撮像部 11_L 、第1のパンチルト装置 30_L (図4)、及び第1のカメラ本体 2_L から構成され、第2のパンチルトカメラ 10_R は、第2の撮像部 11_R 、第2のパンチルト装置 30_R (図4)、及び第2のカメラ本体 2_R から構成されている。
- [0046] 第1のパンチルト装置 30_L は、台座 4_L と、台座 4_L に固定されるとともに、第1の撮像部 11_L を回転自在に保持する保持部 8_L とを有している。
- [0047] 台座 4_L は、第1のカメラ本体 2_L の垂直方向 Z の軸を中心に回転自在に配設され、パン駆動部34 (図4)により垂直方向 Z の軸を中心にして回転 (パン動作) する。
- [0048] 保持部 8_L は、水平方向 X の軸と同軸上に設けられたギア8Aを有し、チルト駆動部36 (図4)からギア8Aを介して駆動力が伝達されることにより、第1の撮像部 11_L を上下方向に回転 (チルト動作) させる。
- [0049] 同様に、第2のパンチルト装置 30_R は、台座 4_R と、台座 4_R に固定されるとともに、第2の撮像部 11_R を回転自在に保持する保持部 8_R とを有している。
- [0050] 台座 4_R は、第2のカメラ本体 2_R の垂直方向 Z の軸を中心に回転自在に配設され、パン駆動部34により垂直方向 Z の軸を中心にして回転 (パン動作) する。
- [0051] 保持部 8_R は、水平方向 X の軸と同軸上に設けられたギア8Aを有し、チルト駆動部36からギア8Aを介して駆動力が伝達されることにより、第2の撮像部 11_R を上下方向にチルト動作させる。
- [0052] したがって、第1のパンチルトカメラ 10_L は、パン動作及びチルト動作することにより、第1のパンチルトカメラ 10_L の撮影方向 (第1の撮影光学系の光軸 L_1 の方向) を所望の方向に向けることができ、同様に第2のパンチル

トカメラ 10_R は、パン動作及びチルト動作することにより、第1のパンチルトカメラ 10_L とは独立して第2のパンチルトカメラ 10_R の撮影方向（第2の撮影光学系の光軸 L_2 の方向）を所望の方向に向けることができる。

[0053] [第1の撮像部 11_L の構成]

図2は、ステレオカメラ1の第1の撮像部 11_L の第1の実施形態を示す断面図である。

[0054] 図2に示すように、第1の撮像部 11_L は、第1の撮影光学系 12_L と第1の指向性センサ 17_L とから構成されている。

[0055] <第1の撮影光学系 12_L >

第1の撮影光学系 12_L は、それぞれ同一の光軸上に配置された、円形の中央光学系からなる広角光学系 13 と、広角光学系 13 に対して同心円状に配設された環状光学系からなる望遠光学系 14 とから構成されている。

[0056] 広角光学系 13 は、第1レンズ $13a$ 、第2レンズ $13b$ 、第3レンズ $13c$ 、第4レンズ $13d$ 、及び共通レンズ 15 から構成された広角レンズであり、第1の指向性センサ 17_L を構成するマイクロレンズアレイ 16 上に広角画像を結像させる。

[0057] 望遠光学系 14 は、第1レンズ $14a$ 、第2レンズ $14b$ 、反射光学系としての第1反射ミラー $14c$ 、第2反射ミラー $14d$ 、及び共通レンズ 15 から構成された望遠レンズであり、第1の指向性センサ 17_L を構成するマイクロレンズアレイ 16 上に望遠画像を結像させる。

[0058] 第1レンズ $14a$ 、及び第2レンズ $14b$ を介して入射した光束は、第1反射ミラー $14c$ 及び第2反射ミラー $14d$ により2回反射された後、共通レンズ 15 を通過する。第1反射ミラー $14c$ 及び第2反射ミラー $14d$ により光束が折り返されることにより、焦点距離の長い望遠光学系（望遠レンズ）の光軸方向の長さを短くしている。

[0059] <第1の指向性センサ 17_L >

第1の指向性センサ 17_L は、マイクロレンズアレイ 16 とイメージセンサ 18 とから構成されている。

- [0060] 図3は、図2に示したマイクロレンズアレイ16及びイメージセンサ18の要部拡大図である。
- [0061] マイクロレンズアレイ16は、複数のマイクロレンズ（瞳結像レンズ）16aが2次元状に配列されて構成されており、各マイクロレンズの水平方向及び垂直方向の間隔は、イメージセンサ18の光電変換素子である受光セル18aの3つ分の間隔に対応している。即ち、マイクロレンズアレイ16の各マイクロレンズは、水平方向及び垂直方向の各方向に対して、2つ置きの受光セルの位置に対応して形成されたものが使用される。
- [0062] また、マイクロレンズアレイ16の各マイクロレンズ16aは、第1の撮影光学系12_Lの広角光学系13及び望遠光学系14に対応する、円形の中央瞳像（第1の瞳像）17a及び環状瞳像（第2の瞳像）17bを、イメージセンサ18の対応する受光領域の受光セル18a上に結像させる。
- [0063] 図3に示すマイクロレンズアレイ16及びイメージセンサ18によれば、マイクロレンズアレイ16の1マイクロレンズ16aあたりに付き、格子状（正方格子状）の3×3個の受光セル18aが割り付けられている。以下、1つのマイクロレンズ16a及び1つのマイクロレンズ16aに対応する受光セル群（3×3個の受光セル18a）を単位ブロックという。
- [0064] 中央瞳像17aは、単位ブロックの中央の受光セル18aのみに結像し、環状瞳像17bは、単位ブロックの周囲の8個の受光セル18aに結像する。
- [0065] 上記構成の第1の撮像部11_Lによれば、後述するように広角光学系13に対応する第1の広角画像と、望遠光学系14に対応する第1の望遠画像とを同時に撮像することができる。
- [0066] ステレオカメラ1の第2の撮像部11_Rは、図2及び図3に示した第1の撮像部11_Lと同様に構成されており、広角光学系と望遠光学系とを有する第2の撮影光学系と、第2の指向性センサとを有し、広角光学系に対応する第2の広角画像と、望遠光学系に対応する第2の望遠画像とを同時に撮像することができる。

[0067] <ステレオカメラ1の内部構成>

図4は、ステレオカメラ1の内部構成の実施形態を示すブロック図である。ステレオカメラ1の制御に関して、第1の画像取得部22_L、第2の画像取得部22_R、第1の被写体検出部50_L、第2の被写体検出部50_R、第1のパンチルト制御部60_L、第2のパンチルト制御部60_R、距離画像算出部74、視差量検出部72、及びデジタル信号処理部40等は、汎用的なCPUにより構成されもよいし、FPGA (Field Programmable Gate Array) などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス (Programmable Logic Device: PLD)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路や、これらの組み合わせにより構成されてもよい。なお、図8における焦点制御部190等についても同様である。尚、図1で説明したようにステレオカメラ1は、左目用の第1のパンチルトカメラ10_Lと、右目用の第2のパンチルトカメラ10_Rとを備えているが、両カメラの構成は同じであるため、図4では、主として第1のパンチルトカメラ10_Lについて説明し、第2のパンチルトカメラ10_Rの詳細な説明は省略する。

[0068] 図4に示すようにステレオカメラ1を構成する左目用の第1のパンチルトカメラ10_Lは、図2で説明した広角光学系13及び望遠光学系14を有する第1の撮影光学系12_Lと、図3で説明したマイクロレンズアレイ16及びイメージセンサ18を有する第1の指向性センサ17_Lとからなる第1の撮像部11_Lを備えている。

[0069] この第1の撮像部11_Lは、少なくとも望遠光学系14の焦点調節を自動的に行う第1の焦点調節部 (焦点調節機構19を含む) を備えることが好ましい。焦点調節機構19は、例えば、望遠光学系14の全体又は一部の光学系を光軸方向に移動させるボイスコイルモータ等により構成することができる。また、第1の焦点調節部は、後述する焦点制御部190が主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて焦点調節機構19を駆動する

ことにより、望遠光学系 14 の第 1 の焦点調節を行うことができる。

[0070] また、広角光学系 13 については、別途、広角光学系 13 の焦点調節を自動的に行う第 2 の焦点調節部を設けるようにしてよいし、パンフォーカスとしてもよい。広角光学系 13 に適用される第 2 の焦点調節部としては、コントラスト A F (Autofocus) 方式、あるいは像面位相差 A F 方式のものが考えられる。コントラスト A F 方式は、第 1 の広角画像及び第 2 の広角画像の A F 領域のコントラストが最大になるように広角光学系 13 の全体又は一部の光学系を光軸方向に移動させて焦点調節を行う方式であり、像面位相差 A F 方式は、第 1 の広角画像及び第 2 の広角画像の A F 領域の像面位相差が 0 になるように広角光学系 13 の全体又は一部の光学系を光軸方向に移動させることにより広角光学系 13 の焦点調節を行う方式である。

[0071] 第 1 のパンチルト装置 30_Lは、図 1 に示したように第 1 の撮像部 11_Lを第 1 のカメラ本体 2_Lに対して水平方向（パン方向）に回転させるパン機構及び垂直方向（チルト方向）に回転させるチルト機構（以下、「パンチルト機構」と称す）32、パン駆動部 34、及びチルト駆動部 36等を備えている。

[0072] パンチルト機構 32は、パン方向の回転角（パン角度）の基準位置を検出するホームポジションセンサ、チルト方向の傾き角（チルト角度）の基準位置を検出するホームポジションセンサを有している。

[0073] パン駆動部 34及びチルト駆動部 36は、それぞれステップモータ及びモータドライバを有し、パンチルト機構 32に駆動力を出力し、パンチルト機構 32を駆動する。

[0074] 第 1 の撮像部 11_Lは、第 1 の撮影光学系 12_L及び第 1 の指向性センサ 17_Lを介して時系列の第 1 の広角画像及び第 1 の望遠画像を撮像するものであり、第 1 の撮影光学系 12_Lを介して第 1 の指向性センサ 17_L（イメージセンサ 18）の各受光セル（光電変換素子）の受光面に結像された被写体像は、その入射光量に応じた量の信号電圧（又は電荷）に変換される。

[0075] イメージセンサ 18に蓄積された信号電圧（又は電荷）は、受光セルその

もの若しくは付設されたキャパシタに蓄えられる。蓄えられた信号電圧（又は電荷）は、X-Yアドレス方式を用いたMOS（Metal Oxide Semiconductor）型撮像素子（いわゆるComplementary Metal Oxide Semiconductor）CMOSセンサ）の手法を用いて、受光セル位置の選択とともに読み出される。

[0076] これにより、イメージセンサ18から広角光学系13に対応する中央の受光セルのグループの第1の広角画像を示す画像信号と、望遠光学系14に対応する周囲8個の受光セルのグループの第1の望遠画像を示す画像信号とを読み出すことができる。尚、イメージセンサ18からは、所定のフレームレート（例えば、1秒当たりのフレーム数24p, 30p, 又は60p）で、第1の広角画像及び第1の望遠画像を示す画像信号が連続して読み出されるが、図示しないシャッターボタンが操作されると、それぞれ1枚の静止画となる第1の広角画像及び第1の望遠画像を示す画像信号が読み出される。

[0077] イメージセンサ18から読み出された画像信号（電圧信号）は、相関二重サンプリング処理（センサ出力信号に含まれるノイズ（特に熱雑音）等を軽減することを目的として、受光セル毎の出力信号に含まれるフィードスルー成分レベルと信号成分レベルとの差をとることにより正確な画素データを得る処理）により受光セル毎の画像信号がサンプリングホールドされ、増幅されたのちA/D（Analog/Digital）変換器20に加えられる。A/D変換器20は、順次入力する画像信号をデジタル信号に変換して画像取得部22に出力する。尚、MOS型センサでは、A/D変換器が内蔵されているものがあり、この場合、イメージセンサ18から直接デジタル信号が出力される。

[0078] 第1の画像取得部22_Lは、イメージセンサ18の受光セル位置を選択して画像信号を読み出すことにより、第1の広角画像を示す画像信号と第1の望遠画像を示す画像信号とを同時に、又は選択的に取得することができる。

[0079] 即ち、イメージセンサ18の中央瞳孔像17aが入射する受光セルの画像信号を選択的に読み出すことにより、1マイクロレンズ当たり1個の受光セル（3×3の受光セルの中央の受光セル）の第1の広角画像を示す画像信号（ベイア配列のモザイク画像を示す画像信号）を取得することができ、一方、

イメージセンサ18の環状瞳孔像17bが入射する受光セルの画像信号を選択的に読み出すことにより、1マイクロレンズ当たり8個の受光セル(3×3の受光セルの周囲の受光セル)の第1の望遠画像を示す画像信号を取得することができる。

[0080] 尚、イメージセンサ18から全ての画像信号を読み出してバッファメモリに一時的に記憶させ、バッファメモリに記憶させた画像信号から、第1の広角画像と第1の望遠画像の2つ画像の画像信号のグループ分けを行ってもよい。

[0081] 第1の画像取得部22_Lにより取得された第1の広角画像及び第1の望遠画像を示す画像信号は、それぞれデジタル信号処理部40及び第1の被写体検出部50_Lに出力される。

[0082] 第1の被写体検出部50_Lは、第1の画像取得部22_Lが取得した第1の広角画像を示す画像信号に基づいて主要被写体を検出し、検出した主要被写体の画像内における位置情報を第1のパンチルト制御部60_Lに出力する。

[0083] 第1の被写体検出部50_Lにおける主要被写体の検出方法としては、人物の顔認識を行う技術に代表される物体認識技術により特定の物体(主要被写体)を検出する方法、又は動体を主要被写体として検出する動体検出方法がある。

[0084] 物体認識による物体の検出方法は、特定の物体の見え方の特徴を物体辞書として予め登録しておき、撮影された画像から位置や大きさを変えながら切り出した画像と、物体辞書とを比較しながら物体を認識する方法である。

[0085] 図5は、撮像された第1の広角画像及び第1の望遠画像の一例を示す図である。尚、第1の広角画像中の破線により示した領域は、第1の望遠画像の撮影範囲を示している。

[0086] いま、図6に示す第1の広角画像及び第1の望遠画像が撮像され、かつ人物の「顔」を主要被写体とし、顔認識技術により人物の「顔」を検出する場合、第1の被写体検出部50_Lは、第1の広角画像内の「顔」を検出することができる。尚、第1の被写体検出部50_Lが、第1の望遠画像から人物の「顔」

」を検出する場合、図5に示す第1の望遠画像には、人物の顔の一部しか入っていないため、第1の望遠画像からは「顔」を検出することができない。特に、望遠光学系14の撮影倍率が高倍率の場合（画角が非常に小さい場合）、第1の望遠画像内に所望の主要被写体が入っていない確率が高くなる。

[0087] 第1の被写体検出部50_Lにより検出された主要被写体（本例では、人物の「顔」）の、第1の広角画像内の位置情報は、第1のパンチルト制御部60_Lに出力される。

[0088] 第1のパンチルト制御部60_Lは、第1の被写体検出部50_Lから入力する第1の広角画像内の主要被写体の位置情報に基づいて第1のパンチルト装置30_Lを制御する部分であり、主要被写体の第1の広角画像内の位置情報（例えば、主要被写体が人物の「顔」の場合には、顔領域の重心位置）が、第1の広角画像の中心位置（光軸L₁上の位置）に移動するように、パン駆動部34、チルト駆動部36を介してパンチルト機構32（即ち、第1の撮像部11_Lの撮影方向）を制御する。

[0089] そして、第1の撮影光学系12_Lの光軸L₁上において主要被写体が捕捉されるように（主要被写体が第1の広角画像の中心位置に入るように）、上記のパンチルト機構32を制御すると、第1の望遠画像の中心位置に主要被写体が入るようになる。第1の撮影光学系12_Lを構成する広角光学系13及び望遠光学系14のそれぞれの光軸L₁は、一致しているからである（図2参照）。

[0090] 図6は、特定の主要被写体（本例では、人物の「顔」）が第1の広角画像の中心にくるように、パンチルト制御された状態を示す第1の望遠画像を示すイメージ図である。

[0091] 一方、ステレオカメラ1を構成する右目用の第2のパンチルトカメラ10_Rは、左目用の第1のパンチルトカメラ10_Lと同様に、第2の撮影光学系12_R及び第2の指向性センサ17_R（図示せず）を有する第2の撮像部11_Rと、第2のパンチルト装置30_Rとを備えている。

[0092] 第2の撮像部11_Rは、第2の撮影光学系12_R及び第2の指向性センサ1

7_Rを介して時系列の第2の広角画像及び第2の望遠画像を撮像し、第2の指向性センサ17_Rからは、第2の広角画像を示す画像信号と、第2の望遠画像を示す画像信号とが同時に出力可能になっている。

- [0093] 第2の画像取得部22_Rは、第2の撮像部11_Rから第2の広角画像を示す画像信号と第2の望遠画像を示す画像信号とを同時に、又は選択的に取得する。
- [0094] 第2の画像取得部22_Rにより取得された第2の広角画像及び第2の望遠画像を示す画像信号は、それぞれデジタル信号処理部40及び第2の被写体検出部50_Rに出力される。
- [0095] 第2の被写体検出部50_Rは、第2の画像取得部22_Rが取得した第2の広角画像を示す画像信号に基づいて主要被写体を検出し、検出した主要被写体の画像内における位置情報を第2のパンチルト制御部60_Rに出力する。
- [0096] 第2のパンチルト制御部60_Rは、第2の被写体検出部50_Rから入力する第2の広角画像内の主要被写体の位置情報に基づいて第2のパンチルト装置30_Rを制御する部分であり、主要被写体の第2の広角画像内の位置情報が、第2の広角画像の中心位置（光軸L₂上の位置）に移動するように、パン駆動部34、チルト駆動部36を介してパンチルト機構32（即ち、第2の撮像部11_Rの撮影方向）を制御する。
- [0097] そして、第2の撮影光学系12_Rの光軸L₂上において主要被写体が捕捉されるように（主要被写体が第2の広角画像の中心位置に入るように）、上記のパンチルト機構32を制御すると、第2の望遠画像の中心位置に主要被写体が入るようになる。第2の撮影光学系12_Rを構成する広角光学系13及び望遠光学系14のそれぞれの光軸L₂は、一致しているからである（図2参照）。
- [0098] デジタル信号処理部40には、第1の画像取得部22_Lから第1の広角画像及び第1の望遠画像を示すデジタルの画像信号が入力し、また、第2の画像取得部22_Rから第2の広角画像及び第2の望遠画像を示すデジタルの画像信号が入力しており、デジタル信号処理部40は、入力する各画像信号に対し

て、オフセット処理、ガンマ補正処理等の所定の信号処理を行う。

[0099] また、デジタル信号処理部40は、表示部42が立体表示する機能を有する場合、ステレオ画像である第1の広角画像及び第2の広角画像を示す画像信号から立体広角画像表示用の画像信号を生成し、又はステレオ画像である第1の望遠画像及び第2の望遠画像の画像信号から立体望遠画像の表示用データを生成し、生成した表示用データを表示部42に出力することで、立体広角画像又は立体望遠画像を表示部42に表示させる。

[0100] また、デジタル信号処理部40は、表示部42が立体表示する機能を有しない場合、例えば、第1の広角画像又は第1の望遠画像を示す画像信号から広角画像又は望遠画像の表示用データを生成し、生成した表示用データを表示部42に出力することにより、広角画像又は望遠画像を表示部42に表示させる。

[0101] 更に、第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体が捕捉されている場合、デジタル信号処理部40は、ステレオ画像である第1の広角画像及び第2の広角画像を示す画像信号から記録用データを生成し、又はステレオ画像である第1の望遠画像及び第2の望遠画像を示す画像信号から記録用データを生成し、生成した記録用データを記録部44に出力することにより、記録用データを記録媒体（ハードディスク、メモリカード等）に記録させる。尚、記録部44は、第1の望遠画像及び第2の望遠画像のみを記録するようにしてもよい。また、表示部42は、記録部44に記録された記録用データに基づいて必要な画像を再生することもできる。

[0102] <距離情報算出部70>

次に、距離情報算出部70について説明する。

[0103] 距離情報算出部70は、視差量検出部72と、距離画像算出部74とを備えている。

[0104] 視差量検出部72には、第1の画像取得部 22_L により取得された第1の望遠画像を示す画像信号と、第2の画像取得部 22_R より取得された第2の望遠

画像を示す画像信号とが加えられており、視差量検出部72は、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rのそれぞれの光軸L₁、L₂上において主要被写体が捕捉されている場合（光軸L₁、L₂が交差し、かつ交差しているクロスポイントに主要被写体が位置している場合）に、第1の望遠画像及び第2の望遠画像を示す画像信号を入力する。

[0105] 視差量検出部72は、入力した第1の望遠画像及び第2の望遠画像を示す画像信号に基づいて第1の望遠画像と第2の望遠画像との間で、特徴量が一致する対応点を検出する対応点検出部72aを有し、対応点検出部72aにより検出した2つの対応点の第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rにおける視差量を検出する。

[0106] 対応点検出部72aによる対応点の検出は、第1の望遠画像の対象画素を基準とする所定のブロックサイズの画像と第2の望遠画像とのブロックマッチングにより、相関が最も高い対象画素に対応する第2の望遠画像上の画素位置を検出することにより行うことができる。

[0107] 視差量検出部72により検出された、第1の望遠画像及び第2の望遠画像の2つの対応点の第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rにおける視差量を示す情報は、距離画像算出部74に出力される。

[0108] 距離画像算出部74の他の入力には、第1のパンチルト制御部60_L及び第2のパンチルト制御部60_Rから第1のパンチルト機構を含む第1のパンチルト装置30_L及び第2のパンチルト機構を含む第2のパンチルト装置30_Rのそれぞれのパン角度及びチルト角度を示す角度情報（第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rのそれぞれの光軸L₁、L₂の方向を示す情報）が入力されており、距離画像算出部74は、これらの入力情報に基づいて対応点の距離情報を含む3次元空間情報を算出する。

[0109] 次に、図7を用いて主要被写体等の距離情報の算出方法について説明する。

[0110] 図7は、第1の撮像部11_L（第1の撮影光学系12_L）及び第2の撮像部11_R（第2の撮影光学系12_R）のパン角度及びチルト角度が制御され、第1の

撮影光学系 $1\ 2_L$ 及び第 2 の撮影光学系 $1\ 2_R$ のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 が交差するクロスポイント A に主要被写体が位置している場合に関して示している。尚、説明を簡単にするために、第 1 の撮影光学系 $1\ 2_L$ 及び第 2 の撮影光学系 $1\ 2_R$ のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 は水平とする。

[0111] 図 7 に示す各記号の意味は、下記の通りである。

[0112] A : 光軸 L_1 、 L_2 が交差するクロスポイント (主要被写体の位置)

B : 第 1 の望遠画像及び第 2 の望遠画像における任意の対応点

α_1 : 第 1 の撮影光学系 $1\ 2_L$ のパン角度

α_2 : 第 2 の撮影光学系 $1\ 2_R$ のパン角度

D : 基線長

Δx_1 : 対応点 B の第 1 の指向性センサ $1\ 7_L$ における視差量

Δx_2 : 対応点 B の第 2 の指向性センサ $1\ 7_R$ における視差量

δ_1 : 対応点 B の光軸 L_1 に対する水平方向の角度

δ_2 : 対応点 B の光軸 L_2 に対する水平方向の角度

f : 第 1 の撮影光学系 $1\ 2_L$ 及び第 2 の撮影光学系 $1\ 2_R$ に含まれる望遠光学系 $1\ 4$ の焦点距離

図 7 において、第 1 の撮影光学系 $1\ 2_L$ 及び第 2 の撮影光学系 $1\ 2_R$ の各位置と、クロスポイント A (主要被写体) とからなる三角形を考えると、三角形の底辺の長さは、基線長 D であり、既知である。

[0113] 三角形の底角をそれぞれ β_1 、 β_2 とすると、底角 β_1 、 β_2 は、それぞれパン角度 α_1 及びパン角度 α_2 に基づいて算出することができる。

[0114] 従って、既知の底辺 (基線長 D) と 2 つの底角 β_1 、 β_2 から、測定点である三角形の頂点のクロスポイント A (主要被写体) の距離情報を算出することができる。

[0115] 一方、対応点 B の光軸 L_1 に対する水平方向の角度 δ_1 及び光軸 L_2 に対する水平方向の角度 δ_2 は、対応点 B の第 1 の指向性センサ $1\ 7_L$ 及び第 2 の指向性センサ $1\ 7_R$ における視差量 Δx_1 、 Δx_2 と、望遠光学系 $1\ 4$ の焦点距離 f とに基づいて、次式により算出することができる。

[0116] [数1]

$$\delta_1 = \arctan(\Delta x_1 / f)$$

$$\delta_2 = \arctan(\Delta x_2 / f)$$

対応点Bの第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rにおける視差量 Δx_1 、 Δx_2 は、第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rの中心位置(光軸 L_1 、 L_2 に対応する位置)からの、対応点Bが結像した画素の画素位置を n_1 、 n_2 、第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rの画素ピッチを p とすると、次式により算出することができる。

[0117] [数2]

$$\Delta x_1 = n_1 \times p$$

$$\Delta x_2 = n_2 \times p$$

第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rの画素ピッチ p は既知であるため、視差量 Δx_1 、 Δx_2 は、対応点Bの第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_R上の位置を検出することにより、[数2]式により算出することができる。

[0118] 図7において、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rの各位置と、任意の対応点Bとからなる三角形を考えると、上記と同様に三角形の底辺の長さ(基線長 D)と、2つの底角 γ_1 、 γ_2 とにより、三角形の頂点である対応点Bの距離情報を算出することができる。

[0119] 尚、2つの底角 γ_1 、 γ_2 は、それぞれパン角度 α_1 、 α_2 と、[数1]式により算出される角度 δ_1 、角度 δ_2 とにより求めることができる。

[0120] 図4に戻って、距離画像算出部74は、第1の望遠画像と第2の望遠画像の対応点毎に距離情報を算出することより、距離画像を算出することができる。

[0121] ここで、距離画像とは、ステレオカメラ1によって得られる被写体までの距離値(距離情報)の2次元分布画像のことであり、距離画像の各画素は距離情報を有する。また、クロスポイントA(主要被写体)の距離情報は、視差量 Δx_1 、 Δx_2 が0となる特異点の距離情報である。

- [0122] 距離画像算出部 7 4 により算出された距離画像は、距離画像記録部 7 6 に記録される。距離画像算出部 7 4 により距離画像の算出により、例えば、構造物を被写体とする場合、その構造物の三次元情報を取得することができ、取得した三次元情報を距離画像記録部 7 6 に記録することにより、三次元情報を適宜活用することができる。
- [0123] <第 1 の焦点調節部>
- 次に、第 1 の撮影光学系 1 2_L 及び第 2 の撮影光学系 1 2_R に含まれる望遠光学系 1 4 の焦点調節を自動的に行う第 1 の焦点調節部について説明する。
- [0124] 図 8 は、第 1 の焦点調節部を示すブロック図である。
- [0125] 図 8 に示す第 1 の焦点調節部は、第 1 の撮像部 1 1_L 及び第 2 の撮像部 1 1_R にそれぞれ設けられ、望遠光学系 1 4 の全体又は一部の光学系を光軸方向に移動させる焦点調節機構 1 9 と、焦点調節機構 1 9 を制御する焦点制御部 1 9 0 とから構成されている。
- [0126] 焦点制御部 1 9 0 は、視差量検出部 1 9 2、距離情報算出部 1 9 4、及び合焦位置算出部 1 9 6 等を備えている。
- [0127] 視差量検出部 1 9 2 には、第 1 の被写体検出部 5 0_L 及び第 2 の被写体検出部 5 0_R からそれぞれ第 1 の広角画像内及び第 2 の広角画像内における主要被写体の位置情報が入力しており、視差量検出部 1 9 2 は、入力した主要被写体の位置情報に基づいて、第 1 の指向性センサ 1 7_L 及び第 2 の指向性センサ 1 7_R における主要被写体の視差量を検出する。
- [0128] 尚、前述したように第 1 の被写体検出部 5 0_L 及び第 2 の被写体検出部 5 0_R により検出された主要被写体の第 1 の広角画像内及び第 2 の広角画像内の位置情報は、第 1 のパンチルト制御部 6 0_L 及び第 2 のパンチルト制御部 6 0_R において、第 1 のパンチルト装置 3 0_L 及び第 2 のパンチルト装置 3 0_R を制御するために使用されるが、焦点制御部 1 9 0 では、視差量検出のために使用される。また、本例の焦点制御部 1 9 0 は、第 1 の撮影光学系 1 2_L 及び第 2 の撮影光学系 1 2_R のそれぞれの光軸 L₁、L₂ 上において主要被写体が捕捉される前であっても、望遠光学系 1 4 の焦点調節を行うが、第 1 の撮影光学

系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体が捕捉されている状態で望遠光学系 14 の焦点調節を行う場合には、視差量検出部 192 は不要になる。第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体が捕捉されている場合、視差量は0だからである。

[0129] 視差量検出部 192 により検出された視差量は、距離情報算出部 194 に出力される。距離情報算出部 194 の他の入力には、第1のパンチルト制御部 60_L から第1のパンチルト装置 30_L のパン角度及びチルト角度を示す角度情報（第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 の方向を示す情報）が入力されており、距離情報算出部 194 は、これらの入力情報に基づいて主要被写体の距離情報を算出する。尚、距離情報算出部 194 により主要被写体の距離情報の算出は、図4に示した距離情報算出部 70 による対応点の距離情報の算出と同様に行われるが、前述した[数1]式に示した視差量 Δx_1 、 Δx_2 は、第1の指向性センサ 17_L 及び第2の指向性センサ 17_R における第1の広角画像及び第2の広角画像における主要被写体の視差量であり、かつ焦点距離 f は、第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R に含まれる広角光学系 13 の焦点距離である点で相違する。

[0130] 距離情報算出部 194 により算出された主要被写体の距離情報は、合焦位置算出部 196 に出力される。合焦位置算出部 196 は、距離情報算出部 194 から入力する主要被写体の距離情報に基づいて、第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの望遠光学系 14 の全体又は一部の光学系の光軸方向の移動位置であって、主要被写体に合焦する合焦位置を算出する。尚、望遠光学系 14 の全体又は一部の光学系の光軸方向の移動位置と、その移動位置により合焦する被写体の距離情報とは一対一に対応するため、合焦位置算出部 196 は、主要被写体の距離情報が取得できれば、その主要被写体に合焦する合焦位置を算出することができる。

[0131] 焦点制御部 190 は、合焦位置算出部 196 により算出された合焦位置に

基づいて焦点調節機構 19 を制御し、第 1 の撮影光学系 12_L 及び第 2 の撮影光学系 12_R のそれぞれの望遠光学系 14 の全体又は一部の光学系を光軸方向の合焦位置に移動させ、望遠光学系 14 の焦点調節（第 1 の焦点調節）を行う。

[0132] 尚、本例の焦点制御部 190 は、第 1 の広角画像及び第 2 の広角画像にそれぞれ含まれる主要被写体の第 1 の指向性センサ 17_L 及び第 2 の指向性センサ 17_R における主要被写体の視差量等に基づいて主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて第 1 の撮影光学系 12_L 及び第 2 の撮影光学系 12_R のそれぞれの望遠光学系 14 の焦点調節を行うようにしたが、これに限らず、第 1 の撮影光学系 12_L 及び第 2 の撮影光学系 12_R のそれぞれの広角光学系 13 の焦点調節を行うコントラスト AF、像面位相差 AF 等の焦点調節部（第 2 の焦点調節部）が設けられている場合、第 2 の焦点調節部による広角光学系 13 の合焦情報（例えば、合焦状態にある広角光学系 13 の全体又は一部の光学系の光軸方向の移動位置）に基づいて主要被写体の距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて第 1 の撮影光学系 12_L 及び第 2 の撮影光学系 12_R のそれぞれの望遠光学系 14 の焦点調節を行うようにしてもよい。

[0133] 図 9 はパンチルト制御部 60 のブロック図である。このパンチルト制御部 60 は、図 4 に示した第 1 のパンチルト制御部 60_L 及び第 2 のパンチルト制御部 60_R に加えて、図 1 に示したパン装置 38 を制御するパン制御部 62 を備えている。

[0134] パン制御部 62 は、第 1 の広角画像及び第 2 の広角画像に基づいてパン機構を含むパン装置 38 を制御し、第 1 の撮像部 11_L と第 2 の撮像部 11_R とを主要被写体に正対させる。

[0135] 第 1 のパンチルト制御部 60_L 及び第 2 のパンチルト制御部 60_R は、それぞれ第 1 の被写体検出部 50_L 及び第 2 の被写体検出部 50_R が検出した主要被写体の、第 1 の広角画像内及び第 2 の広角画像内の主要被写体の位置情報に基づいて第 1 のパンチルト装置 30_L 及び第 2 のパンチルト装置 30_R を制

御するが、パン制御部62は、第1のパンチルト制御部60_L及び第2のパンチルト制御部60_Rから第1のパンチルト装置30_L及び第2のパンチルト装置30_Rのそれぞれのパン角度 α_1 及びパン角度 α_2 （図7参照）を示す角度情報を取得する。

[0136] 図7において、パン角度 α_1 及びパン角度 α_2 は、時計回り方向を正とすると、パン制御部62は、パン角度 α_1 及びパン角度 α_2 を示す角度情報に基づいて、パン角度 α_1 が正、パン角度 α_2 が負になり、かつパン角度 α_1 とパン角度 α_2 の絶対値が等しくなるように、パン装置38（第1のパンチルト装置30_L及びと第2のパンチルト装置30_Rを保持する保持部材37）を水平方向に回動させる。即ち、パン制御部62によりパン装置38が回動させられると、第1のパンチルト装置30_L及び第2のパンチルト装置30_Rは、それぞれ主要被写体を光軸 L_1 、 L_2 上で捕捉すべくパン方向に駆動制御されるため、パン装置38の回動位置を制御することにより、パン角度 α_1 が正、パン角度 α_2 が負になり、かつパン角度 α_1 とパン角度 α_2 の絶対値を等しくすることができる。

[0137] このように第1のパンチルト装置30_L及びと第2のパンチルト装置30_Rを保持する保持部材37（ステレオカメラ1全体）を水平方向に回動させることにより、主要被写体に対して第1の撮像部11_Lと第2の撮像部11_Rとの距離を等距離にすることができ、主要被写体等の距離情報をより精度良く算出することができる。

[0138] [ステレオカメラの制御方法]

次に、本発明に係るステレオカメラの制御方法について説明する。

[0139] 図10は、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rのそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体を捕捉させるパンチルト制御を示すフローチャートである。

[0140] 図10に示すように、第1の撮像部11_L及び第1の画像取得部22_Lを介して第1の広角画像を取得するとともに、第2の撮像部11_R及び第2の画像取得部22_Rを介して第2の広角画像を取得する（ステップS10）。

- [0141] 続いて、第1の被写体検出部50_L及び第2の被写体検出部50_Rにより、取得した第1の広角画像内及び第2の広角画像内の主要被写体を検出し（ステップS12）、検出した主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内のそれぞれの位置情報（第1、第2の位置情報）を算出する（ステップS14）。
- [0142] ステップS14において算出した主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内のそれぞれの第1の位置情報及び第2の位置情報に基づいて第1のパンチルト装置30_L及び第2のパンチルト装置30_Rを制御する（ステップS16）。
- [0143] 次に、主要被写体の追尾が終了したか否かを判別する（ステップS18）。即ち、主要被写体が移動し、ステレオ画像である第1の広角画像と第2の広角画像、及びステレオ画像である第1の望遠画像と第2の望遠画像を動画として取得する場合には、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rのそれぞれの光軸L₁、L₂上において常に主要被写体を捕捉（主要被写体を追尾）する必要がある。
- [0144] 従って、主要被写体の自動追尾が終了したか否かを判別し（ステップS18）、終了していないと判別すると、ステップS10に遷移させる。これにより、上記ステップS10からステップS18の処理が繰り返され、主要被写体を自動追尾した撮像が行われる。
- [0145] 一方、主要被写体の追尾が終了したと判別されると、主要被写体を追尾させるパンチルト制御を終了させる。尚、主要被写体の自動追尾が終了したか否かを判別は、電源のオン／オフにより行ってもよいし、パンチルト動作を終了させるスイッチ入力等により行ってもよい。また、主要被写体を静止画として撮影する場合、静止画の撮影の終了時点を主要被写体の自動追尾の終了とすることができる。
- [0146] 図11は、第1の望遠画像と第2の望遠画像との間で特徴量が一致する対応点の距離情報を取得する処理を示すフローチャートである。
- [0147] 図11において、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rのそ

それぞれの光軸 L_1 、 L_2 上において主要被写体が捕捉されている場合に、第1の撮像部 11_L 及び第1の画像取得部 22_L を介して第1の望遠画像を取得するとともに、第2の撮像部 11_R 及び第2の画像取得部 22_R を介して第2の望遠画像を取得する（ステップS20）。

[0148] 続いて、視差量検出部72の対応点検出部72aにより、取得した第1の望遠画像及び第2の望遠画像との間で、特徴量が一致する対応点を検出し（ステップS22）、検出した2つの対応点の第1の指向性センサ 17_L 及び第2の指向性センサ 17_R における視差量を検出する（ステップS24）。

[0149] 次に、距離画像算出部74は、図7で説明したようにステップS26により算出された対応点の視差量と、第1のパンチルト装置 30_L 及び第2のパンチルト装置 30_R のそれぞれのパン角度及びチルト角度を示す角度情報（第1の撮影光学系 12_L 及び第2の撮影光学系 12_R のそれぞれの光軸 L_1 、 L_2 の方向を示す情報）と、第1のパンチルトカメラ 10_L と第2のパンチルトカメラ 10_R との基線長とに基づいて対応点の距離情報を算出する（ステップS26）。

[0150] 尚、距離画像算出部74は、第1の望遠画像と第2の望遠画像の対応点毎に距離情報を算出することより、距離画像を算出することができる。また、主要被写体の光軸 L_1 、 L_2 上の点も対応点であるため、主要被写体の距離情報も算出されるが、この場合の光軸 L_1 、 L_2 上の点の視差量は0である。

[0151] ステップS26により算出された距離情報（距離画像）は、距離画像記録部76に出力されて記録され、あるいは外部機器に出力される（ステップS28）。

[0152] <動体検出方法>

次に、主要被写体が動体の場合、その主要被写体（動体）を検出する動体検出方法の一例について、図12から図14を用いて説明する。尚、第1の被写体検出部 50_L 及び第2の被写体検出部 50_R は、それぞれ動体検出部として同様の機能を持つため、動体検出部として機能し得る第1の被写体検出部 50_L についてのみ説明する。

- [0153] 動体検出部として機能する場合の第1の被写体検出部50_Lは、図12及び図13に示すように時系列の2枚の第1の広角画像（前回取得した第1の広角画像（図12）と、今回取得した第1の広角画像（図13））とを取得し、時系列の2枚の第1の広角画像の差分をとった差分画像（図14）を検出する。
- [0154] 図12及び図13に示す例では、物体A、Bのうちの物体Aが移動し、物体Bは停止しており、物体Aが主要被写体（動体）である。
- [0155] 従って、図14に示すように差分画像A₁、A₂は、物体Aの移動により生じた画像である。
- [0156] ここで、差分画像A₁、A₂の重心位置を算出し、それぞれ位置P₁、P₂とし、これらの位置P₁、P₂を結ぶ線分の中点を、位置Gとする。そして、この位置Gを物体A（動体である主要被写体）の第1の広角画像内の位置とする。
- [0157] このようして算出した第1の広角画像内の物体Aの位置Gが、第1の広角画像の中心位置（光軸L₁上の位置）に移動するように、パンチルト機構32（即ち、第1の撮像部11_Lによる撮影方向）を繰り返し制御することにより、物体Aが第1の広角画像（第1の望遠画像）の中心位置に移動（収束）する。
- [0158] 尚、第1の撮像部11_Lが移動（パンチルト機構32により移動、又はステレオカメラ1を車載することにより移動）する場合、時系列の画像間の背景も移動することになるが、この場合には、時系列の画像間の背景が一致するように画像をシフトさせ、シフト後の画像間の差分画像をとることにより、第1の撮像部11_Lの移動にかかわらず、実空間内を移動する物体Aを検出することができる。更に、動体検出方法は、上記の実施形態に限らない。
- [0159] <指向性センサの他の実施形態>
- 図15は、指向性センサの他の実施形態を示す側面図である。
- [0160] 図15に示す指向性センサ117は、第1の指向性センサ17_L及び第2の指向性センサ17_Rに代えて使用可能なものである。

- [0161] この指向性センサ117は、瞳分割手段としてのマイクロレンズアレイ118及び遮光マスクとして機能する遮光部材120と、遮光部材120により受光セル116a、116bの一部が遮光されたイメージセンサ116とから構成されている。尚、遮光部材120により一部が遮光された受光セル116aと受光セル116bとは、イメージセンサ116の左右方向及び上下方向に交互（チェッカーフラグ状）に設けられている。
- [0162] マイクロレンズアレイ118は、イメージセンサ116の受光セル116a、116bと一対一に対応するマイクロレンズ118aを有している。
- [0163] 遮光部材120は、イメージセンサ116の受光セル116a、116bの開口を規制するものであり、図2に示した第1の撮影光学系12_Lの広角光学系13及び望遠光学系14に対応する開口形状を有している。
- [0164] 受光セル116aは、遮光部材120の遮光部120aによりその開口の周辺部が遮光され、一方、受光セル116bは、遮光部材120の遮光部120bによりその開口の中心部が遮光されている。これにより、第1の撮影光学系12_Lの広角光学系13を通過した光束は、マイクロレンズアレイ118及び遮光部材120の遮光部120aにより瞳分割されて受光セル116aに入射し、一方、第1の撮影光学系12_Lの望遠光学系14を通過した光束は、マイクロレンズアレイ118及び遮光部材120の遮光部120bにより瞳分割されて受光セル116bに入射する。
- [0165] これにより、イメージセンサ116の各受光セル116aから第1の広角画像の画像信号を読み出すことができ、イメージセンサ116の各受光セル116bから第1の望遠画像の画像信号を読み出すことができる。
- [0166] <撮像部の他の実施形態>
- 次に、本発明に係るステレオカメラに適用される撮像部の他の実施形態について説明する。
- [0167] 図16は、ステレオカメラ1に適用可能な撮像部（第1の撮像部11_L、第2の撮像部11_R）の他の実施形態を示す断面図である。
- [0168] この撮像部は、撮影光学系112と、指向性センサ17とから構成されて

いる。尚、指向性センサ17は、図2及び図3に示したものと同一であるため、以下、撮影光学系112について説明する。

[0169] この撮影光学系112は、それぞれ同一の光軸上に配置された中央部の中央光学系113とその周辺部の環状光学系114とから構成されている。

[0170] 中央光学系113は、第1レンズ113a、第2レンズ113b、及び共通レンズ115から構成された望遠光学系であり、画角 θ を有している。

[0171] 環状光学系114は、レンズ114a及び共通レンズ115から構成された広角光学系であり、画角 ϕ ($\phi > \theta$)を有し、中央光学系113よりも広角である。

[0172] この撮影光学系112は、図2に示した第1の撮影光学系12_Lと比較すると、反射ミラーを使用しておらず、また、中央光学系113が望遠光学系であり、環状光学系114が広角光学系である点において相違する。

[0173] [その他]

本実施形態のステレオカメラは、第1の撮像部11_L、第2の撮像部11_Rをパン方向及びチルト方向に回動させるパンチルト機構32が第1のカメラ本体2_L及び第2のカメラ本体2_Rに設けられているが、これに限らず、第1の撮像部11_L、第2の撮像部11_Rをそれぞれ2台の電動雲台（パンチルト装置）に搭載したものでよい。

[0174] また、第1の広角画像及び第2の広角画像から主要被写体を検出する第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部に加え、第1の望遠画像及び第2の望遠画像から主要被写体を検出する第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部を設け、第1の望遠画像内及び第2の望遠画像内に主要被写体が入っている場合には、第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部により第1の望遠画像内及び第2の望遠画像内における主要被写体の位置情報を検出し、パンチルト制御部（第1、第2のパンチルト制御部）は、検出された主要被写体の第1の望遠画像内及び第2の望遠画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御し、第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部により主要被写体が検出できない場合は、第1の被写体検出部及び第2の被写体検

出部により検出された主要被写体の第1の広角画像内及び第2の広角画像内における位置情報に基づいてパンチルト機構を制御するようにしてもよい。

[0175] 更に、主要被写体は、表示部42に表示された広角画像からタッチパネル等を使用して操作者が最初に設定するようにしてもよい。

[0176] 更にまた、第1の撮影光学系12_L及び第2の撮影光学系12_Rの望遠光学系14を構成する反射ミラーは、凹面鏡や凸面鏡に限らず、平面鏡でもよく、また、反射ミラーの枚数も2枚に限らず、3枚以上設けるようにしてもよい。

[0177] また、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

- [0178] 1 ステレオカメラ
2_L 第1のカメラ本体
2_R 第2のカメラ本体
4_L、4_R 台座
8A ギア
8_L、8_R 保持部
10_L 第1のパンチルトカメラ
10_R 第2のパンチルトカメラ
11_L 第1の撮像部
11_R 第2の撮像部
12_L 第1の撮影光学系
12_R 第2の撮影光学系
13 広角光学系
13a 第1レンズ
13b 第2レンズ
13c 第3レンズ
13d 第4レンズ

- 1 4 望遠光学系
 - 1 4 a 第1レンズ
 - 1 4 b 第2レンズ
 - 1 4 c 第1反射ミラー
 - 1 4 d 第2反射ミラー
- 1 5 共通レンズ
- 1 6 マイクロレンズアレイ
 - 1 6 a マイクロレンズ
- 1 7 指向性センサ
 - 1 7_L 第1の指向性センサ
 - 1 7_R 第2の指向性センサ
 - 1 7 a 中央瞳像
 - 1 7 b 環状瞳像
- 1 8 イメージセンサ
 - 1 8 a 受光セル
- 1 9 焦点調節機構
- 2 0 A/D変換器
- 2 2 画像取得部
 - 2 2_L 第1の画像取得部
 - 2 2_R 第2の画像取得部
- 2 4 p フレーム数
- 3 0_L 第1のパンチルト装置
- 3 0_R 第2のパンチルト装置
- 3 0 p フレーム数
- 3 2 パンチルト機構
- 3 4 パン駆動部
- 3 6 チルト駆動部
- 3 7 保持部材

- 38 パン装置
- 40 デジタル信号処理部
- 42 表示部
- 44 記録部
- 50_L 第1の被写体検出部
- 50_R 第2の被写体検出部
- 60 パンチルト制御部
- 60_L 第1のパンチルト制御部
- 60_R 第2のパンチルト制御部
- 62 パン制御部
- 70 距離情報算出部
- 72 視差量検出部
- 72a 対応点検出部
- 74 距離画像算出部
- 76 距離画像記録部
- 112 撮影光学系
- 113 中央光学系
- 113a 第1レンズ
- 113b 第2レンズ
- 114 環状光学系
- 114a レンズ
- 115 共通レンズ
- 116 イメージセンサ
- 116a 受光セル
- 116b 受光セル
- 117 指向性センサ
- 118 マイクロレンズアレイ
- 118a マイクロレンズ

1 2 0 遮光部材

1 2 0 a 遮光部

1 2 0 b 遮光部

1 9 0 焦点制御部

1 9 2 視差量検出部

1 9 4 距離情報算出部

1 9 6 合焦位置算出部

D 基線長

L₁ 光軸

L₂ 光軸

S 1 0 ~ S 2 8 ステップ

f 焦点距離 Δx_1 、 Δx_2 視差量 α_1 、 α_2 パン角度 β_1 、 β_2 、 γ_1 、 γ

2 底角

請求の範囲

[請求項1]

それぞれ光軸が一致し、かつ異なる領域に配置された広角光学系と望遠光学系とを有する第1の撮影光学系と、前記広角光学系及び前記望遠光学系を介して入射する光束をそれぞれ瞳分割して選択的に受光する複数の画素を有する第1の指向性センサとを含む第1の撮像部と、

前記第1の撮影光学系と同一構成の第2の撮影光学系と、前記第1の指向性センサと同一構成の第2の指向性センサとを含む第2の撮像部であって、前記第1の撮像部に対して基線長だけ離間して配置された前記第2の撮像部と、

前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサから第1の広角画像及び第2の広角画像と、第1の望遠画像及び第2の望遠画像とを取得する画像取得部と、

前記第1の撮像部及び前記第2の撮像部をそれぞれ水平方向及び垂直方向に回転させるパンチルト機構と、

前記画像取得部により取得した前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいて前記パンチルト機構を制御し、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉させるパンチルト制御部と、

前記画像取得部により取得した前記第1の望遠画像及び前記第2の望遠画像に基づいて少なくとも前記主要被写体の距離情報を算出する距離情報算出部と、

を備えたステレオカメラ。

[請求項2]

前記距離情報算出部は、前記第1の望遠画像及び前記第2の望遠画像に基づいてそれぞれ特徴量が一致する2つの対応点を検出する対応点検出部を備え、前記対応点検出部により検出した前記2つの対応点の前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサにおける視差量と、前記基線長と、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学

系のそれぞれの光軸方向と、前記望遠光学系の焦点距離とに基づいて前記対応点の距離を算出する請求項1に記載のステレオカメラ。

[請求項3] 前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系は、それぞれ円形の中央光学系からなる前記広角光学系と、前記中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系からなる前記望遠光学系とにより構成された請求項1又は2に記載のステレオカメラ。

[請求項4] 前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサは、それぞれ瞳分割手段として機能するマイクロレンズアレイ又は遮光マスクを有する請求項1から3のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項5] 前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記望遠光学系の焦点調節を行う第1の焦点調節部を有する請求項1から4のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項6] 前記第1の焦点調節部は、前記画像取得部により取得した前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像にそれぞれ含まれる前記主要被写体の前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサにおける視差量と、前記基線長と、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、前記広角光学系の焦点距離とに基づいて前記主要被写体の距離情報を取得し、前記取得した距離情報に基づいて前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記望遠光学系の焦点調節を行う請求項5に記載のステレオカメラ。

[請求項7] 前記第1の焦点調節部は、前記パンチルト制御部により前記パンチルト機構が制御され、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において前記主要被写体が捕捉されている場合に、前記基線長と、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸方向と、前記広角光学系の焦点距離とに基づいて前記主要被写体の距離情報を取得し、前記取得した距離情報に基づいて前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記望遠光学系の焦点調節を行う請求項5に記載のステレオカメラ。

[請求項8] 前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記望遠光学系の焦点調節を行う第1の焦点調節部と、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記広角光学系の焦点調節を行う第2の焦点調節部とを有する請求項1から4のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項9] 前記第1の焦点調節部は、前記第2の焦点調節部による前記広角光学系の合焦情報に基づいて前記主要被写体の距離情報を取得し、前記取得した距離情報に基づいて前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの前記望遠光学系の焦点調節を行う請求項8に記載のステレオカメラ。

[請求項10] 前記パンチルト機構は、前記第1の撮像部を水平方向及び垂直方向に回動させる第1のパンチルト機構と、前記第1のパンチルト機構とは独立して前記第2の撮像部を水平方向及び垂直方向に回動させる第2のパンチルト機構とを有し、

前記パンチルト制御部は、前記第1の広角画像に基づいて前記第1のパンチルト機構を制御する第1のパンチルト制御部と、前記第2の広角画像に基づいて前記第2のパンチルト機構を制御する第2のパンチルト制御部とを有する請求項1から9のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項11] 前記パンチルト機構は、前記第1のパンチルト機構と前記第2のパンチルト機構とを保持する保持部材と、前記保持部材を水平方向に回動させるパン機構とを有し、

前記パンチルト制御部は、前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいて前記パン機構を制御し、前記第1の撮像部と前記第2の撮像部とを前記主要被写体に正対させる請求項10に記載のステレオカメラ。

[請求項12] 前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいてそれぞれ前記主要被写体を検出する第1の被写体検出部及び第2の被写体検出部

を備え、

前記パンチルト制御部は、前記第1の被写体検出部及び前記第2の被写体検出部により検出された前記主要被写体の前記第1の広角画像内及び前記第2の広角画像内における各位置情報に基づいて前記パンチルト機構を制御し、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において前記主要被写体を捕捉させる請求項1から11のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項13] 前記第1の被写体検出部及び前記第2の被写体検出部は、前記画像取得部が連続して取得した前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいて動体を検出し、前記検出した動体を前記主要被写体とする請求項12に記載のステレオカメラ。

[請求項14] 前記第1の被写体検出部及び前記第2の被写体検出部は、前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいて特定の被写体を認識し、前記認識した特定の被写体を前記主要被写体とする請求項12に記載のステレオカメラ。

[請求項15] 前記第1の望遠画像及び前記第2の望遠画像に基づいて前記主要被写体を検出する第3の被写体検出部及び第4の被写体検出部を更に備え、

前記パンチルト制御部は、前記第3の被写体検出部及び前記第4の被写体検出部により検出された前記主要被写体の前記第1の望遠画像内及び前記第2の望遠画像内における位置情報に基づいて前記パンチルト機構を制御し、前記第3の被写体検出部及び前記第4の被写体検出部により前記主要被写体を検出できない場合は、前記第1の被写体検出部及び前記第2の被写体検出部により検出された前記主要被写体の前記第1の広角画像内及び前記第2の広角画像内における位置情報に基づいて前記パンチルト機構を制御する請求項12から14のいずれか1項に記載のステレオカメラ。

[請求項16] 請求項1から12のいずれか1項に記載のステレオカメラを使用し

たステレオカメラの制御方法であって、

前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサから第1の広角画像及び第2の広角画像を取得するステップと、

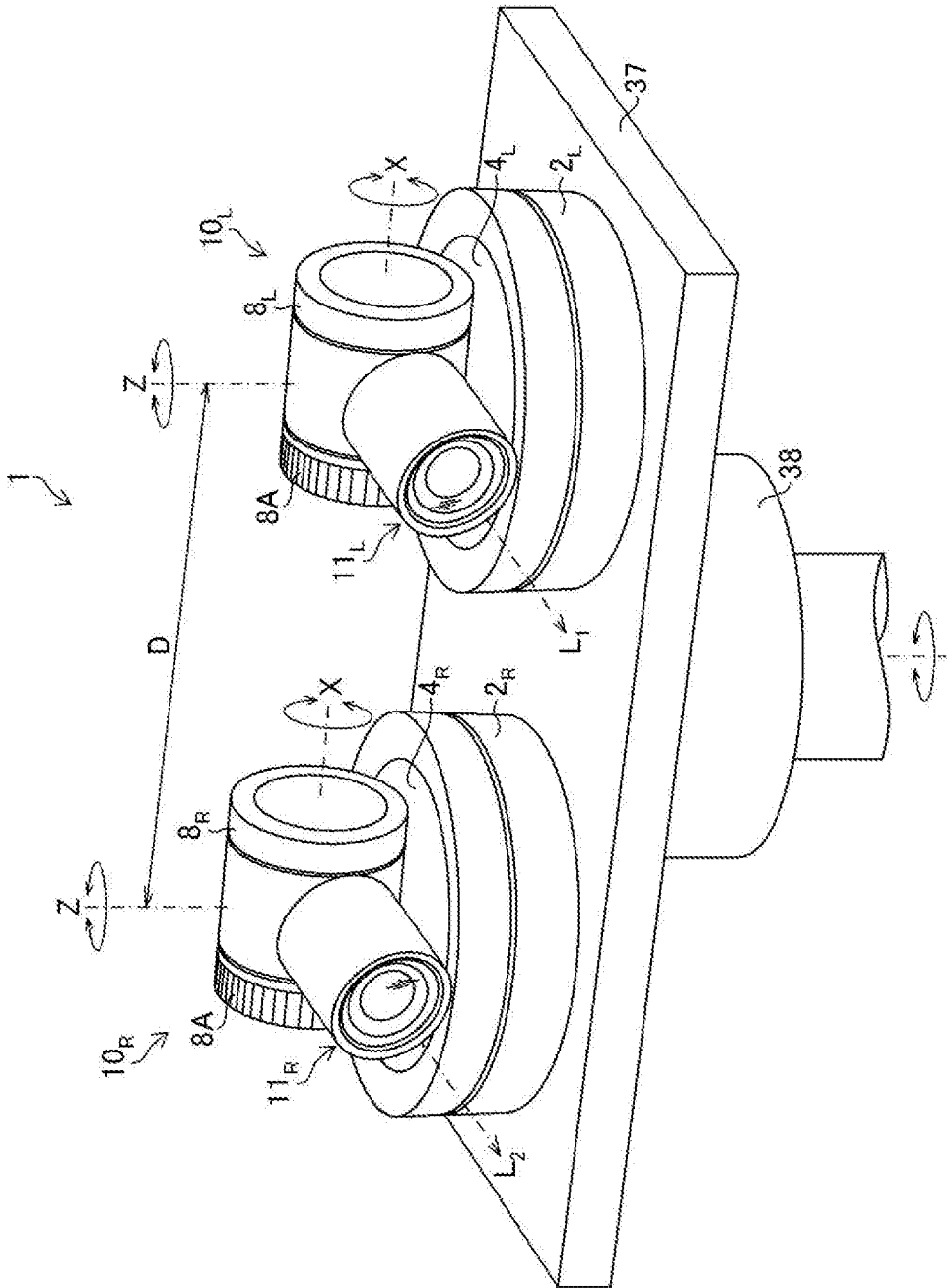
前記取得した前記第1の広角画像及び前記第2の広角画像に基づいて前記パンチルト機構を制御し、前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において主要被写体を捕捉させるステップと、

前記第1の撮影光学系及び前記第2の撮影光学系のそれぞれの光軸上において前記主要被写体を捕捉している状態において、前記第1の指向性センサ及び前記第2の指向性センサから第1の望遠画像及び第2の望遠画像を取得するステップと、

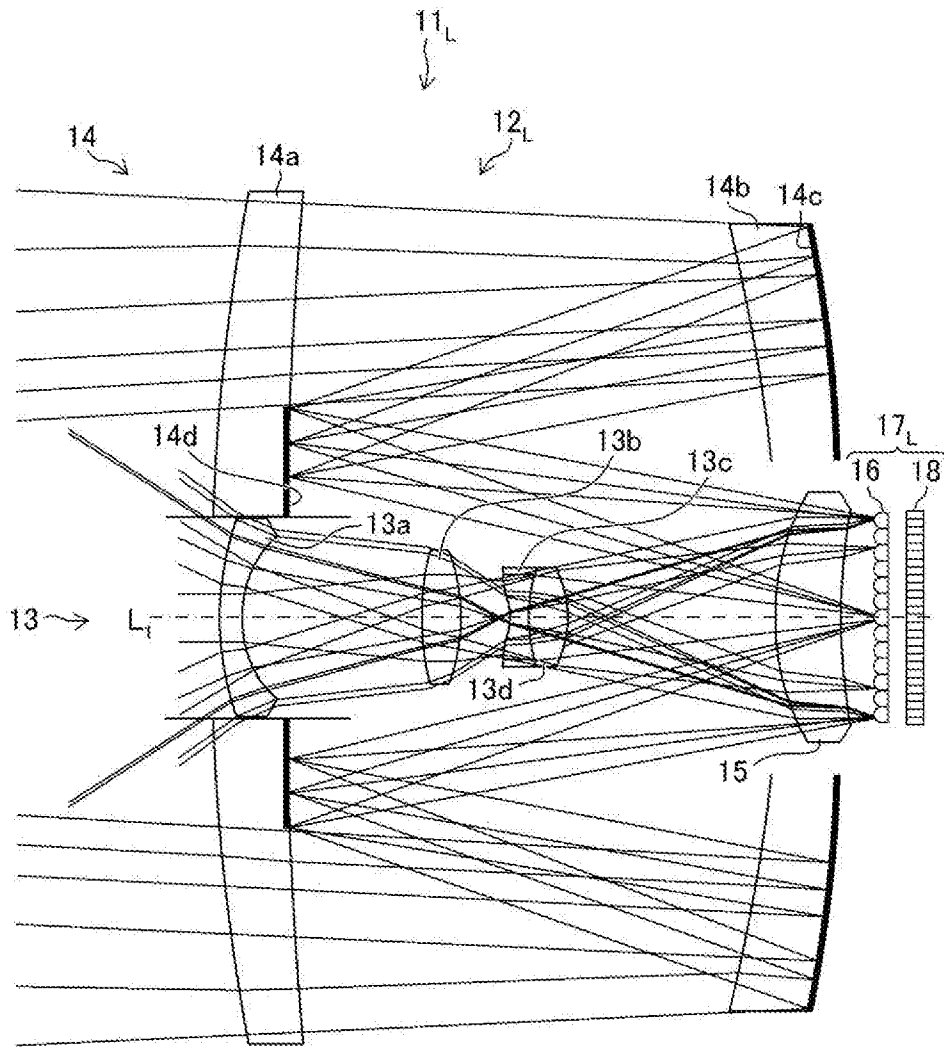
前記取得した前記第1の望遠画像及び前記第2の望遠画像に基づいて少なくとも前記主要被写体の距離情報を算出するステップと、

を含むステレオカメラの制御方法。

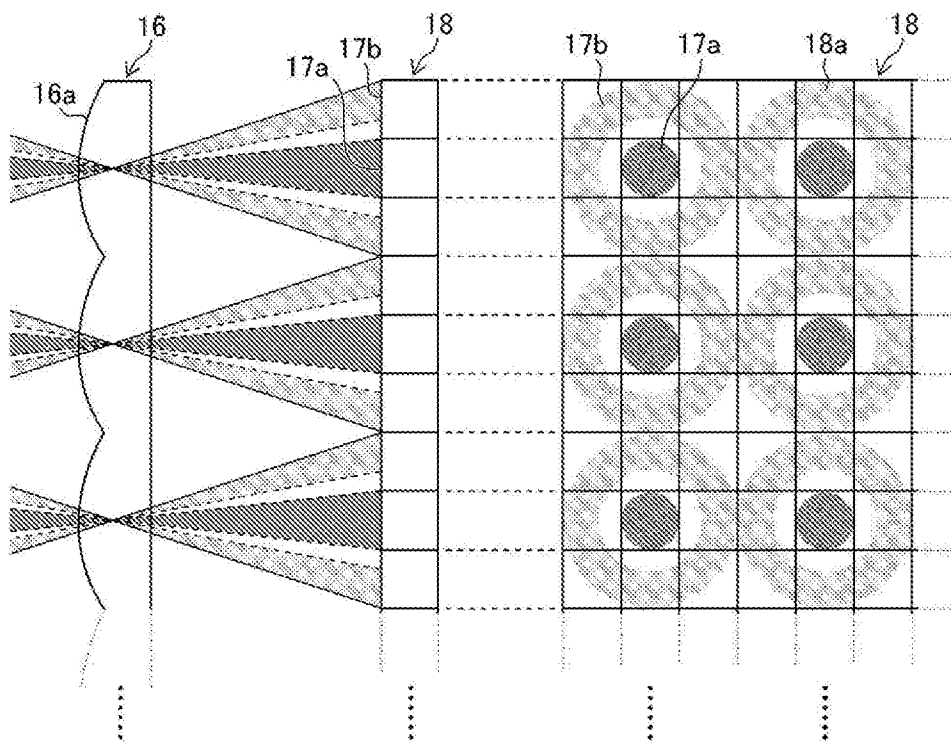
[図1]



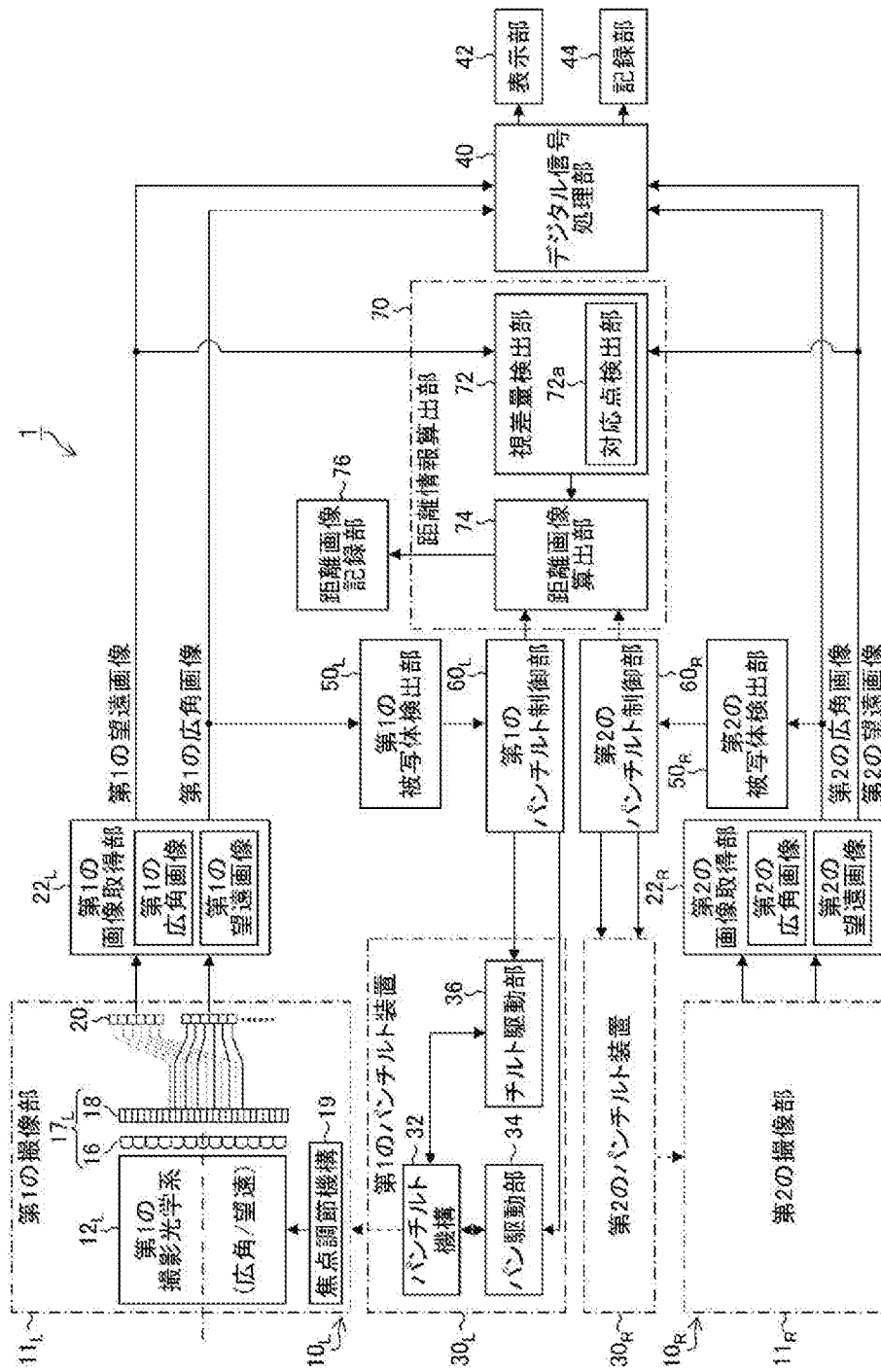
[図2]



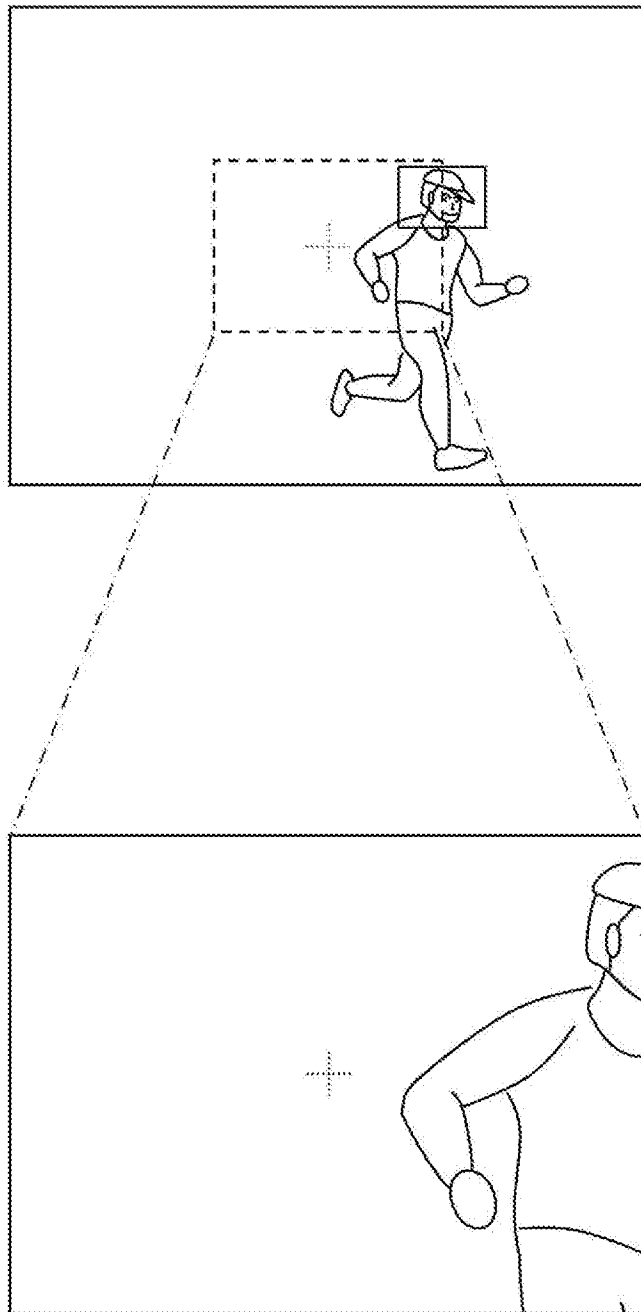
[図3]



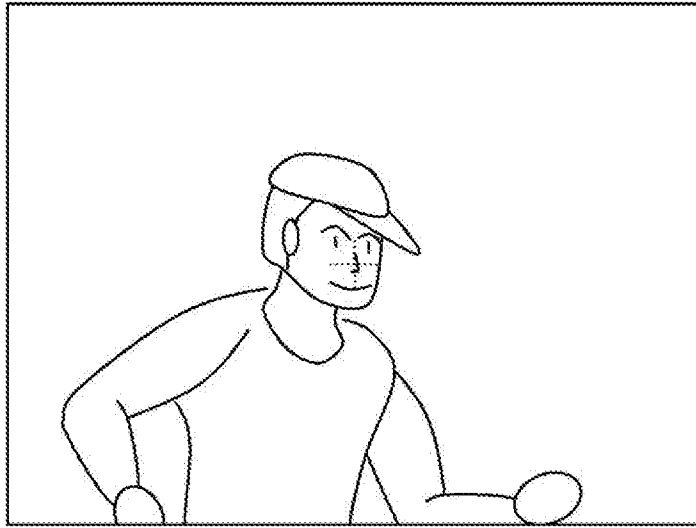
[図4]



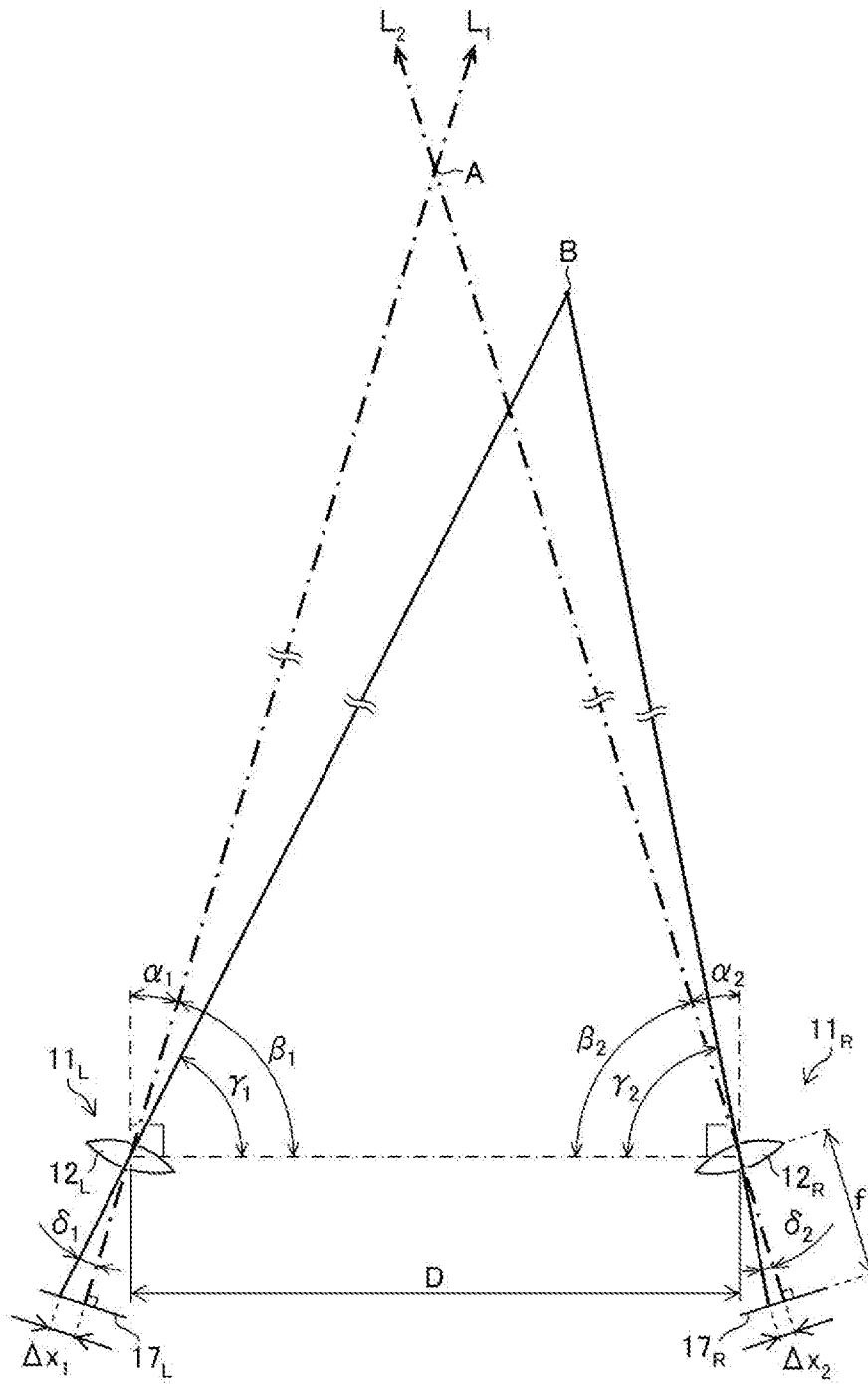
[図5]



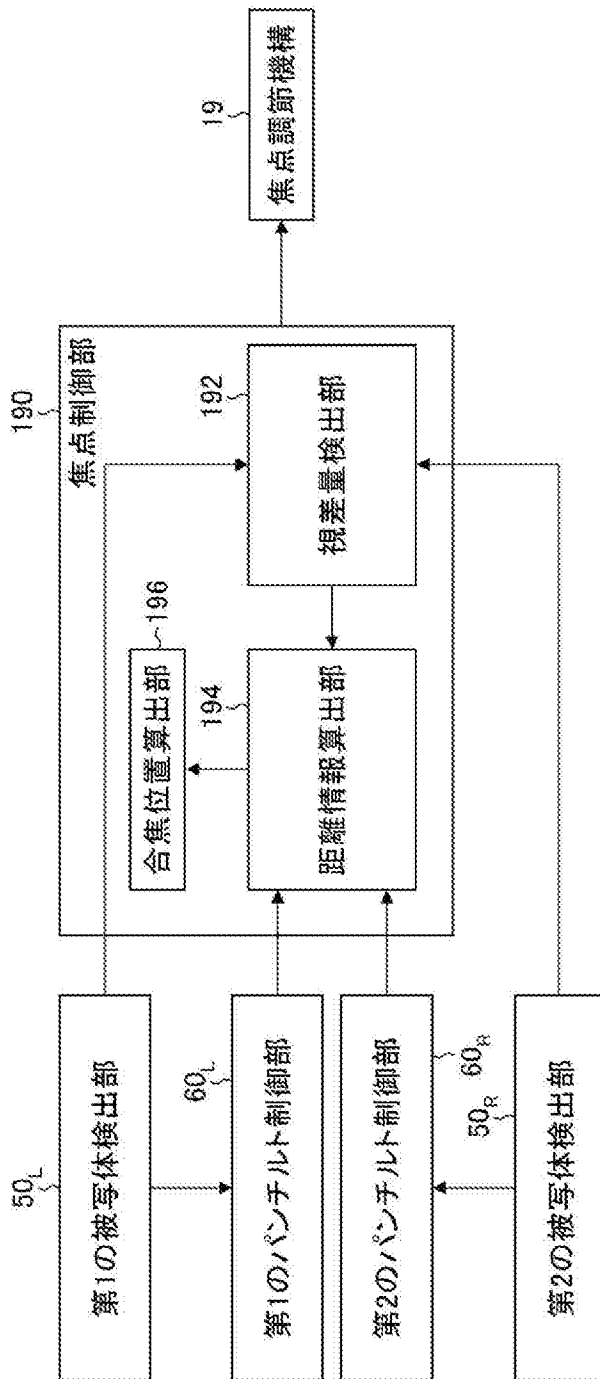
[図6]



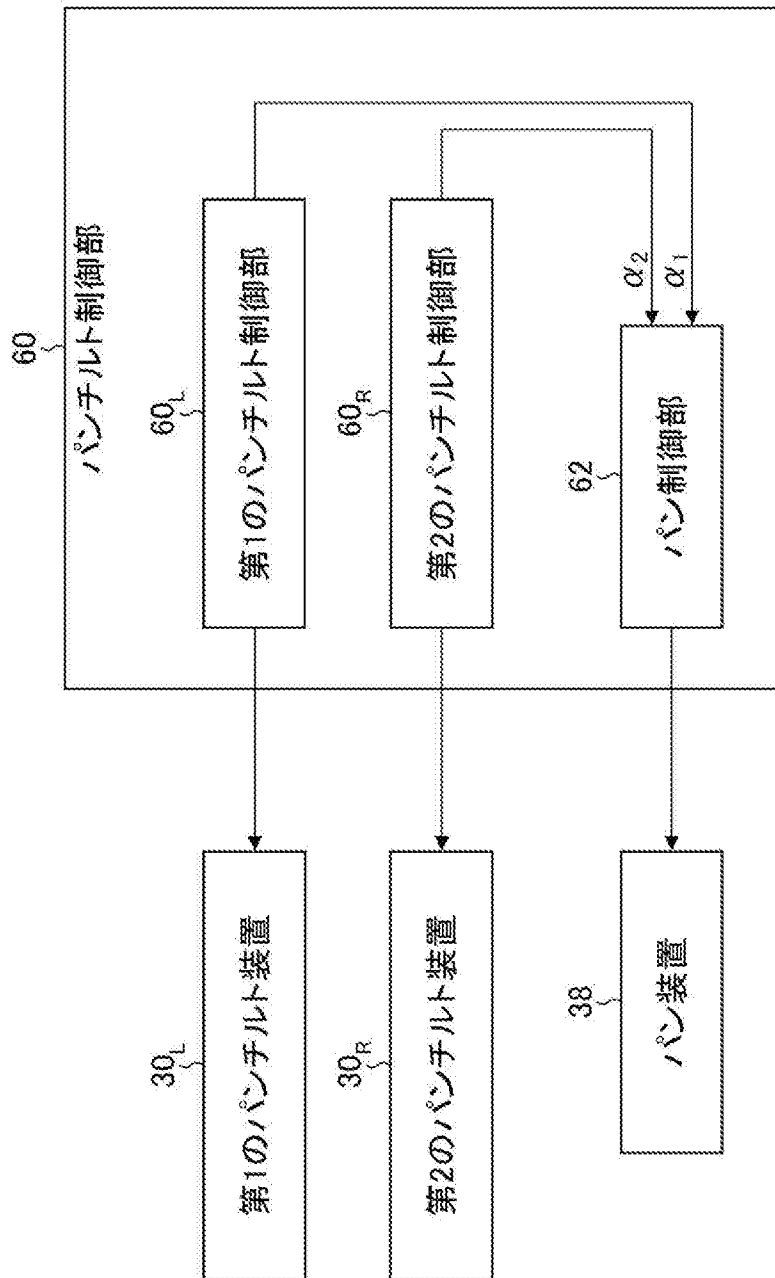
[図7]



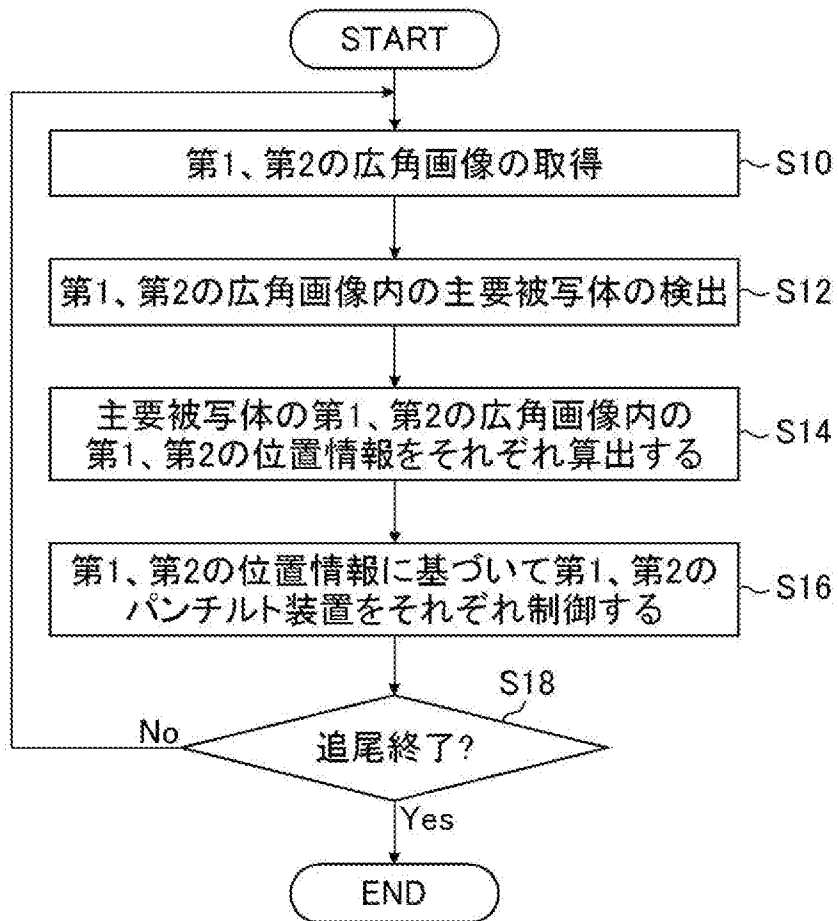
[図8]



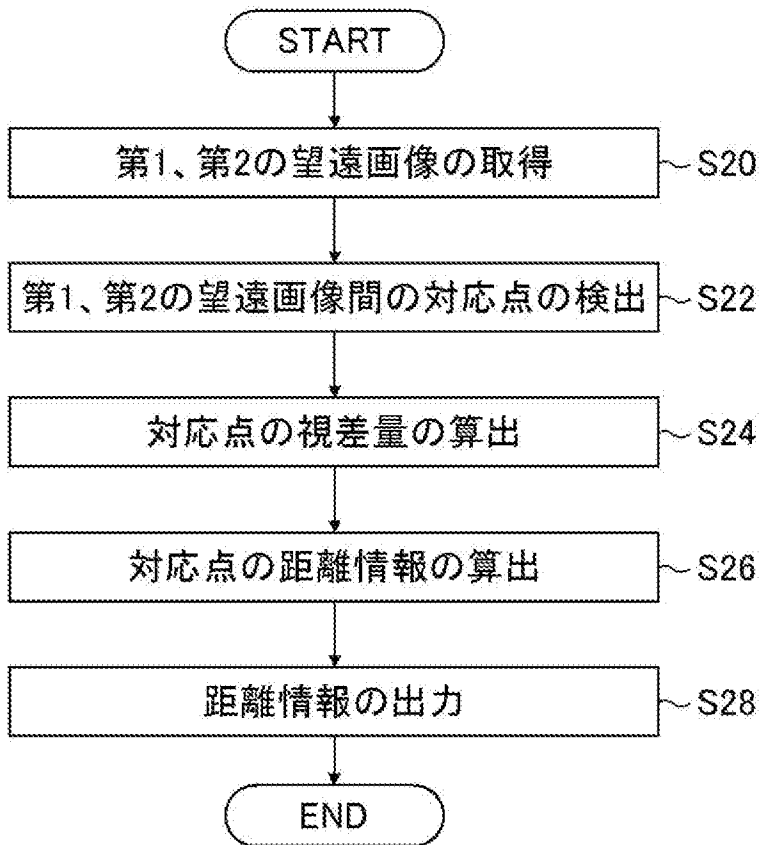
[図9]



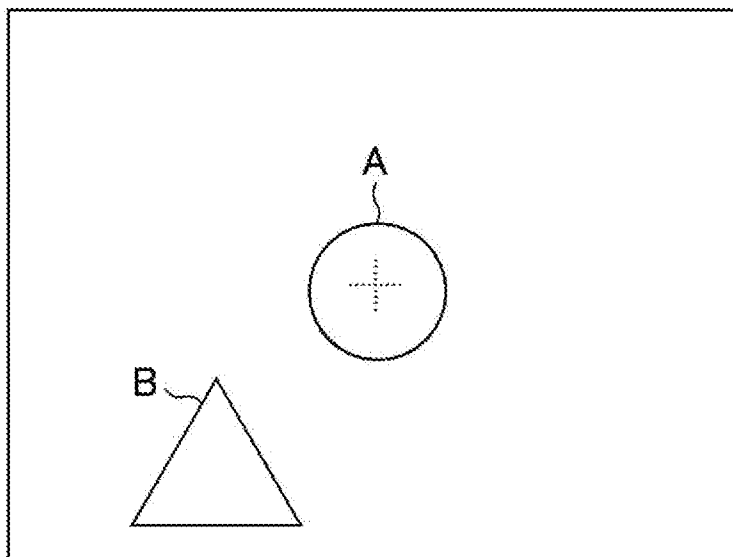
[図10]



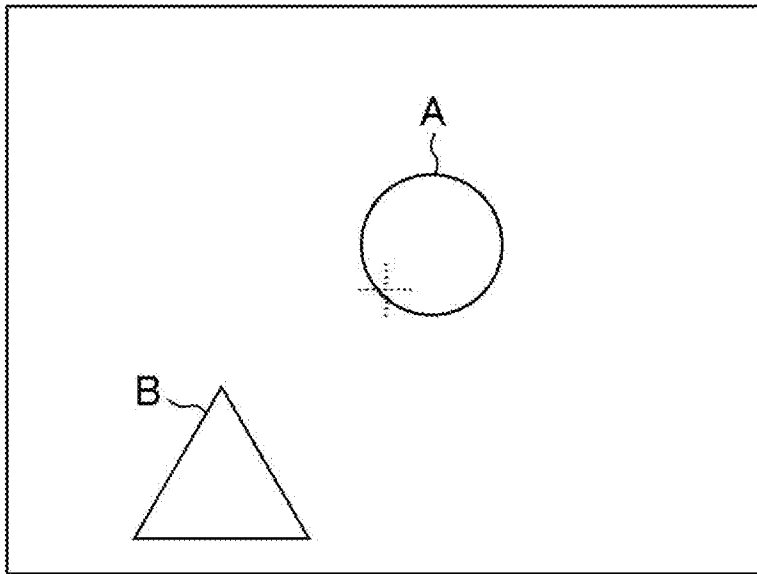
[図11]



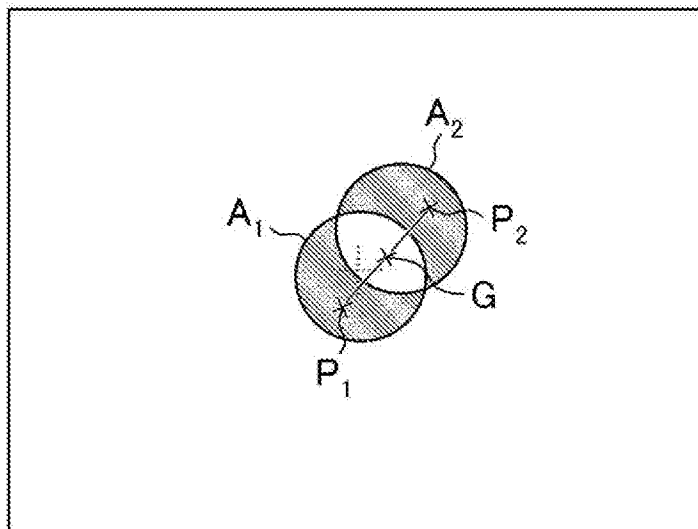
[図12]



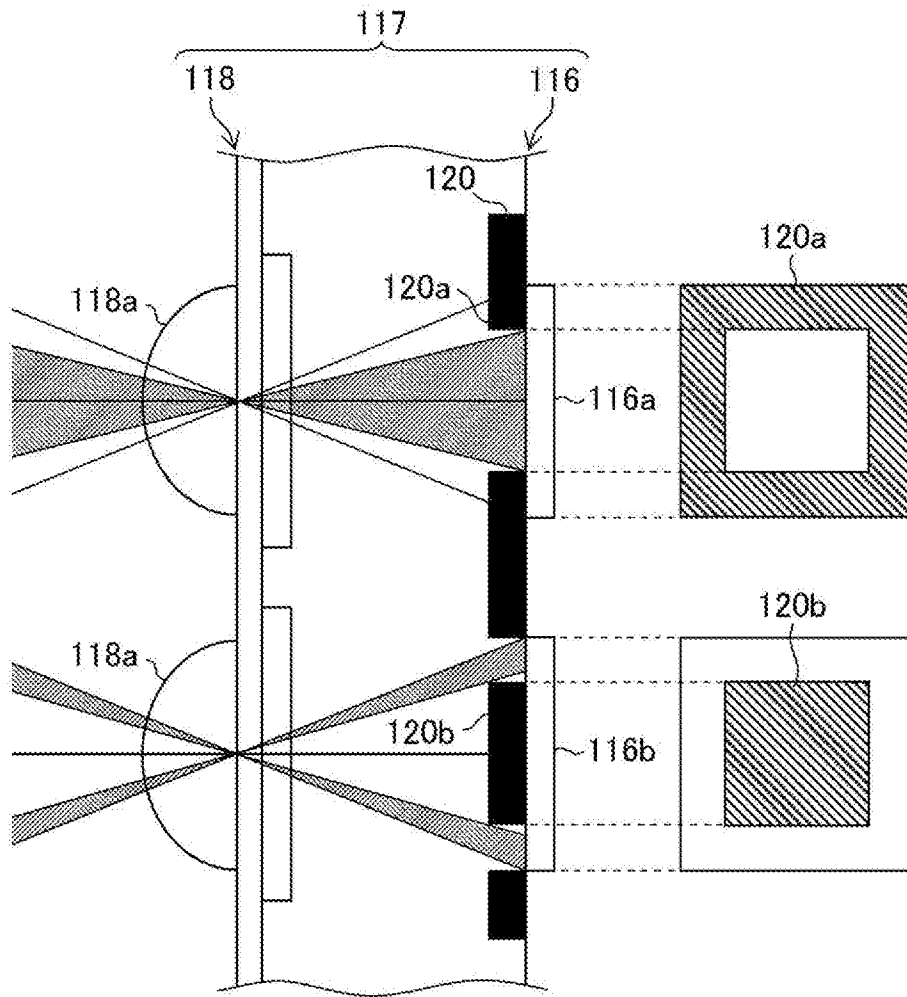
[図13]



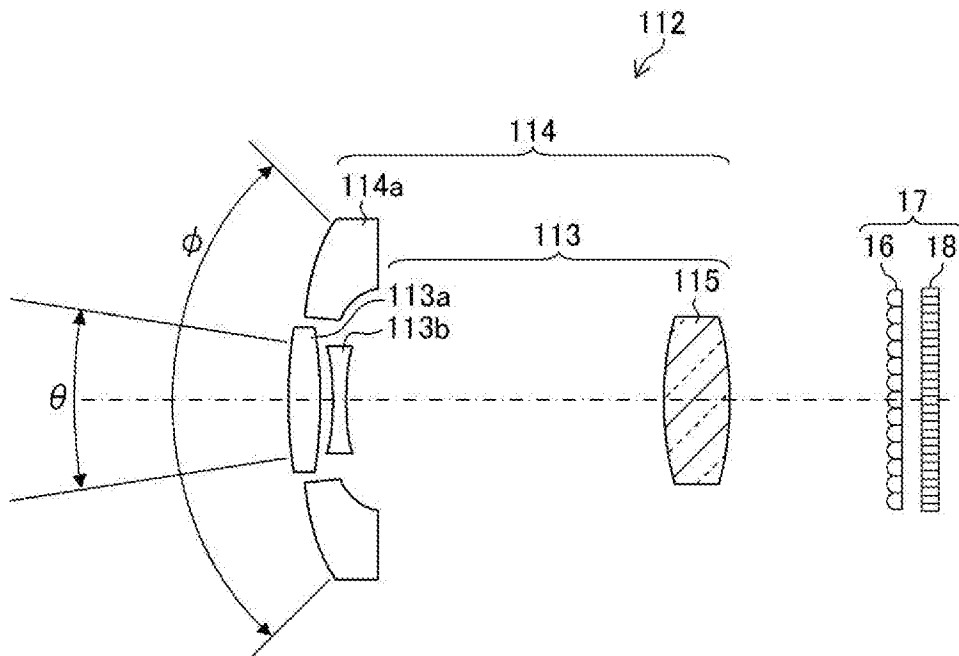
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N7/18(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/56(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N13/02(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)
 H04N7/18, G01C3/06, G03B15/00, G03B17/56, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/225, H04N5/232, H04N13/02

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 1996-2017
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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.
A	JP 2015-154386 A (Fujifilm Corp.), 24 August 2015 (24.08.2015), paragraphs [0065] to [0088]; fig. 5 & US 2016/0323504 A1 paragraphs [0082] to [0106]; fig. 1 & WO 2015/125388 A1 & EP 3110132 A1 & CN 105960796 A	1-16
A	JP 2011-505022 A (Eastman Kodak Co.), 17 February 2011 (17.02.2011), paragraphs [0012] to [0015]; fig. 1 & US 2009/0135502 A1 paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1 & WO 2009/070213 A1 & EP 2215510 A1 & CN 101874219 A	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 May 2017 (22.05.17)	Date of mailing of the international search report 30 May 2017 (30.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009859

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-129454 A (Canon Inc.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0019] to [0027]; fig. 1 & US 2008/0117326 A1 paragraphs [0057] to [0066]; fig. 1	1-16
A	JP 2012-109733 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraph [0079]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	WO 2016/047220 A1 (Sharp Corp.), 31 March 2016 (31.03.2016), paragraph [0055]; fig. 2 & JP 2016-65744 A	1-16
A	WO 2014/132748 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 04 September 2014 (04.09.2014), paragraph [0016]; fig. 1 & JP 14-132748 A1 & US 2016/0005180 A1 paragraph [0023]; fig. 1 & EP 2963615 A1	1-16
A	JP 2012-247645 A (Fujifilm Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraph [0082]; fig. 4 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N7/18(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/56(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N13/02(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（IPC））

Int.Cl. H04N7/18, G01C3/06, G03B15/00, G03B17/56, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/225, H04N5/232, H04N13/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2015-154386 A（富士フイルム株式会社）2015.08.24, [0065]-[0088], 図5 & US 2016/0323504 A1 [0082]-[0106], FIG. 1 & WO 2015/125388 A1 & EP 3110132 A1 & CN 105960796 A	1-16
A	JP 2011-505022 A（イーストマン コダック カンパニー） 2011.02.17, [0012]-[0015], 図1 & US 2009/0135502 A1 [0017]-[0023], FIG. 1 & WO 2009/070213 A1 & EP 2215510 A1 & CN 101874219 A	1-16

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.05.2017	国際調査報告の発送日 30.05.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 秦野 孝一郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3581

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
A	JP 2008-129454 A (キヤノン株式会社) 2008. 06. 05, [0019]-[0027], 図 1 & US 2008/0117326 A1 [0057]-[0066], FIG. 1	1-16
A	JP 2012-109733 A (住友電気工業株式会社) 2012. 06. 07, [0079], 図 1 (ファミリーなし)	1-16
A	WO 2016/047220 A1 (シャープ株式会社) 2016. 03. 31, [0055], 図 2 & JP 2016-65744 A	1-16
A	WO 2014/132748 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2014. 09. 04, [0016], 図 1 & JP 14-132748 A1 & US 2016/0005180 A1 [0023], FIG. 1 & EP 2963615 A1	1-16
A	JP 2012-247645 A (富士フイルム株式会社) 2012. 12. 13, [0082], 図 4 (ファミリーなし)	1-16