

(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9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/158922 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/02 (2006.01) **G03B 5/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083643
- (22) 国際出願日: 2016年11月14日(14.11.2016)
- (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 2016-052258 2016年3月16日(16.03.2016) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布二丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 下津 臣一(SHIMOTSU Shinichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1-324 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 森 義孝(MORI Yoshitaka); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1-324 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 松浦 孝之(MATSUURA Takayuki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1-324 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 東京 U I T 国際特許業務法人, 外(PAT-ENT PROFESSIONAL CORPORATION TOKYO UIT

INTERNATIONAL et al.); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町3丁目9番7号富久第二ビル6階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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).

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE-MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 変倍光学システムおよびその制御方法

[図13]

		EE	FF
		望遠端	広角端
AA	シフト量	$\Delta S\ 1$	$\Delta S\ 2$
BB	ティルト角	$\theta\ 1$	$\theta\ 2$
CC	回転角	$\phi\ 1$	$\phi\ 2$
DD	合焦調整量	$\Delta\ 1$	$\Delta\ 2$

AA Shift amount
BB Tilt angle
CC Rotation angle
DD Focus adjustment amount
EE Telephoto end
FF Wide-angle end

(57) Abstract: Provided are a variable-magnification optical system and a control method therefor, which can adjust the positional relationship between a variable-magnification optical device and the imaging surface of an imaging device in a comparatively accurate manner in accordance with the zoom amount. When a user sets a zoom lens included in the variable-magnification optical device to the telephoto end and to the wide-angle end, shift amounts ($\Delta S1$, $\Delta S2$), tilt angles ($\theta1$, $\theta2$), rotation angles ($\phi1$, $\phi2$), and focus adjustment amounts ($\Delta1$, $\Delta2$) pertaining to the variable-magnification optical device are set by the user and then stored. When the user sets the zoom amount of the zoom lens to a desired value, a shift amount and the like corresponding to the set zoom amount is calculated using the stored shift amounts ($\Delta S1$, $\Delta S2$) and the like. The positional relationship between the variable-magnification optical device and the imaging surface of the imaging device is adjusted so as to reach the calculated shift amount and the like.

(57) 要約: 変倍光学装置と撮像装置の撮像面との位置関係を、ズーム量に応じて比較的正確に調整できる変倍光学システムおよびその制御方法を提供する。変倍光学装置に含まれるズームレンズが望遠端および広角

端にされ、変倍光学装置のシフト量 ($\Delta S 1$) および ($\Delta S 2$)、ティルト角 ($\theta 1$) および ($\theta 2$)、回転角 ($\phi 1$) および ($\phi 2$) および合焦調整量 ($\Delta 1$) および ($\Delta 2$) がユーザによって設定され、かつ記憶される。ユーザによってズームレンズのズーム量が所望の値に設定されると、記憶されているシフト量 ($\Delta S 1$) および ($\Delta S 2$) 等を用いて、設定されたズーム量に対応するシフト量等が算出される。算出されたシフト量等となるように変倍光学装置と撮像装置の撮像面との位置関係が調整される。

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：変倍光学システムおよびその制御方法

技術分野

[0001] この発明は、変倍光学システムおよびその制御方法に関する。

背景技術

[0002] レンズ装置を用いて被写体を撮像する場合、高解像度の被写体像を得ようとするには絞りを開放とすることが好ましい。しかしながら、絞りを開放すると焦点深度が浅くなってしまふ。絞りを絞り込む（F no. 値を大きくする）と焦点深度は深くなるが、被写体像の解像度が低下するとともに被写体像が暗くなってしまふ。また、4Kテレビ用に適したレンズ装置では、焦点深度が浅いので、被写体を捕らえるために絞りを入れることにより、焦点深度を深くしている。このために、被写体の解像度が低下し、暗いシーンの撮像が困難となってしまふ。さらに、被写体とカメラとが正対していない場合には、浅い焦点深度では被写体の一部しか焦点深度内に捕らえることができないことがある。

[0003] 被写体とカメラとが正対しない場合には、アオリ機能を有するレンズ装置を用いることにより、被写体とカメラとを正対に近くするものがある（特許文献1，2，3）。また、光学防振機能とアオリ機能とを併せ持つ光学機器も考えられている（特許文献4）。さらに、鏡筒を光軸方向に移動させるズーム機構と、ズーム機構の回転運動により鏡筒を光軸方向と垂直なラジアル方向に移動させるレンズシフト機構と、を有しているレンズユニットについても考えられている（特許文献5）。また、ズームの動作とシフト動作とを連動して行うレンズユニットについても考えられている（特許文献6）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-266574号公報

特許文献2：特開平11-242154号公報

特許文献3：特開昭61-95308号公報

特許文献4：特開2015-99216号公報

特許文献5：特開2015-194592号公報

特許文献6：特開2015-125246号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] アオリ機能、シフト機能などのように、レンズと撮像装置の撮像面との位置関係を調整する機能を、ズームレンズに持たせた場合、ズーム量に応じて調整量が変わってしまう。このために、ズーム量に応じた調整量でレンズと撮像装置の撮像面との位置関係を調整する必要がある。特許文献1，2および4に記載のものは、いずれもズームレンズについては考えられていない。特許文献3に記載のものは、アオリ機構を備えるズームレンズについてのものであるが、一つの初期設定値からズーミングに応じてアオリ補正を行っているので、アオリ補正の精度が正確ではない。特許文献5に記載のものでは、シフト方向が光軸に垂直の一方向（Y方向）に限定されているので、それ以外の方向にはシフトできない。特許文献6に記載のものでは、ズームレンズを構成するレンズ群についてシフト防振群、チルト防振群と規定されており、ズームレンズと撮像装置の撮像面との位置関係を調整するものではない。

[0006] この発明は、変倍光学装置と撮像装置の撮像面との位置関係を、変倍量に応じて比較的正確に調整することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] この発明による変倍光学システムは、変倍量に応じて被写体像の倍率を変化させて被写体像を撮像装置の撮像面に結像する変倍光学装置、変倍光学装置の変倍量を設定する変倍量設定装置、変倍光学装置と撮像面との位置関係を調整する位置調整機構、少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整機構による位置調整量を記憶する位置調整量メモリ、変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた位置調整機構による位置調整量を、位置調整量メ

モリに記憶されている位置調整量を用いて算出する位置調整量算出部、および位置調整量算出部において算出された位置調整量を用いて変倍光学装置と撮像面との位置関係を位置調整機構に調整させる位置調整機構制御部を備えていることを特徴とする。

[0008] この発明は、変倍光学システムに適した制御方法も提供している。すなわち、この方法は、変倍光学装置が、変倍量に応じて被写体像の倍率を変化させて被写体像を撮像装置の撮像面に結像し、変倍量設定装置が、変倍光学装置の変倍量を設定し、位置調整機構が、変倍光学装置と撮像面との位置関係を調整し、位置調整量メモリが、少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整機構による位置調整量を記憶し、位置調整量算出部が、変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた位置調整機構による位置調整量を、位置調整量メモリに記憶されている位置調整量を用いて算出し、位置調整機構制御部が、位置調整量算出部において算出された位置調整量を用いて変倍光学装置と撮像面との位置関係を位置調整機構に調整させるものである。

[0009] 撮像装置の撮像面に結像する被写体像自体を拡大する拡大光学系をさらに備えてもよい。

[0010] 位置調整量算出部によって算出された位置調整量を用いて位置調整機構によって変倍光学装置と撮像面との位置関係を調整させた場合に、撮像面の少なくとも一部が拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれないかどうかを判定する判定部、および判定部によって、撮像面の少なくとも一部が拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれないと判定されたことに応じて、位置調整機構による調整が行われた場合に、撮像面が拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれる位置調整量に、位置調整量算出部によって算出された位置調整量を補正する位置調整量補正部をさらに備えてもよい。

[0011] 少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整機構による位置調整量を入力する位置調整量入力部をさらに備えてもよい。この場合、位置調整量メモリは、たとえば、位置調整量入力部から入力された位置調整量を記憶する。

- [0012] 合焦調整量を調整して、撮像面に被写体像を結像させる合焦調整機構、少なくとも2種類の変倍量に対応した合焦調整機構による合焦調整量を記憶する合焦調整量メモリ、変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた合焦調整機構による合焦調整量を、合焦調整量メモリに記憶されている合焦調整量を用いて算出する合焦調整量算出部、および合焦調整量算出部によって算出された合焦調整量を用いて、合焦調整機構により撮像面に被写体像を結像させる合焦調整機構制御部をさらに備えてもよい。
- [0013] 変倍光学装置は、たとえば、合焦光学系およびマスタ光学系のうち、少なくとも一方の光学系を含み、合焦調整機構は、たとえば、合焦光学系およびマスタ光学系のうち、少なくとも一方の光学系を調整することにより、撮像面に被写体像を結像させる。
- [0014] 位置調整機構は、たとえば、変倍光学装置の光軸を、撮像面の中心軸に対して相対的に傾けるティルト機構、変倍光学装置を撮像面に対して相対的にスライドさせるシフト機構、および変倍光学装置の光軸または撮像面の中心軸を中心として、変倍光学装置を撮像面に対して相対的に回転させる回転機構のうち少なくとも一つである。
- [0015] 少なくとも2種類の変倍量は、たとえば、望遠端での変倍量および広角端での変倍量（1倍を含む）である。
- [0016] 位置調整量算出部は、たとえば、位置調整量メモリに記憶されている少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整機構による位置調整量を線形補間することにより、変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた位置調整機構による位置調整量を算出する。
- [0017] 合焦調整量算出部は、たとえば、合焦調整量メモリに記憶されている少なくとも2種類の変倍量に対応した合焦調整機構による合焦調整量を線形補間することにより、変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた合焦調整機構による合焦調整量を算出する。
- [0018] 少なくとも2種類の変倍量に対応した合焦調整機構による合焦調整量を入力する合焦調整量入力部をさらに備えてもよい。この場合、合焦調整量メモ

りは、たとえば、合焦調整量入力部から入力された合焦調整量を記憶する。

[0019] 撮像装置は、カメラ本体に設けられており、変倍量設定装置、位置調整機構、位置調整量メモリ、位置調整量算出部、および位置調整機構制御部の少なくとも一つがカメラ本体にさらに設けられていてもよい。

発明の効果

[0020] この発明によると、少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整量が記憶されている。変倍量設定装置によって変倍量が設定されると、その設定された変倍量に応じた位置調整量が、記憶されている少なくとも2種類の位置調整量を用いて算出される。算出された位置調整量を用いて変倍光学装置と撮像面との位置関係が調整させられる。少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整量を用いて、設定された変倍量に応じた位置調整量が算出されるので、比較的正確な位置調整量が算出できる。変倍光学装置と撮像装置の撮像面との位置関係を、変倍量に応じて比較的正確に調整できるようになる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]変倍光学システムの電氣的構成を示すブロック図である。

[図2]変倍光学装置と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図3]変倍光学装置と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図4]拡大された被写体像を表す円と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図5]拡大された被写体像を表す円と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図6]変倍光学装置と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図7]ズームレンズが望遠端に設定された場合に撮像装置が相対的にシフトされた様子を示している。

[図8]ズームレンズが広角端に設定された場合に撮像装置が相対的にシフトされた様子を示している。

[図9]変倍光学装置と撮像装置の撮像面との関係を示している。

[図10]位置調整量等記憶処理手順を示すフローチャートである。

[図11]位置調整量等記憶処理手順を示すフローチャートである。

[図12]位置調整量等記憶処理手順を示すフローチャートである。

[図13]位置調整量テーブルの一例である。

[図14]撮影処理手順を示すフローチャートである。

[図15]撮影処理手順を示すフローチャートである。

[図16]撮影処理手順を示すフローチャートである。

[図17]撮影処理手順を示すフローチャートである。

[図18]撮影処理手順を示すフローチャートである。

[図19]シフト量を線形補間するグラフを示している。

[図20]合焦調整量を線形補間するグラフを示している。

発明を実施するための形態

[0022] 図1は、この発明の実施例を示すもので、変倍光学システム1の電気的構成を示すブロック図である。

[0023] この実施例による変倍光学システム1は、変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係（変倍光学装置2の作る像と撮像面40Aとの位置関係）を調整する位置調整機構を備えている。変倍光学システム1には、位置調整機構としてティルト機構29、シフト機構32および回転機構35が含まれている。この実施例においては、変倍光学システム1には、ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35のすべてが設けられているが、ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35のうち、少なくとも一つの機構が位置調整機構として変倍光学システム1に設けられていればよい。ティルト機構29は、変倍光学装置2の光軸Cを、撮像装置40の撮像面40Aの中心軸に対して相対的に傾ける。変倍光学装置2を傾けてもよいし、撮像装置40を傾けてもよいし、変倍光学装置2および撮像装置40の両方を傾けてもよい。シフト機構32は、変倍光学装置2を、撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的にスライドさせる。変倍光学装置2をスライドさせてもよいし、撮像装置40をスライドさせてもよいし、変倍光学装置2および撮像装置40の両方をスライドさせてもよい。回転機構35は、変倍光学装置2の光軸Cまたは撮像装置40の撮像面4

0Aの中心軸を中心として、変倍光学装置2を撮像面40Aに対して相対的に回転させる。変倍光学装置2を回転させてもよいし、撮像装置40を回転させてもよいし、変倍光学装置2および撮像装置40の両方を回転させてもよい。これらのティルト機構29、シフト機構32および回転機構35は、公知の機構を利用できる。

[0024] 変倍光学システム1の全体の動作は、制御回路10によって統括される。

[0025] 制御回路10には、所定のデータ等を記憶するメモリ11(位置調整量メモリ)が接続されている。詳しくは後述するように、このメモリ11に、少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整機構による位置調整量が記憶される。

[0026] 変倍光学システム1には、ティルト・ダイヤル12、シフト・ダイヤル13、回転ダイヤル14、合焦調整量ダイヤル15およびズーム・ボタン16が設けられている。ティルト・ダイヤル12は、ティルト機構29によるティルト角(あおり角)を設定する。設定されたティルト角を示す信号は、制御回路10に入力する。シフト・ダイヤル13は、シフト機構32によるシフト量を設定する。設定されたシフト量を示す信号は、制御回路10に入力する。回転ダイヤル14は、回転機構35による回転量を設定する。設定された回転量を示す信号は、制御回路10に入力する。合焦調整量ダイヤル15は、合焦調整量を設定する。設定された合焦調整量を示す信号は制御回路10に入力する。合焦調整量が比較的大きい場合には、変倍光学装置2に含まれているフォーカス・レンズ3(フォーカス光学系)を用いて合焦が調整される。合焦調整量が比較的小さい場合には、変倍光学装置2に含まれているマスタ・レンズ6(マスタ光学系)を用いて合焦が調整される。ズーム・ボタン16は、変倍光学装置2の変倍量を設定する。設定された変倍量を示す信号も制御回路10に入力する。

[0027] 変倍光学システム1には、変倍光学装置2が含まれている。この変倍光学装置2によって、変倍量に応じて倍率が変化させられた被写体像が撮像装置40の撮像面40Aに結像する。

[0028] 変倍光学装置2には、フォーカス・レンズ3、ズームレンズ4、絞り5、マスタ・レンズ6および拡大レンズ7が含まれている。図1においては、フ

フォーカス・レンズ3, マスタ・レンズ6および拡大レンズ7は, それぞれ1枚のレンズとして図示されているが, 1枚のレンズでもよいし, 複数枚のレンズから構成されるレンズ群でもよい。また, 図1においては, ズームレンズ4は, 2枚のレンズとして図示されているが, 3枚以上のレンズから構成されていてもよい。ズームレンズ4は, 通常は3枚以上のレンズから構成されることとなろう。

[0029] フォーカス・レンズ3は, フォーカス・モータ21によって光軸方向に位置決めされる。フォーカス・モータ21は, 制御回路10によって制御される駆動回路22によって駆動させられる。ズームレンズ4は, ズーム・モータ23によってズーム位置(ズームレンズ4を構成する各レンズのそれぞれの位置)が位置決めされる。ズーム・モータ23は, 制御回路10によって制御される駆動回路24によって駆動させられる。絞り5は, 絞りモータ25によって開口量が決められる。絞りモータ25は, 制御回路10によって制御される駆動回路26によって駆動させられる。絞り設定ボタン(図示略)によって絞り値が設定されると, その設定された絞り値を示す信号が制御回路10に入力し, 設定された絞り値となるように駆動回路26によって絞りモータ25が駆動させられる。マスタ・レンズ6はマスタ・モータ27によって光軸方向に位置決めされる。マスタ・モータ27は, 制御回路10によって制御される駆動回路28によって駆動させられる。上述のように合焦調整量が比較的大きい場合には, フォーカス・レンズ3を用いて合焦調整が行われるようにフォーカス・モータ21によってフォーカス・レンズ3が位置決めされる。合焦調整量が比較的小さい場合には, マスタ・レンズ6を用いて合焦調整が行われるようにマスタ・モータ27によってマスタ・レンズ6が位置決めされる。

[0030] この実施例による変倍光学装置2には, 拡大レンズ7が含まれている。この拡大レンズ7は, 撮像装置40の撮像面40Aに結像する被写体像自体を拡大する拡大光学系である。ズームレンズ4が変倍量に応じて被写体像の倍率を変化させるのに対し, 拡大レンズ7は, 被写体像自体を拡大する点でズームレンズ4と異なる。また, 変倍光学装置2にエクステンダ・レンズが設けら

れている場合には、エクステンダ・レンズとは別に拡大レンズ7が設けられる。この点においても、拡大レンズ7はエクステンダ・レンズとも異なる。もっとも、変倍光学装置2には、必ずしも拡大レンズ7が含まれていなくともよい。

[0031] ティルト機構29は、ティルト・モータ30によって動作する。ティルト・モータ30は、制御回路10によって制御される駆動回路31によって駆動させられる。ティルト・ダイヤル12によって設定されたティルト角となるように、ティルト・モータ30によってティルト機構29が動作するようになる。

[0032] シフト機構32は、シフト・モータ33によって動作する。シフト・モータ33は、制御回路10によって制御される駆動回路34によって駆動させられる。シフト・ダイヤル13によって設定されたシフト量となるように、シフト・モータ33によってシフト機構32が動作するようになる。

[0033] 回転機構35は、回転モータ36によって動作する。回転モータ36は、制御回路10によって制御される駆動回路37によって駆動させられる。回転ダイヤル14によって設定された回転量となるように、回転モータ36によって回転機構35が動作するようになる。

[0034] ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35のうち、少なくとも一つの機構が変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係を調整する位置調整機構となる。

[0035] 変倍光学装置2によって被写体像が、カメラ本体42に設けられている撮像装置40の撮像面40Aに結像する。撮像装置40からは、被写体像を表す映像信号が出力し、信号処理回路41に入力する。信号処理回路41において所定の信号処理が行われる。信号処理回路41からの出力データは、表示装置(図示略)に与えられる。ズーム・ボタン16(変倍量設定装置)、メモリ11(位置調整量メモリ)、ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35(位置調整機構)、ならびに制御回路10(位置調整量算出部、位置調整機構制御部)の少なくとも一つがカメラ本体42に設けられていてもよい。

[0036] 図2は、変倍光学装置2によって結像する被写体像を表す円51および円52

と撮像装置40の撮像面40Aとの関係を示している。

[0037] 被写体像は、変倍光学装置2によって結像する。変倍光学装置2に拡大レンズ7が含まれていない場合には、変倍光学装置2によって結像する被写体像は、円51によって表される。変倍光学装置2がシフトもティルトもしていない状態では、被写体像を表す円51は、撮像装置40の撮像面40Aに外接する。円51が撮像装置40の撮像面40Aに外接する場合、撮像装置40の撮像面40Aの対角線の長さを L とすると、円51の直径は L となる。円51は、撮像装置40の撮像面40Aに必ずしも外接しなくともよいが、少なくとも撮像装置40の撮像面40Aは、被写体像を表す円51に完全に含まれ、円51からはみ出さない。

[0038] 変倍光学装置2に拡大レンズ7が含まれている場合には、変倍光学装置2によって被写体像が拡大するので、変倍光学装置2によって結像する被写体像は、撮像装置40の撮像面40Aと同一面40Bに結像することとなり、円52によって表される。拡大レンズ7の拡大率を m 倍とすると、円52の直径は、 $L \times m$ となる。

[0039] この実施例では、変倍光学装置2を撮像装置40に対して相対的にシフト（スライド）することにより、変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係を調整することができる。撮像装置40に対して変倍光学装置2がシフトしてもよいし、変倍光学装置2に対して撮像装置40がシフトしてもよい。変倍光学装置2の光軸CをZ軸、Z軸を法線とするXY平面を考え、Z軸を始点として互いに垂直の軸をX軸およびY軸とすると、変倍光学装置2および撮像装置40の少なくとも一方は、X方向およびY方向の少なくとも一方の方向にシフトされる。変倍光学装置2および撮像装置40のいずれもシフトしていない場合には、拡大レンズ7によって拡大されていない被写体像を表す円51の中心C1の位置と、拡大レンズ7によって拡大された被写体像を表す円52の中心C2の位置と、撮像装置40の撮像面40Aの中心の位置と、は一致している。

[0040] 円51が円52からはみ出さない範囲で、変倍光学装置2と撮像装置40とは相対的にシフトされる。円51が円52からはみ出なければ、撮像装置40が回転し

ても、撮像装置40の撮像面40Aは円52からはみ出ることはない。円52は拡大された被写体像を表しているので、撮像面40Aが円52からはみ出ると、撮像装置40が回転した場合に、撮像面40Aに光が当たらない部分が生じ、撮像装置40から出力される映像信号によって表される画像に黒い部分が生じてしまう。円52は拡大レンズ7によって拡大された被写体像を表しているので、撮像面40Aが円52からはみ出なければ、撮像装置40の撮像面40Aには被写体像の一部が結像しており、撮像面40Aに光が当たらない部分が生じない。撮像装置40から出力される映像信号によって表される画像に黒い部分が生じてしまうことが未然に防止される。

[0041] 図3は、変倍光学装置2が-X方向にシフトされた様子(撮像装置40がX方向にシフトされた様子)を示し、図4は、円51、円52、撮像面40Aなどを図3に比べて拡大している拡大図を示している。

[0042] 撮像装置40の撮像面40Aの対角線の長さをL、変倍光学装置2に含まれている拡大レンズ7の拡大率をmとすると、円52の半径は $(L/2) \times m$ となる。円51の半径は $L/2$ であるから、円51が円52からはみ出ない最大シフト量は、 $(L/2) \times m - L/2 = (L/2) \times (m - 1)$ となる。 $\pm (L/2) \times (m - 1)$ の範囲で変倍光学装置2と撮像装置40とが相対的にシフトされる。

[0043] 変倍光学装置2と撮像装置40とが相対的に回転しない場合には、撮像面40Aが円52からはみ出なければよい。

[0044] 図5は、図3に比べて円52と撮像面40Aとの位置関係を拡大している。

[0045] 変倍光学装置2と撮像装置40とが相対的にX方向にシフトする場合、撮像面40Aの2つの頂角が円52に接する状態までが、最大シフト量である。X方向の最大シフト量は、図5に示すように、円52に接している撮像面40Aの頂角から円52の中心C2とを結ぶ線と、中心C2を通るY方向の線と、のなす角を α とし、撮像面40Aにおいて、撮像面40Aの中心と頂角とを結ぶ線と、撮像面40Aを通るY方向の線と、のなす角を β とすると、 $\{(L/2) \times m\} \sin \alpha - (L/2) \sin \beta$ で得られる。なす角 α および β は、円52の半径 $\{$

$(L/2) \times m\}$, 撮像面40Aの大きさなどから一義的に定まるので、X方向の最大シフト量も一義的に定まる。同様にして、Y方向の最大シフト量も一義的に定まるのは容易に理解できよう。

[0046] 図6は、図3に対応するもので、変倍光学装置2がX方向にシフトされた様子(撮像装置40がX方向にシフトされた様子)を示している。

[0047] 変倍光学装置2がX方向にシフト(撮像装置40が-X方向にシフト)された場合も、変倍光学装置2が-X方向にシフト(撮像装置40がX方向にシフト)された場合と同様に、円51が円52からはみ出ない最大シフト量は、-X方向に、 $(L/2) \times m - L/2 = (L/2) \times (m-1)$ となる。-X方向に、 $(L/2) \times (m-1)$ の範囲で変倍光学装置2と撮像装置40とが相対的にシフトされる。

[0048] 図6に示すように、変倍光学装置2がX方向にシフト(撮像装置40が-X方向にシフト)される場合も、図5に示したように、円51ではなく、撮像面40Aが円52からはみ出ないように、変倍光学装置2がX方向にシフト(撮像装置40が-X方向にシフト)するようにしてもよい。

[0049] 図7および図8は、変倍光学装置2が-Y方向にシフト(撮像装置40がY方向にシフト)された様子を示すものである。

[0050] 図7は、ズームレンズ4が望遠端に位置決めされた場合の様子を示している。

[0051] 図2に示すように、撮像装置40の中心と、円51の中心C1と、円52の中心C2と、が一致している場合の撮像装置40の位置が位置Pで示されている。ズームレンズ4の位置は基準位置とされている。ズームレンズ4が望遠端とされると、ユーザは、被写体を撮像しながらシフト・ダイヤル12を操作して所望の位置に変倍光学装置2をシフトする(または撮像装置40をシフトする)。図7に示す例では、撮像装置40がΔS1だけ相対的にY方向にシフトしている。望遠端でのシフト位置が決定する。

[0052] 図8は、ズームレンズ4が広角端に位置決めされた場合の様子を示している。

[0053] 図8に示す場合も、撮像装置40の中心と、円51の中心C1と、円52の中心C2と、が一致している場合の撮像装置40の位置が位置Pで示されている。ズームレンズ4の位置は基準位置とされている。ズームレンズ4が広角端とされると、ユーザは、被写体を撮像しながらシフト・ダイヤル12を操作して所望の位置に変倍光学装置2をシフトする（または撮像装置40をシフトする）。図8に示す例では、撮像装置40が $\Delta S2$ だけ相対的にY方向にシフトしている。望遠端でのシフト位置が決定する。

[0054] この実施例では、ズームレンズ4を用いてズーム量を設定して被写体を撮像する場合には望遠端および広角端に対応して設定されたシフト量を用いて、設定されたズーム量に対応するシフト量が算出される。算出されたシフト量となるように、変倍光学装置2と撮像装置40とが相対的にシフトされる。

[0055] 図9は、変倍光学装置2によって結像する被写体像を表す円51および円53と撮像装置40の撮像面40Aとの関係を示している。円53は、変倍光学装置2の光軸Cが撮像装置40の中心軸に対して相対的に傾くように変倍光学装置2が傾けられたことにより生じる拡大された被写体像を表している。

[0056] 図9においては、ティルト機構29によって変倍光学装置2の光軸Cが撮像装置40の中心軸に対して相対的に傾くように、変倍光学装置2がティルト角 θ だけ相対的に傾けられている。

[0057] 変倍光学装置2の光軸Cが撮像装置40の中心軸に対して相対的に傾くように変倍光学装置2が相対的に傾けられる場合においても、図7および図8を参照して説明したように、望遠端でのティルト角および広角端でのティルト角がユーザの設定により得られる。ユーザが設定されたズーム量に応じたティルト角が、望遠端でのティルト角および広角端でのティルト角から算出され、算出されたティルト角となるようにティルト機構29によって設定される。

[0058] また、ティルト機構29によって変倍光学装置2の光軸Cが撮像装置40の中心軸に対して相対的に傾くように、変倍光学装置2が傾けられた場合においても図2から図6を参照して説明したように、円51または撮像面40Aが円53

からはみ出ないように、シフト量が決定される。

[0059] ティルト角 θ は、撮像装置40の撮像面40Aと同一面40Bと、変倍光学装置2の光軸Cを法線とする平面と、のなす角である。ティルト角 θ の大きさに応じて円53の大きさが変化するので、変倍光学装置2が撮像装置40に対してティルト角 θ だけ相対的に傾けられた場合に得られる円53の範囲が、ティルト角 θ に対応してあらかじめ測定されている。その円53の範囲を示すデータはティルト角 θ に対応してメモリ11にあらかじめ記憶されている。変倍光学装置2がティルト角 θ だけ相対的に傾けられ、かつ変倍光学装置2が撮像装置40に対して相対的にシフトさせられる場合には、円51が、メモリ11にあらかじめ記憶されているデータによって規定される円53の範囲からはみ出さない範囲で変倍光学装置2のシフトが可能ないように制御回路10によって制御される。変倍光学装置2のシフトはX方向およびY方向のいずれでもよく、かつX方向およびY方向で規定される平面上のいずれの方向でもよい。また、変倍光学装置2が撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に傾けられている場合でも、変倍光学装置2の光軸Cを中心に、回転機構35によって変倍光学装置2を回転させることもできる（撮像装置40を撮像面40Aの中心軸を中心に回転させてもよい）。円51が円53の中に入っていれば、変倍光学装置2または撮像装置40が回転しても、撮像装置40の撮像面40Aが円53からはみ出ることは無いので、撮像面40Aには常に被写体像の一部が結像している。撮像面40Aに光が当たらない部分が生じ、撮像装置40から出力される信号によって表される画像に黒い部分が生じてしまうということが未然に防止される。

[0060] 図9に示すものは、変倍光学装置2が撮像装置40に対して相対的に傾けられた場合に、円51が円53からはみ出ないようにシフト（必ずしもシフトしなくともよい）するものであるが、変倍光学装置2および撮像装置40が回転しない場合には、図5を参照して説明したのと同様に、撮像装置40の撮像面40Aが円53からはみ出ないようにシフトしてもよい。

[0061] 図10から図12は、位置調整量記憶処理手順を示すフローチャートである。

[0062] 位置調整量記憶処理は、上述のように、ズームレンズ4を望遠端および広

角端とした場合のシフト量、ティルト角および回転量を記憶する処理である。分かりやすくするために、シフト方向およびティルト方向はいずれも一方向とするが、一方向以外も可能なのはいうまでもない。一方向以外も可能な場合、シフト方向およびティルト方向に対応してシフト量およびティルト角が記憶される。シフト量、ティルト量および回転量のすべてを記憶する必要は必ずしもなく、少なくとも一つの量に変倍光学システム 1 のメモリ 11 に記憶されればよい。

[0063] この実施例では、ズームレンズ 4 を用いて、かつ変倍光学装置 2 をシフト等の位置調整しながら撮像する場合に、ズームレンズ 4 を望遠端および広角端に設定し、望遠端および広角端のそれぞれのシフト等の位置調整量があらかじめ記憶される。

[0064] ユーザによってズーム・ボタン 16 が操作され、望遠端指令が変倍光学システム 1 に入力する(ステップ 71)。ズーム・モータ 23 によってズームレンズ 4 が駆動され、ズームレンズ 4 は望遠端とさせられる(ステップ 72)。ズームレンズ 4 が望遠端とされている状態で被写体が撮像され被写体像が得られる。被写体像は表示画面(図示略)上に表示される。変倍光学装置 2 を撮像装置 40 に対して相対的にシフトする必要があるとユーザが考えると、ユーザは被写体像を見ながらシフト・ダイヤル 13 を操作して変倍光学装置 2 のシフト量を設定する(ステップ 73 で YES)。ユーザの設定に応じて、シフト・モータ 33 によってシフト機構 32 が駆動することにより変倍光学装置 2 は撮像装置 40 に対して相対的にシフトする。ユーザによって設定された望遠端でのシフト量はメモリ 11 に記憶される(ステップ 74)。

[0065] 図 13 は、メモリ 11 に記憶される位置調整量テーブルの一例である。

[0066] ズームレンズ 4 が望遠端に設定された場合に、シフト量が $\Delta S 1$ と設定されると、望遠端のシフト量が $\Delta S 1$ と位置調整量テーブルに格納される。

[0067] ズームレンズ 4 が望遠端に設定された場合に、変倍光学装置 2 の相対的なシフトが不要と考えた場合には変倍光学装置 2 の相対的なシフトは行われない(ステップ 73 で NO)。ズームレンズ 4 が望遠端に設定された場合に変倍光

学装置 2 の相対的なシフトが行われないと、図15に示す位置調整量テーブルにおいて、望遠端におけるシフト量についてのデータは無しとなる。

[0068] つづいて、ズームレンズ 4 が望遠端に設定されている場合に変倍光学装置 2 が相対的にティルトする必要があるとユーザが考えると、ユーザは被写体像を見ながらティルト・ダイヤル12を操作して変倍光学装置 2 のティルト角を設定する(ステップ75でYES)(ティルト角として $\theta 1$ が設定されたものとする)。ユーザの設定に応じて、ティルト・モータ30によってティルト機構29が駆動する。変倍光学装置 2 が撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に傾けられる。変倍光学装置 2 のティルト角 $\theta 1$ がメモリ11に格納されている位置調整量テーブルに記憶される(ステップ76)。ユーザによるティルト角の設定が行われなければ(ステップ75でNO)、望遠端でのティルト角はメモリ11に記憶されない。図15に示す位置調整量テーブルにおいて、望遠端におけるティルト角についてのデータは無しとなる。

[0069] ズームレンズ 4 が望遠端に設定されている場合に変倍光学装置 2 が相対的に回転する必要があるとユーザが考えると、ユーザは被写体像を見ながら回転ダイヤル14を操作して変倍光学装置 2 の回転角を設定する(ステップ77でYES)。ユーザの設定に応じて、回転モータ36によって回転機構35が駆動する。変倍光学装置 2 が撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に回転させられる。変倍光学装置 2 の回転角 $\phi 1$ がメモリ11に格納されている位置調整量テーブルに記憶される(ステップ78)。ユーザによる回転角の設定が行われなければ(ステップ77でNO)、望遠端での回転角はメモリ11に記憶されない。図15に示す位置調整量テーブルにおいて、望遠端における回転角についてのデータは無しとなる。図5または図9を参照して説明したように、円51ではなく、撮像装置40の撮像面40Aが円52または53からはみ出ないように変倍光学装置 2 を相対的にシフトする場合には、変倍光学装置 2 が回転すると、撮像面40Aが円52または53からはみ出てしまうことがある。変倍光学装置 2 が相対的に回転することにより撮像装置40の撮像面40Aが円52または53からはみ出てしまう場合には、変倍光学装置 2 の回転を禁止することが好ましい。

- [0070] つづいて、ユーザは、ズームレンズ4が望遠端にある状態で合焦調整量ダイヤル15を操作することにより、撮像により得られた画像を見ながら、合焦調整を行う(ステップ79)。合焦調整量に応じてフォーカス・モータ21またはマスタ・モータ27が駆動し、フォーカス・レンズ3またはマスタ・レンズ6が移動することにより、合焦調整が行われる。望遠端での合焦調整量が、図13に示す位置調整量テーブルに格納され、メモリ11に記憶される(ステップ80)。もっとも、変倍光学システム1が自動合焦制御機能を有していれば合焦調整量は必ずしもメモリ11に記憶する必要はない。
- [0071] 望遠端についてのシフト量等が位置調整量テーブルに格納されると、ユーザによってズーム・ボタン16が操作され、広角指令が変倍光学システム1に入力される(ステップ81)。すると、ズーム・モータ23によってズームレンズ4が広角端とされる(ステップ82)。
- [0072] ズームレンズ4が広角端とされている状態で被写体が撮像され被写体像が得られる。被写体像は表示画面(図示略)上に表示される。変倍光学装置2を撮像装置40に対して相対的にシフトする必要があると考えると、ユーザは被写体像を見ながらシフト・ダイヤル13を操作して変倍光学装置2のシフト量を設定する(ステップ83でYES)。ユーザの設定に応じて、シフト・モータ33によってシフト機構32が駆動することにより変倍光学装置2は撮像装置40に対して相対的にシフトする。ユーザによって設定された広角端でのシフト量は位置調整量テーブルに格納され、メモリ11に記憶される(ステップ84)。
- [0073] ズームレンズ4が広角端に設定された場合に、変倍光学装置2の相対的なシフトが不要と考えた場合には変倍光学装置2の相対的なシフトは行われない(ステップ83でNO)。ズームレンズ4が広角端に設定された場合に変倍光学装置2の相対的なシフトが行われないと、図13に示す位置調整量テーブルにおいて、広角端におけるシフト量についてのデータは無しとなる。
- [0074] つづいて、ズームレンズ4が広角端に設定されている場合に変倍光学装置2が相対的にティルトする必要があるとユーザが考えると、ユーザは被写体像を見ながらティルト・ダイヤル12を操作して変倍光学装置2のティルト角

を設定する(ステップ85でYES)。ユーザの設定に応じて、ティルト・モータ30によってティルト機構29が駆動する。変倍光学装置2が撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に傾けられる。変倍光学装置2のティルト角 θ_1 がメモリ11に格納されている位置調整量テーブルに記憶される(ステップ86)。ユーザによるティルト角の設定が行われなければ(ステップ85でNO)、広角端でのティルト角はメモリ11に記憶されない。図13に示す位置調整量テーブルにおいて、広角端におけるシフト角についてのデータは無しとなる。

[0075] ズームレンズ4が広角端に設定されている場合に変倍光学装置2が相対的に回転する必要があるとユーザが考えると、ユーザは被写体像を見ながら回転ダイヤル14を操作して変倍光学装置2の回転角を設定する(ステップ87でYES)。ユーザの設定に応じて、回転モータ36によって回転機構35が駆動する。変倍光学装置2が撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に回転させられる。変倍光学装置2の回転角 ϕ_2 がメモリ11に格納されている位置調整量テーブルに記憶される(ステップ88)。ユーザによる回転角の設定が行われなければ(ステップ87でNO)、広角端での回転角はメモリ11に記憶されない。図13に示す位置調整量テーブルにおいて、広角端における回転角についてのデータは無しとなる。ズームレンズ4が広角端に設定されている場合においても、図5または図9を参照して説明したように、円51ではなく、撮像装置40の撮像面40Aが円52または53からはみ出ないように変倍光学装置2を相対的にシフトする場合には、変倍光学装置2が回転すると、撮像面40Aが円52または53からはみ出てしまうことがある。変倍光学装置2が相対的に回転することにより撮像装置40の撮像面40Aが円52または53からはみ出てしまう場合には、変倍光学装置2の回転を禁止することが好ましい。

[0076] つづいて、ユーザは、ズームレンズ4が広角端にある状態で合焦調整量ダイヤル15を操作することにより、撮像により得られた画像を見ながら、合焦調整を行う(ステップ89)。合焦調整量に応じてフォーカス・モータ21またはマスタ・モータ27が駆動し、フォーカス・レンズ3またはマスタ・レンズ6が移動することにより、合焦調整が行われる。広角端での合焦調整量が、図1

3に示す位置調整量テーブルに格納され、メモリ11に記憶される(ステップ90)。もっとも、変倍光学システム1が自動合焦制御機能を有していれば、ズームレンズ4が望遠端に設定されている場合と同様にズームレンズ4が広角端に設定されている場合も合焦調整量は必ずしもメモリ11に記憶する必要はない。

[0077] このようにして、図13に示すように、ズームレンズ4が望遠端に設定された場合におけるシフト量 $\Delta S1$ 、ティルト角 $\theta1$ 、回転角 $\phi1$ 、および合焦調整量 $\Delta1$ 、ならびにズームレンズ4が広角端に設定された場合におけるシフト量 $\Delta S2$ 、ティルト角 $\theta2$ 、回転角 $\phi2$ 、および合焦調整量 $\Delta2$ のうち、ユーザによって設定された値が位置調整量テーブルに格納されてメモリ11に記憶される。

[0078] 図14から図18は、位置調整量等がメモリ11に記憶された後にズームレンズ4を用いて被写体を撮影する場合の処理手順を示すフローチャートである。

[0079] ユーザによってズーム・ボタン16が操作され、ズームレンズ4が所望の変倍量に設定される(ステップ101)。望遠端のシフト量および広角端のシフト量のいずれもがメモリ11に記憶されているかどうかは制御回路10によって判断される(ステップ102)。望遠端のシフト量および広角端のシフト量のいずれもがメモリ11に記憶されている場合には(ステップ102でYES)、メモリ11に記憶されている望遠端のシフト量および広角端のシフト量のいずれもメモリから読み取られる(ステップ103)。読み取られた望遠端のシフト量および広角端のシフト量から、ユーザによって設定されたズーム量に応じたシフト量が制御回路10によって算出される(ステップ104)。

[0080] 図19は、ズーム量に応じたシフト量の算出の方法を示すグラフである。

[0081] 図13に示すように、ズームレンズ4が望遠端に設定された場合のシフト量が $\Delta S1$ として記憶されており、ズームレンズ4が広角端に設定された場合のシフト量が $\Delta S2$ として記憶されているものとする。望遠端のズーム量と広角端のズーム量との間のズーム量に対応するシフト量は、望遠端のズーム量に対応するシフト量 $\Delta S1$ と広角端のズーム量に対応するシフト量 $\Delta S2$

との線形補間により算出される（他の方法により算出してもよい）。ズーム量が $Z \times$ に設定されたとすると、シフト量 $\Delta S \times$ が算出される。

[0082] 望遠端のシフト量または広角端のシフト量のいずれかがメモリ11に記憶されていない場合には(ステップ102でNO)、変倍光学装置2の相対的なシフトは不要と考えられたと判断され、ステップ103および104のシフト算出処理はスキップされる。

[0083] つづいて、望遠端のティルト角および広角端のティルト角のいずれかがメモリ11に記憶されているかどうかは制御回路10によって判断される(ステップ106)。望遠端のティルト角および広角端のティルト角のいずれかがメモリ11に記憶されている場合には(ステップ106でYES)、メモリ11に記憶されている望遠端のティルト角および広角端のティルト角のいずれもメモリから読み取られる(ステップ107)。読み取られた望遠端のティルト角および広角端のティルト角から、ユーザによって設定されたズーム量に応じたティルト角が制御回路10によって算出される(ステップ108)。

[0084] このティルト角の算出も、図19を参照してズーム量に応じたシフト量の算出を説明したのと同様に算出できる。たとえば、ズームレンズ4が望遠端に設定された場合のティルト角が $\theta 1$ として記憶されており、ズームレンズ4が広角端に設定された場合のティルト角が $\theta 2$ として記憶されているものとする。望遠端のティルト角 $\theta 1$ と広角端のティルト角 $\theta 2$ との間のズーム量に対応するティルト角は、望遠端のズーム量に対応するティルト角 $\theta 1$ と広角端のズーム量に対応するティルト角 $\theta 2$ との線形補間により算出される（他の方法により算出してもよい）。

[0085] 望遠端のティルト角または広角端のティルト角のいずれかがメモリ11に記憶されていない場合には(ステップ106でNO)、変倍光学装置2の相対的なティルトは不要と考えられたと判断され、ステップ107および108のシフト算出処理はスキップされる。

[0086] つづいて、望遠端の回転角および広角端の回転角のいずれかがメモリ11に記憶されているかどうかは制御回路10によって判断される(ステップ110)。望

遠端の回転角および広角端の回転角のいずれもがメモリ11に記憶されている場合には(ステップ110でYES), メモリ11に記憶されている望遠端の回転角および広角端の回転角のいずれもメモリから読み取られる(ステップ111)。読み取られた望遠端の回転角および広角端の回転角から, ユーザによって設定されたズーム量に応じた回転角が制御回路10によって算出される(ステップ112)。

[0087] この回転角の算出も, 図19を参照してズーム量に応じたシフト量の算出を説明したのと同様に算出できる。たとえば, ズームレンズ4が望遠端に設定された場合の回転角が $\phi 1$ として記憶されており, ズームレンズ4が広角端に設定された場合の回転角が $\phi 2$ として記憶されているものとする。望遠端の回転角 $\phi 1$ と広角端の回転角 $\phi 2$ との間のズーム量に対応する回転角は, 望遠端のズーム量に対応する回転角 $\phi 1$ と広角端のズーム量に対応する回転角 $\phi 2$ との線形補間により算出される(他の方法により算出してもよい)。

[0088] 望遠端の回転角または広角端の回転角のいずれかがメモリ11に記憶されていない場合には(ステップ110でNO), 変倍光学装置2の相対的な回転は不要と考えられたと判断され, ステップ111および112の回転角算出処理はスキップされる。

[0089] つづいて, メモリ11に, 望遠端での合焦調整量および広角端での合焦調整量のいずれもが記憶されているかどうかは制御回路10によって判断される(ステップ113)。いずれの合焦調整量も記憶されている場合には(ステップ113でYES), メモリ11に記憶されている望遠端での合焦調整量および広角端での合焦調整量のいずれの合焦調整量も読み取られる(ステップ115)。ユーザによって設定されたズーム量に対応した合焦調整量が, 望遠端での合焦調整量および広角端での合焦調整量の線形補間により算出される(他の方法による算出してもよい)(ステップ116)。

[0090] 図20は, ズーム量に応じた合焦調整量の算出の方法を示すグラフである。

[0091] 図13に示すように, ズームレンズ4が望遠端に設定された場合の合焦調整量が $\Delta 1$ として記憶されており, ズームレンズ4が広角端に設定された場合

の合焦調整量が $\Delta 2$ として記憶されているものとする。望遠端の合焦調整量と広角端の合焦調整量との間の合焦調整量に対応する合焦調整量は、望遠端のズーム量に対応する合焦調整量 $\Delta 1$ と広角端のズーム量に対応する合焦調整量 $\Delta 2$ との線形補間により算出される（他の方法により算出してもよい）。ズーム量が $Z \times$ に設定されたとすると、合焦調整量 $\Delta \times$ が算出される。

[0092] メモリ11に、望遠端での合焦調整量および広角端での合焦調整量の少なくとも一方が記憶されていない場合には（ステップ113でNO）、撮像装置40から出力される映像信号などを利用して自動合焦制御が行われる（ステップ114）。

[0093] つづいて、ユーザによって設定されたズーム量に応じたシフト量、ティルト角、回転角などの位置調整量のうち算出された位置調整量を用いて変倍光学装置2または撮像装置40の位置調整が行われた場合に、撮像装置40の撮像面40Aの少なくとも一部が拡大レンズ7によって拡大された被写体像の範囲に含まれないかどうか制御回路10によって判断される（ステップ117）。すなわち、図2、図9などを参照して説明したように、拡大された被写体像を表す円52、円53から撮像装置40の撮像面40Aがはみ出さないかどうか制御回路10によって判断される。拡大された被写体像を表す円52、円53から撮像装置40の撮像面40Aの外接円である円51がはみ出さないかどうか制御回路10によって判断されるようにしてもよい。

[0094] 変倍光学装置2または撮像装置40の位置調整が行われた場合に、撮像装置40の撮像面40Aの少なくとも一部が拡大された被写体像の範囲に含まれなくなってしまう場合には（ステップ117でYES）、撮像装置40の撮像面40Aのすべてが、円52、円53などによって示される拡大された被写体像の範囲に含まれるように位置調整量（シフト量、ティルト角、回転角）が制御回路10によって補正させられる（ステップ118）。位置調整量の補正は、好ましくは、算出された位置調整量のうち算出されたシフト量、ティルト角、回転角などを同じ割合で補正するが、必ずしも同じ割合で補正しなくともよい。シフト量、ティルト角、回転角のうち、補正する優先順位を決めておき、その優先順位にし

たがって補正するようにしてもよい。変倍光学装置 2 または撮像装置 40 の位置調整が行われた場合に、撮像装置 40 の撮像面 40 A のすべてが拡大された被写体像の範囲に含まれる場合には(ステップ 117 で NO)、ステップ 118 に示す位置調整量補正処理はスキップされる。

[0095] 制御回路 10 (位置調整量算出部) によって算出された位置調整量を用いて位置調整機構によって変倍光学装置 2 と撮像装置 40 との位置関係を調整させた場合に、撮像面 40 A の少なくとも一部が拡大レンズ 7 によって拡大された被写体像の範囲に含まれないかどうかについても制御回路 10 (判定部) によって判定される。また、撮像面 40 A の少なくとも一部が拡大レンズ 7 によって拡大された被写体像の範囲に含まれないと判定されたことに応じて、位置調整機構による調整が行われた場合に、撮像面 40 A が拡大レンズ 7 によって拡大された被写体像の範囲に含まれる位置調整量に、算出された位置調整量を補正することも制御回路 10 (位置調整量補正部) によって行われるが、他の回路によって行われてもよい。

[0096] このようにして位置調整量 (位置調整量はシフト量、ティルト角、または回転角である) が算出または補正されると、算出された位置調整量または補正された位置調整量を用いて位置調整が行われる (ステップ 119)。

[0097] さらに、算出された合焦調整量を用いて合焦調整が行われる (ステップ 120)。合焦調整は、フォーカス・レンズ 3 およびマスタ・レンズ 6 の両方のレンズの位置調整を行うことにより実施してもよいし、フォーカス・レンズ 3 またはマスタ・レンズ 6 のいずれか一方のレンズの位置調整により実施してもよい。また、ステップ 118 において位置調整量が補正された場合には、合焦位置もずれるため、算出された合焦調整量を用いて合焦調整が行われても合焦しないことがある。この場合には補正された位置調整量を用いて、算出された合焦調整量も補正し、補正された合焦調整量を用いて合焦調整することが好ましい。合焦調整量の補正は、補正された位置調整量から、その補正された位置調整量に対応するズーム量を算出し、算出されたズーム量に対応する合焦調整量を算出することにより実施できる。

[0098] 撮影が終了するまで、ステップ101からの処理が繰り返される（ステップ121）。

[0099] 望遠端におけるズーム量と広角端におけるズーム量との少なくとも2種類のズーム量に対応した位置調整量（シフト量、ティルト角、回転角）が記憶されており、ズーム・ボタン16によってズーム量が設定されると、その設定されたズーム量に応じた位置調整量が、記憶されている少なくとも2種類の位置調整量を用いて算出されている。算出された位置調整量を用いて変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係が調整させられ、少なくとも2種類のズーム量に対応した位置調整量を用いて、設定されたズーム量に応じた位置調整量が算出されるので、比較的正確な位置調整量が算出できる。変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係を、ズーム量に応じて比較的正確に調整できるようになる。

[0100] 上述の実施例において、変倍光学装置2は、ズーム量（ズーム量とは変倍量のことである）に応じた被写体像の倍率を変化させて被写体像を撮像装置40の撮像面40Aに結像するものである。また、ズーム・ボタン16は、変倍光学装置2のズーム量を設定するものである。ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35は、変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係（位置関係とは、たとえば、変倍光学装置2の作る像と撮像面40Aとの位置関係をいう）を調整する位置調整機構であり、ティルト機構29、シフト機構32および回転機構35のうち、少なくとも一つが存在すればよい。ティルト機構は、変倍光学装置2の光軸Cが、撮像装置40の撮像面40Aの中心軸に対して相対的に傾くように変倍光学装置2を傾けるものである。シフト機構は、変倍光学装置2を、撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的にスライドさせるものである。さらに、回転機構は、変倍光学装置2の光軸Cまたは撮像装置40の撮像面40Aの中心軸を中心として、変倍光学装置2を撮像装置40の撮像面40Aに対して相対的に回転させるものである。

[0101] メモリ11は、望遠端のズーム量と広角端のズーム量とに対応した位置調整機構による位置調整量（位置調整量とは、図13に示したようにシフト量、テ

ィルト角、回転角のことである）を記憶する位置調整量メモリである。メモリ11には、少なくとも2種類のズーム量に対応した位置調整量が記憶されればよく、必ずしも望遠端のズーム量と広角端のズーム量とに対応した位置調整量が記憶されなくともよい。

[0102] 制御回路10は、ズーム・ボタン16によって設定されたズーム量に応じた位置調整量を、メモリ11に記憶されている位置調整量を用いて算出する位置調整量算出部である。また、制御回路10は、算出された位置調整量を用いて変倍光学装置2と撮像装置40の撮像面40Aとの位置関係を位置調整機構に調整させる位置調整機構制御部である。

[0103] また、ティルト・ダイヤル12、シフト・ダイヤル13および回転ダイヤル14は、少なくとも2種類の変倍量に対応した位置調整量を入力する位置調整量入力部である。上述のように、ティルト・ダイヤル12、シフト・ダイヤル13または回転ダイヤル14からティルト角、シフト量または回転角（位置調整量）が入力された場合には、メモリ11には、それらのティルト・ダイヤル12、シフト・ダイヤル13または回転ダイヤル14から入力されたティルト角、シフト量または回転角（位置調整量）が記憶される。

[0104] フォーカス・モータ21およびマスタ・モータ27の少なくとも一方が合焦調整量を調整して撮像装置40の撮像面40Aに被写体像を結像する合焦調整機構であり、メモリ11が少なくとも2種類のズーム量に対応した合焦調整機構による合焦調整量を記憶する合焦調整量メモリである。また、制御回路10が、設定されたズーム量に応じた合焦調整量を、メモリ11に記憶されている合焦調整量を用いて算出する合焦調整量算出部であり、かつ算出された合焦調整量を用いて合焦調整機構により撮像面40Aに被写体像を結像させる合焦調整機構制御部である。

[0105] さらに、合焦調整量ダイヤル15が、少なくとも2種類のズーム量に対応した合焦調整機構による合焦調整量を入力する合焦調整量入力部であり、メモリ11は、合焦調整量ダイヤル15から入力された合焦調整量を記憶する合焦調整量メモリである。

符号の説明

[0106] 1 変倍光学システム, 2 変倍光学装置, 3 フォーカス・レンズ, 4
ズームレンズ, 5 絞り, 6 マスタ・レンズ, 7 拡大レンズ, 10 制御
回路, 11 メモリ, 12 ティルト・ダイヤル, 13 シフト・ダイヤル, 14
回転ダイヤル, 15 合焦調整量ダイヤル, 16 ズーム・ボタン, 21 フォー
カス・モータ, 22 駆動回路, 23 ズーム・モータ, 24 駆動回路, 25 絞
りモータ, 26 駆動回路, 27 マスタ・モータ, 28 駆動回路, 29 ティル
ト機構, 30 ティルト・モータ, 31 駆動回路, 32 シフト機構, 33 シフ
ト・モータ, 34 駆動回路, 35 回転機構, 36 回転モータ, 37 駆動回路
, 40 撮像装置, 40A 撮像面, 40B 同一面, 41 信号処理回路, 42 カ
メラ本体, 51-53 円, C 光軸, C1 中心, C2, $\Delta 1$ 合焦調整量,
 $\Delta 2$ 合焦調整量, $\Delta S 1$ シフト量, $\Delta S 2$ シフト量, $\Delta S x$ シフト
量, Δx 合焦調整量, α 角, θ ティルト角, $\theta 1$ ティルト角, $\theta 2$
ティルト角, $\phi 1$ 回転角, $\phi 2$ 回転角

請求の範囲

- [請求項1] 変倍量に応じて被写体像の倍率を変化させて被写体像を撮像装置の撮像面に結像する変倍光学装置，
- 上記変倍光学装置の変倍量を設定する変倍量設定装置，
- 上記変倍光学装置と上記撮像面との位置関係を調整する位置調整機構，
- 少なくとも2種類の変倍量に対応した上記位置調整機構による位置調整量を記憶する位置調整量メモリ，
- 上記変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた上記位置調整機構による位置調整量を，上記位置調整量メモリに記憶されている位置調整量を用いて算出する位置調整量算出部， および
- 上記位置調整量算出部において算出された位置調整量を用いて上記変倍光学装置と上記撮像面との位置関係を上記位置調整機構に調整させる位置調整機構制御部，
- を備えた変倍光学システム。
- [請求項2] 上記撮像装置の撮像面に結像する被写体像自体を拡大する拡大光学系，
- をさらに備えた請求項1に記載の変倍光学システム。
- [請求項3] 上記位置調整量算出部によって算出された位置調整量を用いて上記位置調整機構によって上記変倍光学装置と上記撮像面との位置関係を調整させた場合に，上記撮像面の少なくとも一部が上記拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれないかどうかを判定する判定部， および
- 上記判定部によって，上記撮像面の少なくとも一部が上記拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれないと判定されたことに応じて，上記位置調整機構による調整が行われた場合に，上記撮像面が上記拡大光学系によって拡大された被写体像の範囲に含まれる位置調整量に，上記位置調整量算出部によって算出された位置調整量を

補正する位置調整量補正部,

をさらに備えた請求項 2 に記載の変倍光学システム。

[請求項4] 上記少なくとも 2 種類の変倍量に対応した上記位置調整機構による位置調整量を入力する位置調整量入力部をさらに備え,
上記位置調整量メモリは,
上記位置調整量入力部から入力された位置調整量を記憶する,
請求項 1 から 3 のうち、いずれか一項に記載の変倍光学システム
。

[請求項5] 合焦調整量を調整して、上記撮像面に被写体像を結像させる合焦調整機構,
上記少なくとも 2 種類の変倍量に対応した上記合焦調整機構による合焦調整量を
記憶する合焦調整量メモリ,
上記変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた上記合焦調整機構による合焦調整量を、上記合焦調整量メモリに記憶されている合焦調整量を用いて算出する合焦調整量算出部、および
上記合焦調整量算出部によって算出された合焦調整量を用いて、上記合焦調整機構により上記撮像面に被写体像を結像させる合焦調整機構制御部,
をさらに備えた請求項 1 から 4 のうち、いずれか一項に記載の変倍光学システム。

[請求項6] 上記変倍光学装置は,
合焦光学系およびマスタ光学系のうち、少なくとも一方の光学系を含み,
上記合焦調整機構は,
上記合焦光学系および上記マスタ光学系のうち、少なくとも一方の光学系を調整することにより、上記撮像面に被写体像を結像させる,
請求項 5 に記載の変倍光学システム。

- [請求項7] 上記位置調整機構は、
 上記変倍光学装置の光軸を、上記撮像面の中心軸に対して相対的に傾けるティルト機構、
 上記変倍光学装置を上記撮像面に対して相対的にスライドさせるシフト機構、および
 上記変倍光学装置の光軸または上記撮像面の中心軸を中心として、上記変倍光学装置を上記撮像面に対して相対的に回転させる回転機構、
 のうちの少なくとも一つである、
 請求項1から6のうち、いずれか一項に記載の変倍光学システム。
- [請求項8] 上記少なくとも2種類の変倍量は、
 望遠端での変倍量および広角端での変倍量である、
 請求項1から7のうち、いずれか一項に記載の変倍光学システム。
- [請求項9] 上記位置調整量算出部は、
 上記位置調整量メモリに記憶されている上記少なくとも2種類の変倍量に対応した上記位置調整機構による位置調整量を線形補間することにより、上記変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた上記位置調整機構による位置調整量を算出する、
 請求項1から8のうち、いずれか一項に記載の変倍光学システム。
- [請求項10] 上記合焦調整量算出部は、
 上記合焦調整量メモリに記憶されている上記少なくとも2種類の変倍量に対応した上記合焦調整機構による合焦調整量を線形補間することにより、上記変倍量設定装置によって設定された変倍量に応じた上記合焦調整機構による合焦調整量を算出する、
 請求項5に記載の変倍光学システム。
- [請求項11] 上記少なくとも2種類の変倍量に対応した上記合焦調整機構による合焦調整量を入力する合焦調整量入力部をさらに備え、
 上記合焦調整量メモリは、

上記合焦調整量入力部から入力された合焦調整量を記憶する，
請求項5または10のいずれか一項に記載の変倍光学システム。

[請求項12]

上記撮像装置は，カメラ本体に設けられており，
上記変倍量設定装置，上記位置調整機構，上記位置調整量メモリ，
上記位置調整量算出部，および上記位置調整機構制御部の少なくとも
一つが上記カメラ本体にさらに設けられている，

請求項1から11のうち，いずれか一項に記載の変倍光学システム。

[請求項13]

変倍光学装置が，変倍量に応じて被写体像の倍率を変化させて被写
体像を撮像装置の撮像面に結像し，

変倍量設定装置が，上記変倍光学装置の変倍量を設定し，

位置調整機構が，上記変倍光学装置と上記撮像面との位置関係を調
整し，

位置調整量メモリが，少なくとも2種類の変倍量に対応した上記位
置調整機構による位置調整量を記憶し，

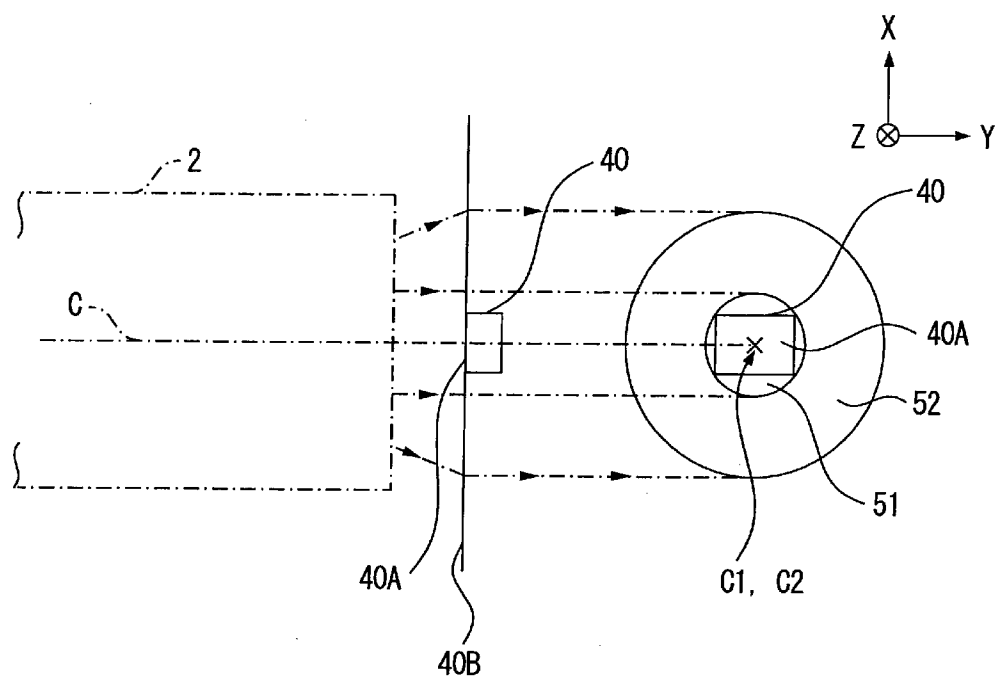
位置調整量算出部が，上記変倍量設定装置によって設定された変倍
量に応じた上記位置調整機構による位置調整量を，上記位置調整量メ
モリに記憶されている位置調整量を用いて算出し，

位置調整機構制御部が，上記位置調整量算出部において算出された
位置調整量を用いて上記変倍光学装置と上記撮像面との位置関係を上
記位置調整機構に調整させる，

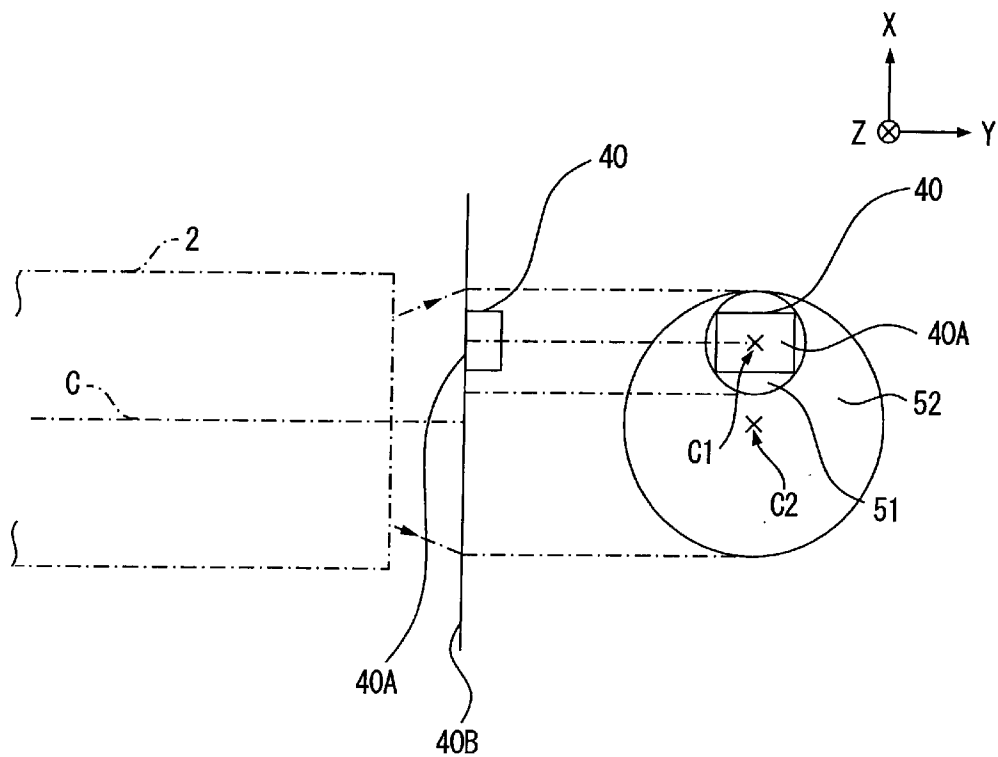
変倍光学システムの制御方法。

[illegible]

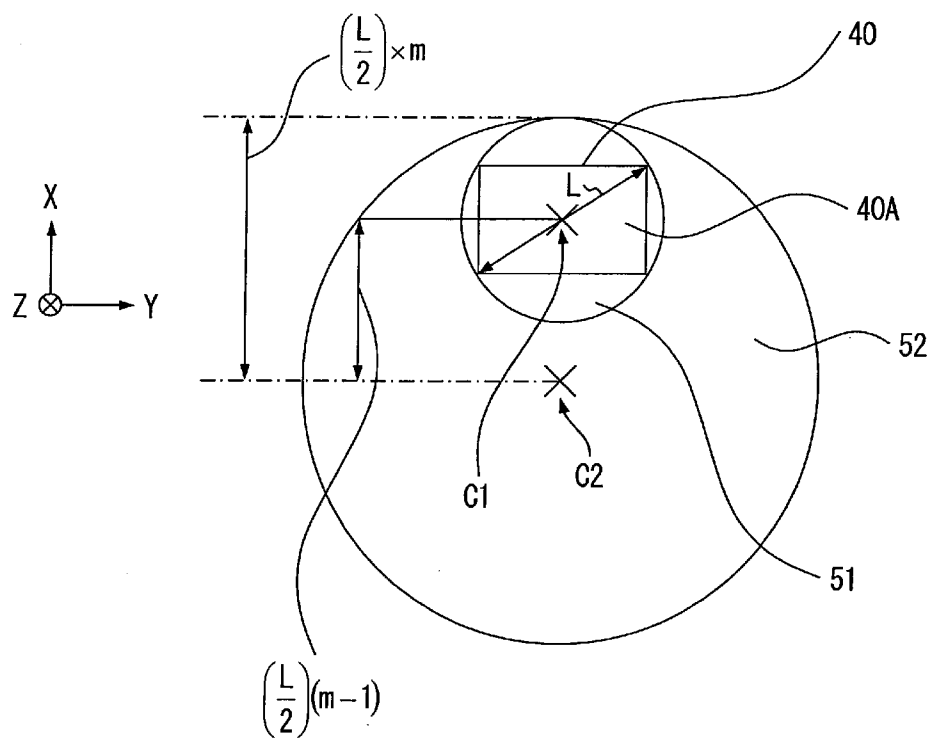
[図2]



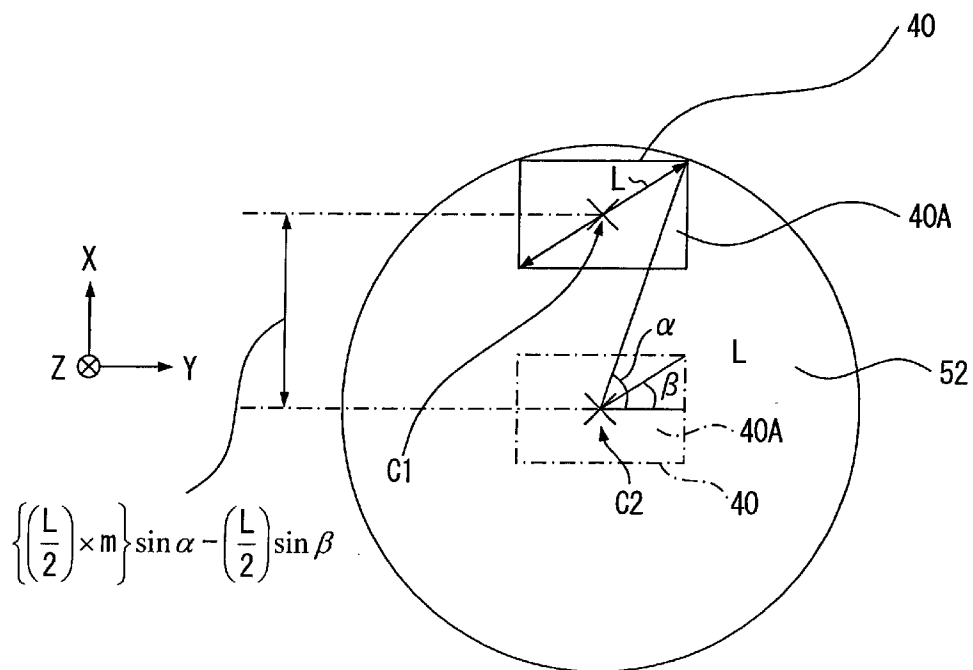
[図3]



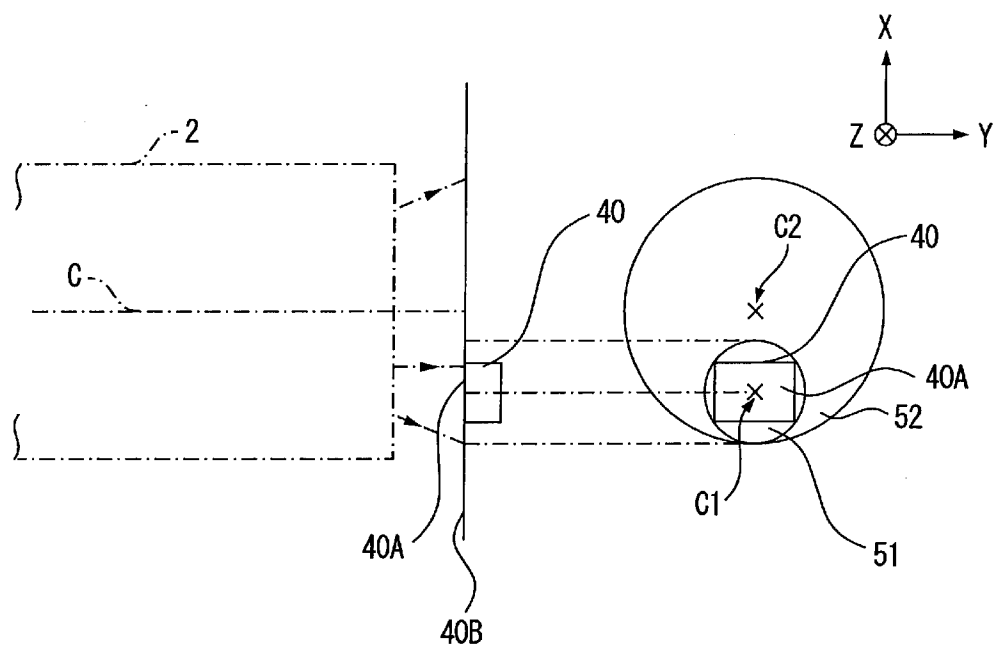
[図4]



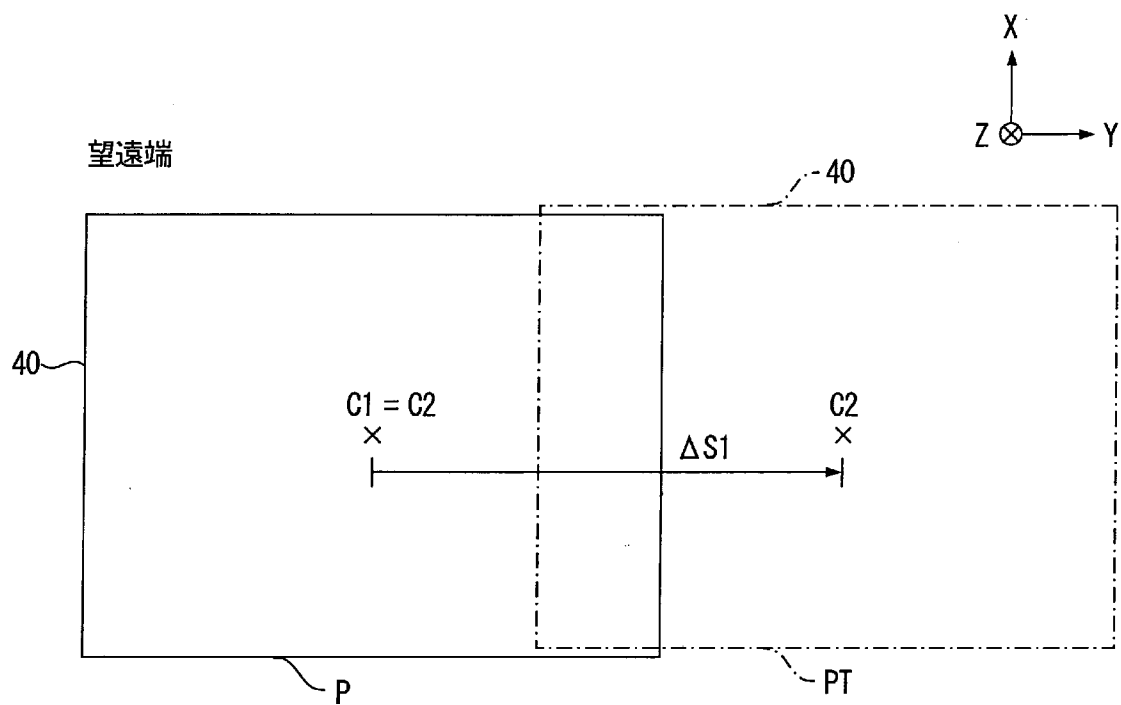
[図5]



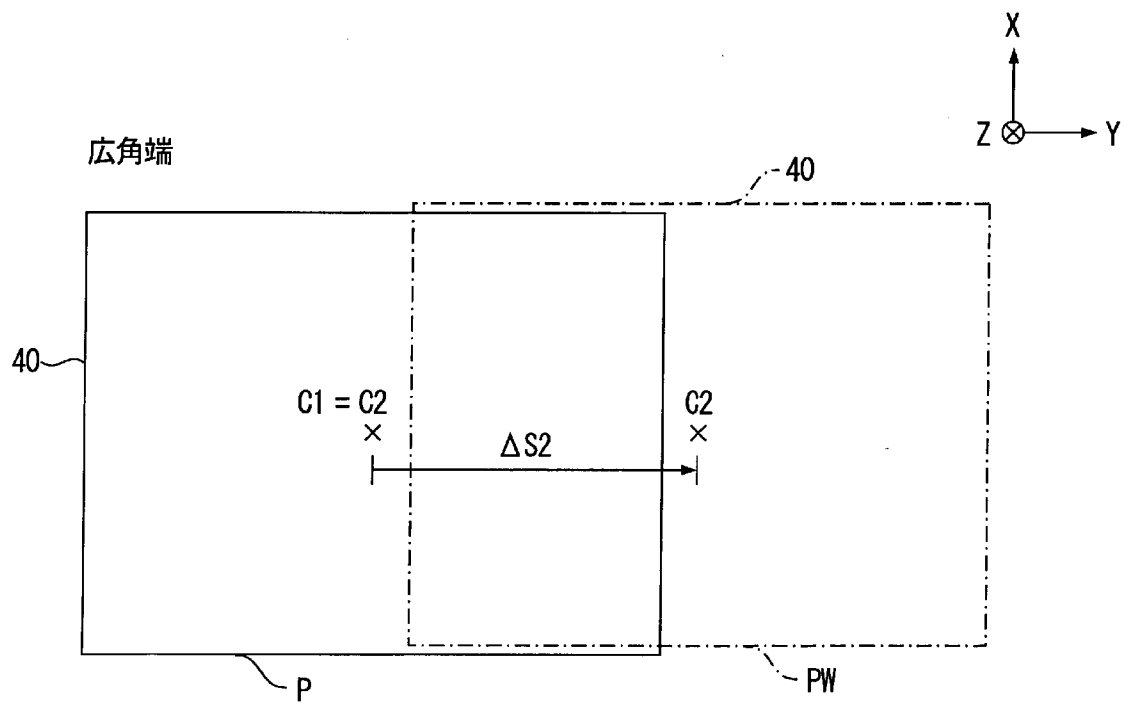
[図6]



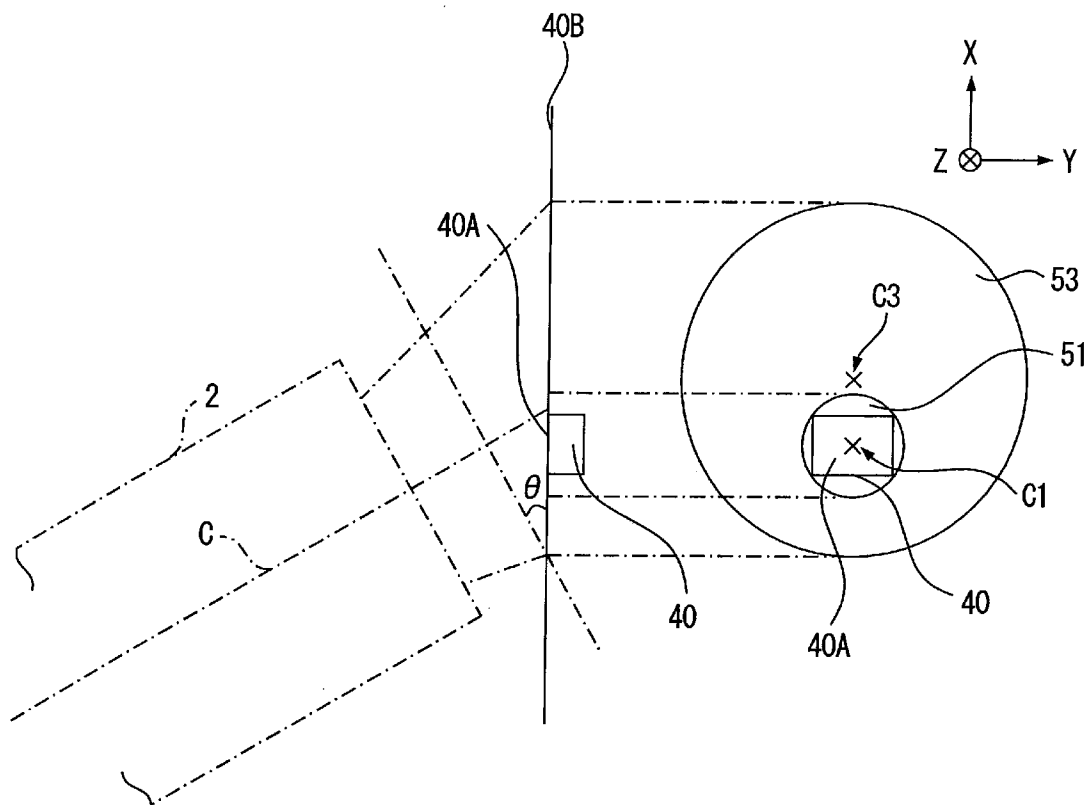
[図7]



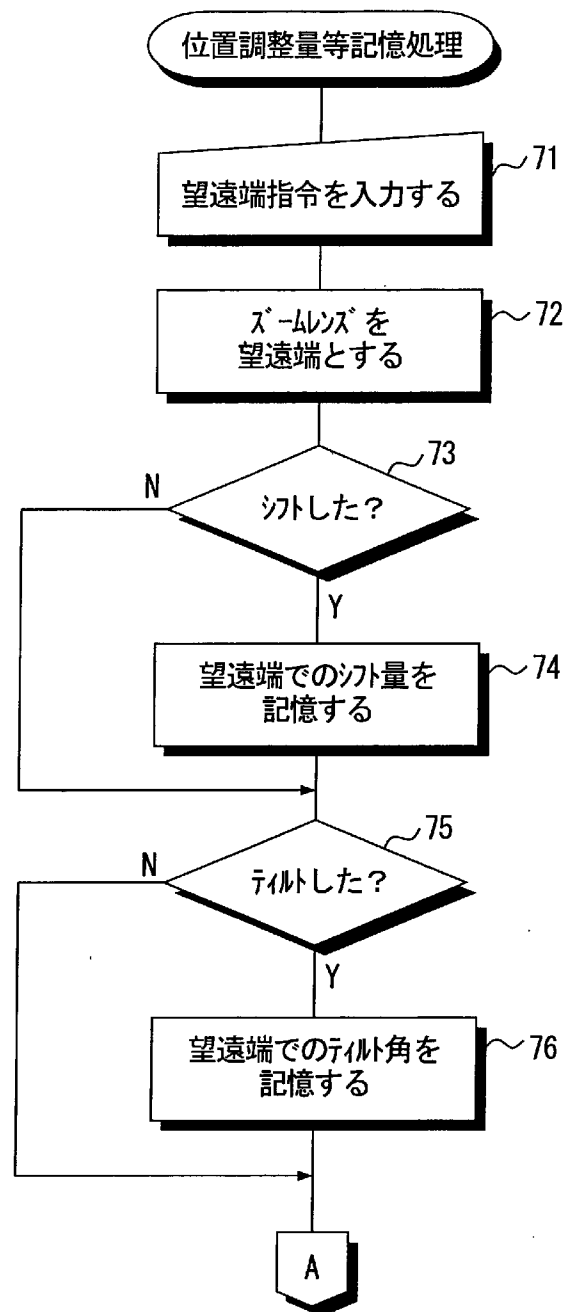
[図8]



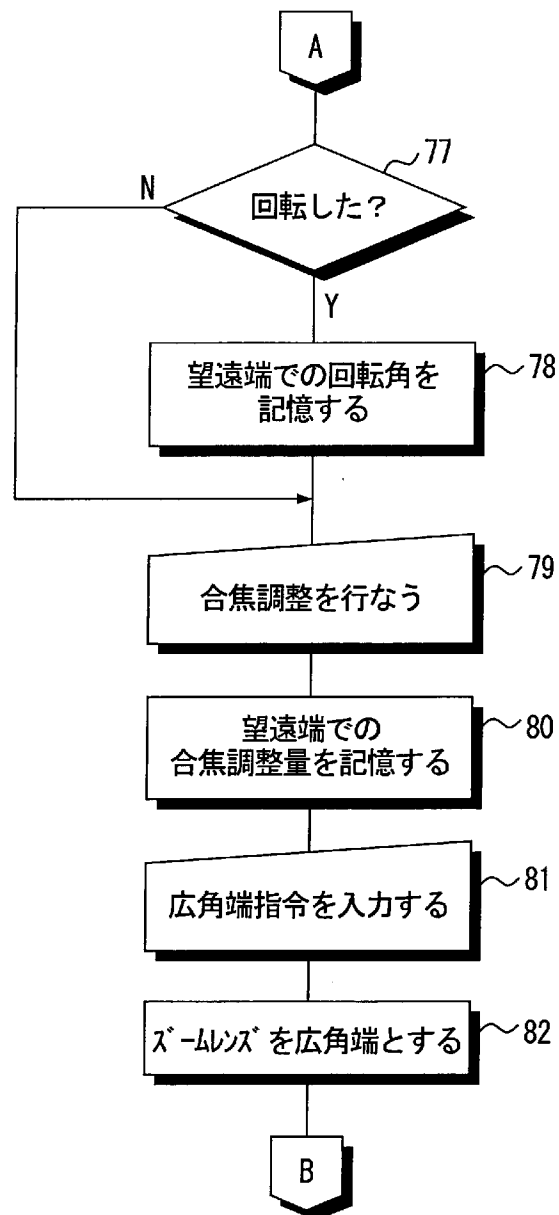
[図9]



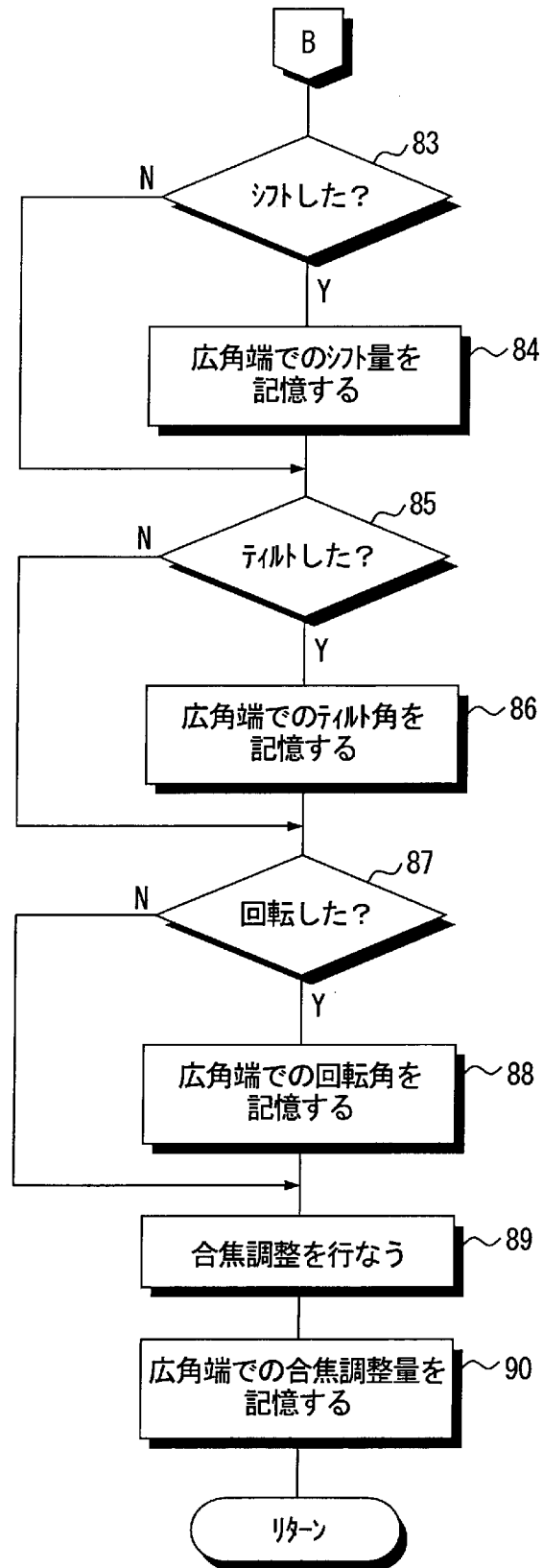
[図10]



[図11]



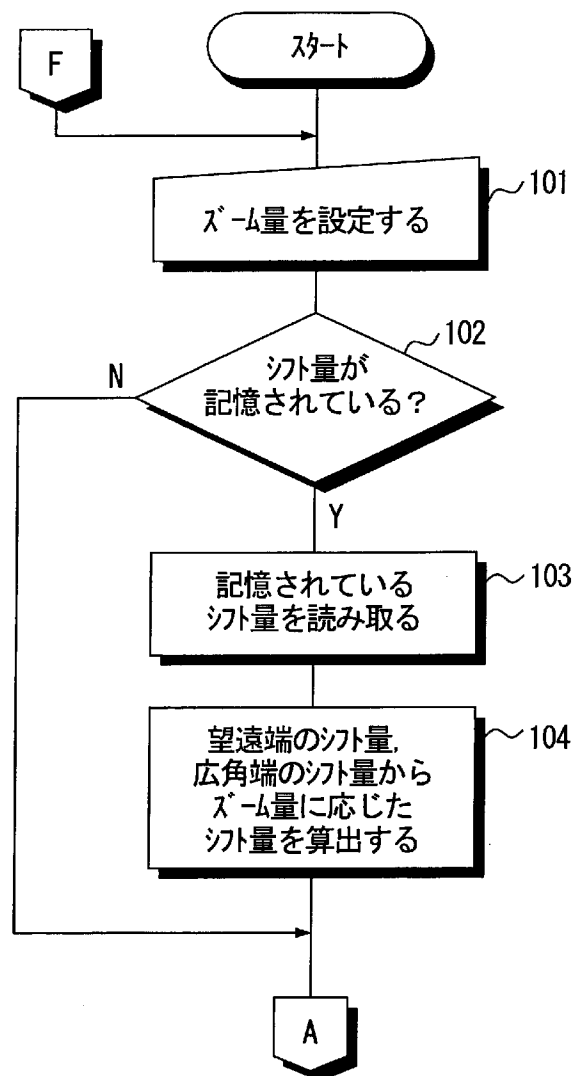
[図12]



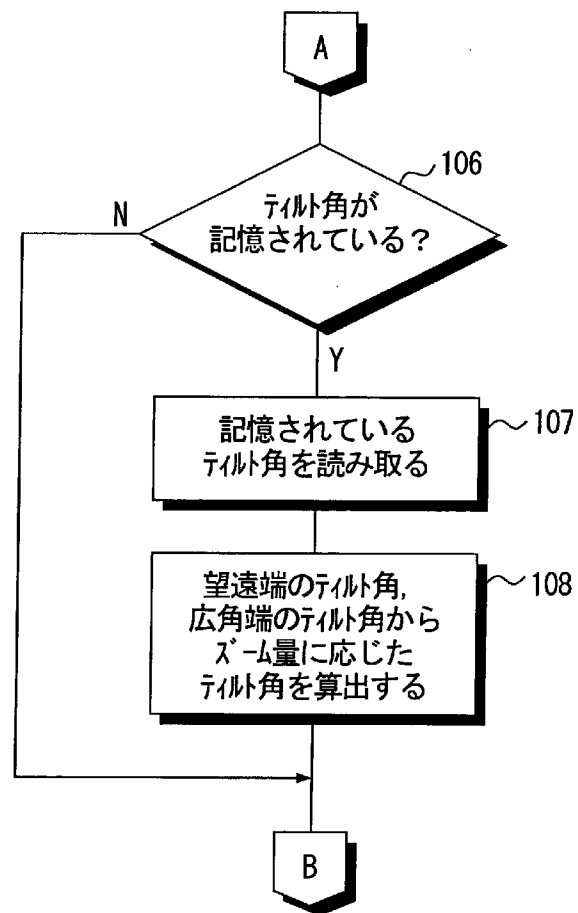
[図13]

	望遠端	広角端
シフト量	$\Delta S 1$	$\Delta S 2$
ティルト角	$\theta 1$	$\theta 2$
回転角	$\phi 1$	$\phi 2$
合焦調整量	$\Delta 1$	$\Delta 2$

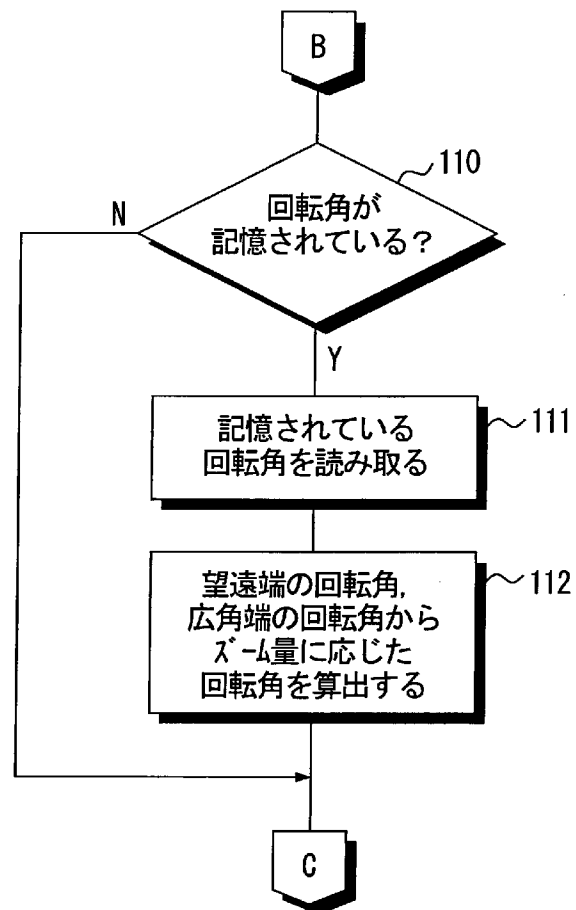
[図14]



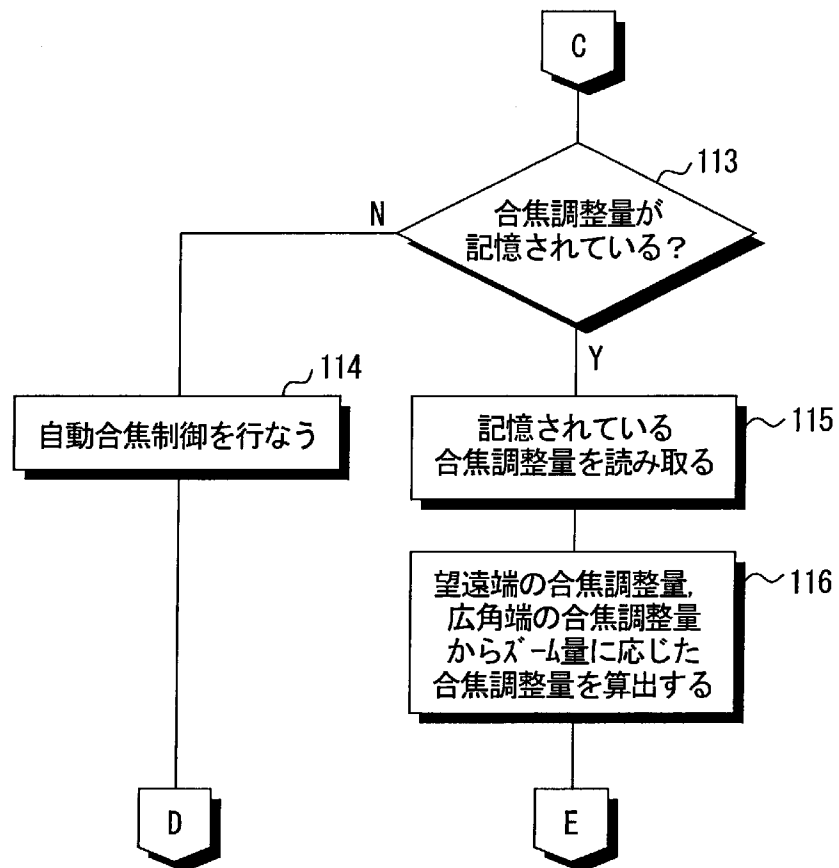
[図15]



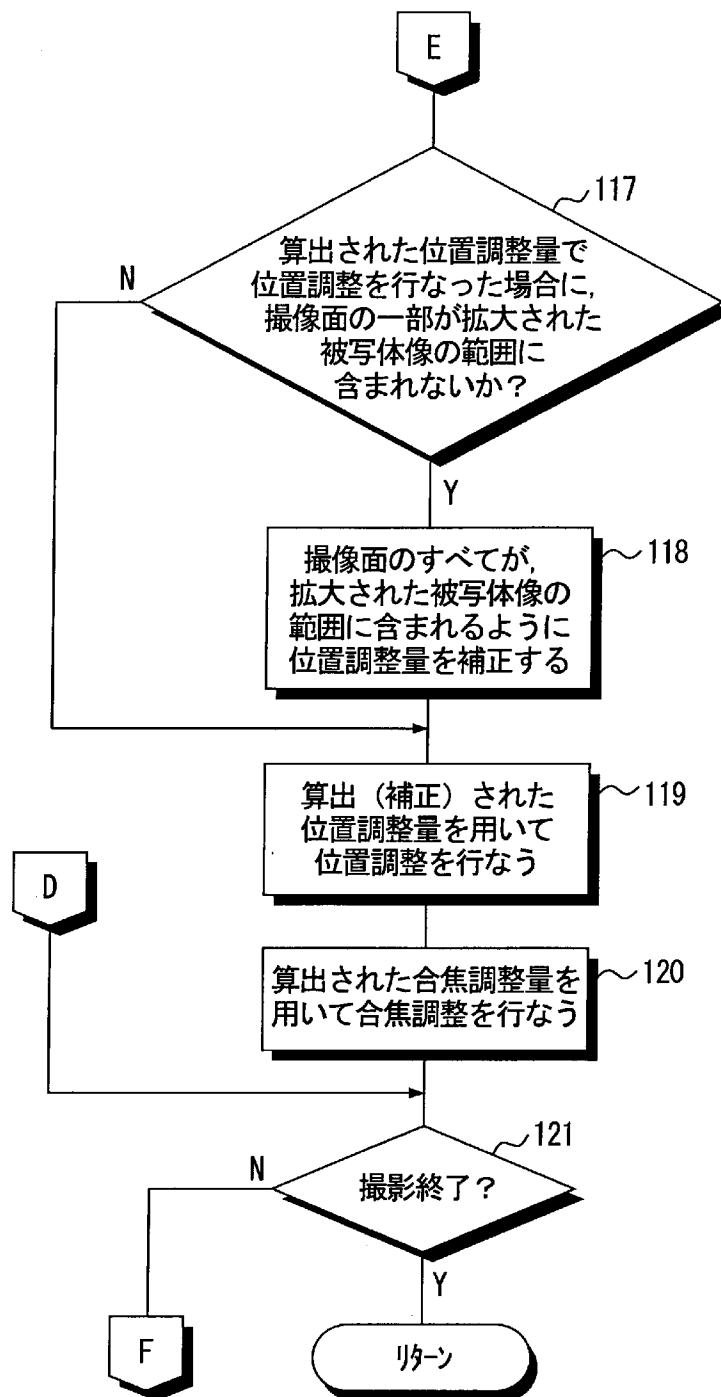
[図16]



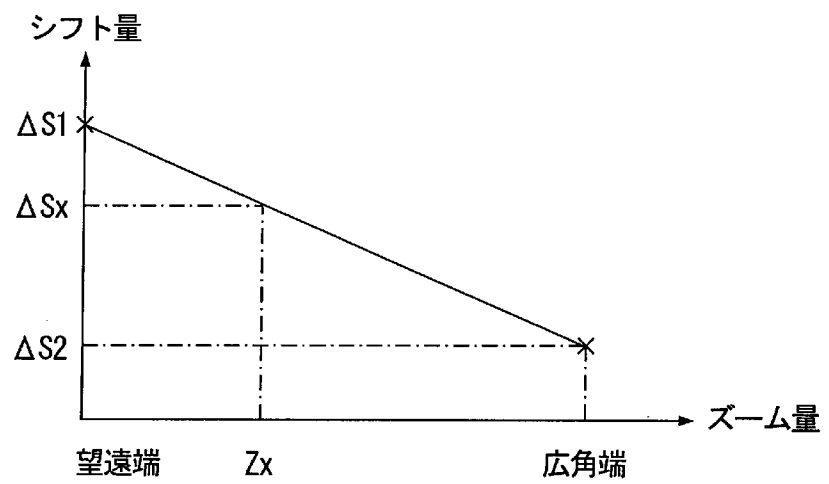
[図17]



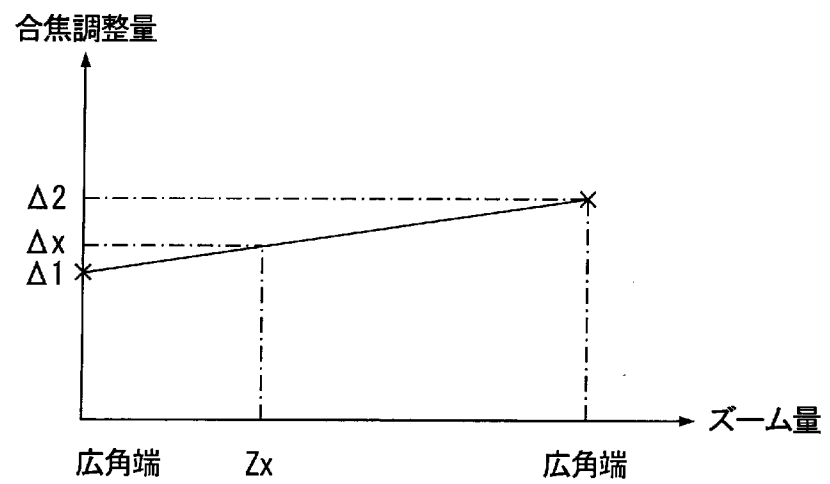
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/02(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B7/02, G03B5/00

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.
X Y	JP 2009-225027 A (Fujifilm Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraphs [0058], [0065] to [0086]; fig. 2 to 5 (Family: none)	1-4, 13 5-12
Y	JP 2014-120923 A (Canon Inc.), 30 June 2014 (30.06.2014), paragraphs [0138] to [0141]; fig. 1, 7 & US 2014/0168503 A1 paragraphs [0143] to [0146]; fig. 1, 7 & CN 103873770 A	5-12



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

31 January 2017 (31.01.17)

Date of mailing of the international search report

07 February 2017 (07.02.17)

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/JP2016/083643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-242353 A (Canon Inc.), 05 December 2013 (05.12.2013), paragraphs [0032] to [0034]; fig. 1, 4 & US 2013/0308933 A1 paragraphs [0040] to [0042]; fig. 1, 4 & CN 103424954 A	9-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/02(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/02, G03B5/00

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
X Y	JP 2009-225027 A（富士フイルム株式会社）2009.10.01, 【0058】、【0065】－【0086】、図2－5（ファミリーなし）	1－4、13 5－12
Y	JP 2014-120923 A（キヤノン株式会社）2014.06.30, 【0138】－【0141】、図1、7 & US 2014/0168503 A1 【0143】－【0146】、図1、7 & CN 103873770 A	5－12

☒ 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

31.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

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）

高橋 雅明

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

4080

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-242353 A (キヤノン株式会社) 2013.12.05, 【0032】 －【0034】、図1、4 & US 2013/0308933 A1 【0040】－【0042】、図1、4 & CN 103424954 A	9－12