

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6066851号
(P6066851)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017. 1. 25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017. 1. 6)

(51) Int. Cl.	F I
G O 2 B 7/08 (2006. 01)	G O 2 B 7/08 C
H O 2 P 8/38 (2006. 01)	H O 2 P 8/38
G O 3 B 17/18 (2006. 01)	G O 2 B 7/08 B
G O 2 B 7/36 (2006. 01)	G O 3 B 17/18 Z
G O 2 B 7/28 (2006. 01)	G O 2 B 7/36

請求項の数 13 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-149988 (P2013-149988)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成25年7月19日 (2013. 7. 19)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-22136 (P2015-22136A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年2月2日 (2015. 2. 2)	(74) 代理人	100110412
審査請求日	平成28年7月13日 (2016. 7. 13)		弁理士 藤元 亮輔
早期審査対象出願		(74) 代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74) 代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72) 発明者	山中 智明
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	井 亀 諭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステッピングモータの制御装置、および光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、

前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得する撮像装置が、静止画撮影時の自動焦点調節を行う場合は、前記ステッピングモータの駆動開始期間および駆動停止期間の少なくとも一方においてオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記駆動開始期間が終了してから前記駆動停止期間が開始されるまでの期間においては、前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、

10

前記撮像装置が、動画撮影時の自動焦点調節を行う場合は、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とするステッピングモータの制御装置。

【請求項 2】

前記撮像装置は、前記撮影光学系により形成された像を表示する表示部を更に有し、前記撮影光学系により形成された像を前記表示部に逐次表示するライブビュー動作時には、前記制御装置はオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項 3】

ユーザの操作によるマニュアルフォーカス方式により前記フォーカスレンズが駆動され

20

る場合、前記制御装置は、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項1または2に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項4】

前記撮影光学系は変倍光学系であり、変倍に伴う焦点調節のために前記フォーカスレンズを駆動する場合、前記制御装置はオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項5】

オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行っている間に、前記ステッピングモータの駆動方向が反転したことに応じて、前記制御装置は、前記フィードバック制御に切り替えて前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項1乃至4のうちいずれか1項に記載のステッピングモータの制御装置。

10

【請求項6】

前記撮像装置は、温度を検出する温度検出部を更に有し、

オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行っている間に、前記温度検出部が検出した温度が所定の温度以下になったことに応じて、前記制御装置は、前記フィードバック制御に切り替えて前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれか1項に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項7】

前記撮像装置は前記ステッピングモータの目標速度を指示する速度指示部を更に有し、前記制御装置は、

20

前記撮像装置が、静止画撮影時の自動焦点調節を行う場合、前記ステッピングモータの駆動開始期間が終了してから駆動停止期間が開始されるまでの期間において、前記速度指示部が指示する目標速度が閾値よりも大きければ前記フィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記目標速度が前記閾値以下であればオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項1乃至6のうちいずれか1項に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項8】

ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、

30

前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得し、前記ステッピングモータの目標速度を指示する速度指示部を有する撮像装置が、位相差方式により自動焦点調節を行う場合、前記制御装置は、前記速度指示部が指示する目標速度が閾値よりも大きければ前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記目標速度が前記閾値以下であればオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、

前記撮像装置がコントラスト方式により自動焦点調節を行う場合、前記制御装置は、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とするステッピングモータの制御装置。

【請求項9】

40

ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、

前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得する撮像装置が位相差方式により自動焦点調節を行う場合、前記制御装置は、前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、

前記撮像装置がコントラスト方式により自動焦点調節を行う際に、前記フォーカスレンズを往復駆動させるウォブリング駆動を行うときは、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記フォーカスレンズを前記ウォブリング駆動よりも大きな駆動量で駆動させる山登り駆動を行うときは、前記フィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とするステッピングモータの制御装

50

置。

【請求項 1 0】

ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、

前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得し、前記ステッピングモータの目標速度を指示する速度指示部を有する撮像装置が、位相差方式により自動焦点調節を行う場合、前記制御装置は、前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、

前記撮像装置がコントラスト方式により自動焦点調節を行う際に、前記フォーカスレンズを往復駆動させるウォブリング駆動させる場合、前記制御装置は、前記速度指示部が指示する目標速度が閾値よりも大きければ前記フィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記目標速度が前記閾値以下であればオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とするステッピングモータの制御装置。

10

【請求項 1 1】

ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、

前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得し、被写体が動体であるか否かの判定を行う撮像装置が、動体に対して自動焦点調節を行う場合は、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、静止体に対して自動焦点調節を行う場合は、前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とするステッピングモータの制御装置。

20

【請求項 1 2】

前記撮像装置は前記ステッピングモータの目標速度を指示する速度指示部を更に有し、

前記制御装置は、静止体に対して自動焦点調節を行う場合、前記速度指示部が指示する目標速度が閾値よりも大きければ前記フィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記目標速度が前記閾値以下であればオープンループ制御に切り替えて前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする請求項 1 1 に記載のステッピングモータの制御装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 2 のうちいずれか 1 項に記載のステッピングモータの制御装置と、ステッピングモータを有することを特徴とする光学機器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、エンコーダを備えたステッピングモータの制御装置、および光学機器に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ステッピングモータは、コイルへの通電切り替えによって所定の角度毎に回転可能であるため、位置センサを用いることなく容易に位置制御が可能である、という特徴を有している。そのため、決められた時間間隔に従ってコイルへの通電状態を切り替える、オープンループ制御による駆動モードが一般的に用いられている。しかし、モータを高速で駆動させるときや、モータに大きな負荷が掛かるときには、コイルへの通電切り替えに対してロータが応答できなくなり、脱調を起こしやすいという問題がある。

40

【0 0 0 3】

そこで、特許文献 1 は、ステッピングモータにエンコーダを搭載し、移動量によりオープンループ制御とフィードバック制御（クローズドループ制御）を切り替える方法を提案している。特許文献 2 は、交換レンズ式撮影装置において、装着される撮影装置に応じて、モータへの励磁方式を切り替える方法を提案している。また、ステッピングモータの位

50

置決めを高精度に行いつつ駆動時の騒音を低減する駆動方法として、モータの駆動波形に正弦波を印加するマイクロステップ駆動は知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-150798号公報

【特許文献2】特開2002-148502号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

エンコーダを搭載したステッピングモータを制御する場合、低速から高速までのすべての速度域をフィードバック制御により行うことは、位置決め精度や駆動時の振動・騒音の観点から難しい。また、撮影装置においては静止画撮影や動画撮影といった撮影モード毎にモータに求められる特性が異なるため、撮影モード毎に最適なモータ制御を行う必要がある。また、焦点調節の方式（オートフォーカスやマニュアルフォーカス等）によってもモータに求められる特性が異なる。

【0006】

本発明は、撮影モードとレンズの操作モードの組み合わせごとに最適な方法でステッピングモータの制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置および光学機器を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の制御装置は、ステッピングモータの回転位置を検出するエンコーダからの出力を用いてフォーカスレンズの駆動制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置であって、前記フォーカスレンズを含む撮影光学系により形成された像を取得する撮像装置が、静止画撮影時の自動焦点調節を行う場合は、前記ステッピングモータの駆動開始期間および駆動停止期間の少なくとも一方においてオープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記駆動開始期間が終了してから前記駆動停止期間が開始されるまでの期間においては、前記エンコーダからの出力を用いたフィードバック制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行い、前記撮像装置が、動画撮影時の自動焦点調節を行う場合は、オープンループ制御によって前記ステッピングモータの駆動制御を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、撮影モードとレンズの操作モードの組み合わせごとに最適な方法でステッピングモータの制御を行うことが可能なステッピングモータの制御装置および光学機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明のカメラシステムのブロック図である。（実施例1、2、3）

【図2】進角制御の基本概念を示す説明図である。（実施例1、2、3）

【図3】進角制御を行った場合の速度変化の一例を示す図である。（実施例1、2、3）

【図4】オープンループ制御を行った場合の速度変化の一例を示す図である。（実施例1、2、3）

【図5】本発明のモータ制御を示すフローチャートである。（実施例1）

【図6】本発明のモータ制御を示すフローチャートである。（実施例1）

【図7】本発明の撮影モードとレンズの操作モードを組み合わせたモータ制御を示すフローチャートである。（実施例1）

【図8】本発明のモータ制御を示すフローチャートである。（実施例2）

【図9】本発明のモータ制御を示すフローチャートである。（実施例2）

10

20

30

40

50

【図１０】移動被写体とフォーカスレンズの移動軌跡の関係を示す図である。

【図１１】交換レンズ式撮影装置でのコントラストＡＦの制御と通信タイミングを示す図である。

【図１２】本発明のモータ制御を示すフローチャートである。（実施例３）

【発明を実施するための形態】

【００１０】

図１は、本実施形態のカメラシステム（光学機器）のブロック図である。カメラシステムは、交換レンズ（レンズ装置、光学機器）と、交換レンズが装着されたカメラ本体と、から構成される。カメラ本体はレンズ交換式の撮像装置（光学機器）であり、一眼レフカメラでもよいし、ミラーレスカメラでもよい。また、本発明の光学機器は、デジタルカメラなどのレンズ一体型の撮像装置として構成されてもよい。

10

【００１１】

交換レンズは被写体の光学像を形成する撮影光学系を有し、撮影光学系は焦点距離を変更する変倍機能を備えた変倍光学系である。カメラ本体は、撮影光学系が形成した被写体の光学像を光電変換する、ＣＣＤやＣＭＯＳセンサなどの撮像素子を有する。カメラシステムは、静止画と動画を撮影（記録）できるように構成されている。

【００１２】

撮影光学系はフォーカスレンズ１００を有する。フォーカスレンズ１００は、一のレンズまたは複数のレンズ群から構成されているが、図１では便宜上一つのレンズで示している。一点鎖線で示す撮影光学系の光軸方向に移動されて焦点調節を行う。フォーカスレンズ１００は、例えば、カム環機構等の移動可能なレンズ保持部１２２によって保持されている。

20

【００１３】

１０９はモータの駆動制御や様々なセンサからの信号に対して各種処理を行うためのレンズマイコン（マイクロコンピュータ、レンズ制御手段）である。１０３、１０４はギアやリードスクリューなどの駆動伝達ユニット、及びステッピングモータ（以下、単に「モータ」と称する）である。モータ１０４の回転軸１０４ａが回転することで、駆動伝達ユニット１０３を介して、レンズ保持部１２２とフォーカスレンズ１００を一体的に駆動する。

【００１４】

モータ１０４を駆動するための制御信号は、レンズマイコン１０９内のモータ制御部１１３で生成される。つまり、レンズマイコン１０９は、ステッピングモータ１０４を制御する制御装置として機能する。但し、後述するカメラマイコン２００がこの機能を有してもよい。また、ステッピングモータの制御方法も本実施形態の一側面を構成する。

30

【００１５】

モータ制御部１１３は、２相駆動や１－２相駆動、マイクロステップ駆動といった駆動方式に合わせて、モータ１０４の各相への励磁パターンを生成する。生成した制御信号はモータドライバ１０７でモータ駆動に必要な電流・電圧に変換され、モータ１０４に供給される。モータ１０４では、生成する励磁パターンの変化をカウントし、回転量（フォーカスレンズ群の移動量ともいえる）としている。

40

【００１６】

また、ステッピングモータ１０４の回転位置を検出するエンコーダが設けられている。エンコーダは、フォトインタラプタ１０１ａ、１０１ｂとパルス板１０５から構成される。

【００１７】

モータ１０４の回転軸１０４ａの先には、パルス板１０５が装備されている。パルス板１０５は、所定幅の光透過部と遮光部が円周方向に交互に配列されている。パルス板１０５の遮光部がフォトインタラプタ１０１ａ、１０１ｂを通過することで、フォトインタラプタ１０１ａ、１０１ｂの出力が変化し、回転角を検出することが可能である。複数のフォトインタラプタ１０１ａ、１０１ｂを用いることで回転角の検出精度が上がり、回転方

50

向も検出することができる。本実施形態では2つのフォトインタラプタ101a、101bを用い、出力位相をずらすことで回転方向が判別可能な構成としたが、ホール素子とマグネットやメカ的なスイッチ機構を用いても同様の検出が可能である。108は2つのフォトインタラプタ101a、101bの出力を増幅、レベル変換し、レンズマイコン109で検出可能な信号レベルに変換するための信号処理回路である。

【0018】

102はフォーカスレンズ100の基準位置を検出するためのフォトインタラプタである。フォトインタラプタ102の出力は信号処理回路106に入力され、レンズマイコン109で検出可能な信号レベル（例えば、High/Lowレベル）に変換される。フォトインタラプタ102の出力がHighからLowレベルもしくはLowからHighレベルに変化する時点での移動量を基準位置として用いることで、フォーカスレンズ100の位置を絶対位置として扱うことが可能になる。基準位置の検出動作をリセット動作と称する。

10

【0019】

123a、123b、123cは通信ラインにおけるレンズ装置側の接点部であり、それぞれクロック信号ライン、カメラからレンズへのデータライン、レンズからカメラへのデータラインの接点部である。本実施例では3線式のシリアル通信を例としているが、調歩同期通信やLVDS（低電圧作動信号）などの通信方式でもよい。

【0020】

116はEEPROMなどのデータを書き換え可能な記録部であり、交換レンズの使用時間や使用回数、モータ104の駆動時間などを記録する。117は交換レンズの温度を検出する温度センサ（温度検出部）、118は交換レンズに加わる加速度を検出する加速度センサである。加速度センサ118を用いて重力の方向も検出することも可能であり、これにより撮影装置が上向きであるか下向きであるか等の姿勢も検出できる。

20

【0021】

交換レンズにはズーム操作部119が設けられている。ズーム操作部119では変倍操作を行う。前玉レンズ固定のインナーフォーカスの場合、変倍操作に伴う生じるピント変化を補正するためにフォーカスレンズ100を移動する必要がある。このような制御をトラッキング制御と呼び、フォーカスレンズ100と不図示のズームレンズとの関係はトラッキング曲線によって関係付けされる。ズーミングの際には、トラッキング曲線に基づいてフォーカスレンズ100を駆動する。

30

【0022】

また、交換レンズにはマニュアルフォーカス（MF）操作部120、オートフォーカス（AF）/MFスイッチ121が設けられている。MF操作部120は、フォーカスリングなどとして構成され、ユーザによる手動の焦点調節に使用される。AF/MFスイッチ121は、自動焦点調節の際にはAF側に、手動焦点調節の際にはMF側に設定される。

【0023】

レンズマイコン109において、110はカメラ本体との通信を行うためのレンズ通信部である。ここでは、カメラ本体から駆動命令やカメラ識別情報、ステータス、撮影条件等を受信し、レンズ識別情報やステータス、フォーカス・絞り・ズームの位置などの各種情報を送信する。

40

【0024】

111はモータ104を駆動する際、フォーカスレンズ100の移動量もしくはモータ104の回転量を指示する移動量指示部である。移動量はリセット動作を行っているため、フォーカスレンズ100の絶対位置としても管理することが可能である。112はモータ104を駆動する際の目標速度（回転速度）を指示する速度指示部である。

【0025】

モータ制御部113では、オープンループ制御に加え、信号処理回路108を通して得られるモータ104の回転情報を用いてモータ104へ印加する駆動波形のタイミング生成を行うフィードバック制御による駆動も行うことができる。114は上述した機能やそ

50

の他の制御プログラムが格納されているROMエリアである。115は上述した機能やその他の制御プログラムで利用する演算結果や保持したいデータを一時保管するためのRAMエリアである。

【0026】

カメラ本体において、200は撮影動作や表示、記録装置への映像の記録など様々な制御を行うためのカメラマイコン（マイクロコンピュータ、カメラ制御手段）である。201はレンズとの通信を行うためのカメラ通信部である。カメラ通信部201は、カメラ本体からレンズ装置へ駆動命令や各種情報を送信したり、レンズの状態を受信したりする。レンズ装置との通信は、211a、211b、211cの接点部を介して行われる。

【0027】

211a、211b、211cはそれぞれカメラ本体側におけるクロック信号ライン、カメラ本体から交換レンズへのデータライン、レンズからカメラへのデータラインの接点部である。

【0028】

202は、レンズ装置がカメラ本体の要求する動作を行うようにするため、交換レンズに対する指示を生成するレンズ制御部である。例えば、AFを行う場合、合焦位置までの移動量を算出する。この移動量は、カメラ通信部201を通じてレンズ装置へ駆動命令として与えられ、レンズ装置は所望のフォーカシングを行い、合焦が完了する。

【0029】

レンズ制御部202は、撮像素子の出力に基づいて、被写体が移動体（動体）である場合にこれを検出する動体検出部を含む。動体検出部による動体検出は対象領域に対して画素単位の隣接フレーム間差分を算出し、対応する画素の差分和が所定の閾値以上であれば動体とする方法や、基準画像と現在の画像の差分から動体の領域を算出する背景差分による方法を使用することができる。動体検出部の検出結果はレンズマイコン109に送信される。動体検出部が動体を検出すると被写体の動きを予測してこれに追従する必要が生じる。つまり、動体検出部が動体を検出するとフォーカスレンズ100の駆動予測が必要となり、動体検出部が動体を検出しないとフォーカスレンズ100の駆動予測が不要となる。

【0030】

203はAF（自動焦点調節）を行う制御部である。位相差センサを用いて合焦位置を決定する位相差方式のAF（位相差AF）と、撮像素子から得られるコントラスト値がピークとなるようにフォーカスレンズ100を駆動することで合焦位置を得るコントラスト方式のAF（コントラストAF）を行う。カメラ本体が一眼レフカメラの場合には位相差センサはサブミラーによって折り曲げられた光束を受光するユニットとして構成される。カメラ本体がミラーレスカメラの場合には位相差センサは撮像素子の撮像面に撮像用画素とは別に設けられ、軸上光を受光する焦点検出用画素として構成される。

【0031】

204、205はそれぞれ、レンズ装置と同様に、制御プログラムが格納されているROMエリア、及び演算結果や保持したいデータを一時保管するためのRAMエリアである。

【0032】

なお、カメラ本体及びレンズ装置の通信ラインと電源ラインは、マウント部を介して接続されている。通信のタイミングは各種イベントの発生毎に行ったり、固定周期で行ったりする。固定周期とは、例えば、カメラ本体の映像表示で用いる垂直同期信号の周期などである。

【0033】

206は撮影モードの切換えを行うための切換え部である。「撮影モード」は、静止画を撮影する静止画撮影モードや動画を撮影する動画撮影モードであり、合わせてAF方式の切換えも兼ねることになる。つまり、静止画撮影モードでは位相差AFが行われ、動画撮影モードではコントラストAFが行われる。

10

20

30

40

50

【0034】

207は静止画撮影時に使用するリリーススイッチ、208は動画撮影時に使用する録画スイッチである。209は撮影中あるいは撮影しようとする被写体の像や各種の情報を表示するための液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどの表示部である。撮影した静止画像や動画は記録部210に記録される。

【0035】

図2は略正弦波の励磁波形を印加するマイクロステップ駆動を想定している。ステッピングモータをオープンループ制御する場合、十分にトルクマージンのある速度相当の励磁電圧を生成し、モータドライバを介して駆動を行う。フィードバック制御の場合、エンコーダのHigh/Low切りエッジを基準としA相のゼロクロス点がエンコーダエッジに近づくような励磁電圧、つまり速度を速くする方向に励磁を行う。

10

【0036】

このような操作を、進角を進めると称する。これにより目標速度となるまで進角を進める操作をセンサエッジ毎に繰り返すことで徐々に速度が速くなる。一方、減速する場合にはその逆に目標となるまで進角を遅らせることをエンコーダエッジ毎に繰り返し、速度を所望の速度とする。また、一定速での駆動中は進角の進退を繰り返し行い、所望の速度付近に収束するような制御を行う。このようなフィードバック制御を進角制御と称する。

【0037】

なお、図2では説明を簡単にするためにセンサエッジとA相の1相励磁出力時点を合わせている。実際にはセンサの取り付け位相とモータの励磁位相の関係の合わせこみが必要となるが公知技術であるため説明は省略する。

20

【0038】

図3は、進角制御を行った場合の速度変化の特性図である。モータの駆動し始めはオープンループ制御により駆動を行う。これはエンコーダの出力が安定するまでの期間は、速度S_sでオープンループ制御により駆動を行い、出力安定後に進角制御に切り替わるようにするためである。エンコーダの検出分解能が細かく、さらにモータの速度追従性も十分良い場合には、オープンループ制御で駆動する期間を設けなくてもよい。オープンループ制御から進角制御に切替わった後、徐々に加速し、目標とする速度S_tに到達する。目標とする移動量(回転角)に到達する前に進角制御により減速を行い、オープンループ制御に切替え、目標とする移動量で停止する。ここでは進角制御とオープンループ制御の切替えを行う制御方法としたが、進角制御のみでの駆動も可能である。なお、図4は、目標とする移動量を駆動するために、全ての駆動領域においてオープンループ制御で駆動した場合の速度特性を示している。

30

【0039】

本実施形態は、モータ104の駆動開始期間と駆動停止期間の少なくとも一方(好ましくは両方)においてエンコーダが生成する信号のフィードバックを用いずに制御信号を変化させるオープンループ制御によってステッピングモータ104を制御している。駆動開始時はエンコーダの出力が検出され、モータ104の回転が安定するまで待機して脱調を防止するためである。駆動停止時には、停止分解能を細かくするため、オープンループ制御によってステッピングモータ104を制御している。

40

【0040】

本実施例では、撮影装置の撮影モードに基づいて、オープンループ制御による駆動を行うか、進角制御による駆動を行うかを決定する。以下、その動作の詳細について説明する。

【実施例1】

【0041】

図5は実施例1のレンズマイコン109の動作(制御方法)を示すフローチャートであり、「S」はステップを表している。図5に示すフローチャートは、コンピュータに各ステップの機能を実現させるためのプログラムとして具現化が可能であり、これは他のフローチャートにも当てはまる。なお、図5に示す動作をカメラマイコン200が行ってもよ

50

い。

【0042】

S501にて、モータ104の駆動開始を指示する。この指示にてモータ104の移動量と速度が決定する。フォーカス機構の場合、ユーザのMF操作やAF駆動がこの駆動開始指示に相当する。S502にて、撮影モードの判別を行う。本実施例では静止画撮影モードと動画撮影モードの2種類のモードを想定している。

【0043】

静止画撮影モードの場合にはS503に進み、進角制御による駆動もしくは進角制御とオープンループ制御の組み合わせによる駆動を行う。静止画撮影時にはフォーカスレンズが素早く目標とする移動量だけ駆動することが求められるため、フォーカスレンズを高速で駆動させる必要があるからである。

10

【0044】

動画撮影モードではS504に進み、オープンループ制御による駆動を行う。動画撮影時には静音性が求められるため、フォーカスレンズを低速で駆動させる。また、動画撮影時に用いるAF方式はコントラスト方式であり、コントラスト方式のAFでは、フォーカスレンズの駆動、停止、反転を繰り返すのでオープンループ制御による駆動制御を行うことが好ましい。

【0045】

図6では交換レンズ式の撮影装置に本実施例の制御を適用した際の、カメラ本体の制御とレンズ装置の制御のそれぞれの動作を示している。図6では、カメラマイコン200が進角制御を必要とするか否かを判断している。

20

【0046】

カメラマイコン200は、S601にて撮影モードの検出を行い、S602にてモータ104の駆動制御を、進角制御もしくは進角制御とオープンループ制御の組み合わせとするか、オープンループ制御とするかを決定する。カメラマイコン200は、図5と同様に、静止画撮影モードの場合には進角制御、動画撮影モードの場合にはオープンループ制御を選択する。S603では、S602で決定した制御方式をカメラ・レンズ間通信によりレンズ装置へ通知する。ここでは進角制御を許可するか否かの情報としている。

【0047】

レンズマイコン109は、S701にてS603で送信された進角制御の許可情報を受信し、702にて進角制御が許可されているか否かを判断する。許可されていればS703にて制御方式を進角制御に設定し、許可されていなければS704にてオープンループ制御に設定する。

30

【0048】

表1は、カメラ本体の撮影モードと交換レンズの操作モードとを組み合わせに対するモータ制御方法を示している。

【0049】

【表 1】

カメラ \ レンズ	オート フォーカス	マニュアル フォーカス	ズーム
静止画撮影 モード	進角／ オープン	オープン	オープン
ライブビューモード	オープン	オープン	オープン
動画記録モード	オープン	オープン	オープン

10

【0050】

撮影モードを、静止画撮影モード、ライブビューモード、動画記録モードの3種類に分類している。「オープン」はオープンループ制御、「進角」は進角制御を表している。「ライブビューモード（ライブビュー動作時）」とは動画や静止画の記録は行っていないが、画角合わせや撮影準備をするために被写体の像を表示部209に逐次表示するプレビュー状態のことである。

20

【0051】

フォーカス駆動に関連するレンズの操作モードとしては、AFとMF、さらにズーミングに伴うピント移動を補正するためのトラッキング制御（図中はズームと表記）に分類している。

【0052】

静止画撮影のAFでは、高速な合焦動作が求められるため、進角制御を用いることでフォーカスレンズを高速で駆動するが、ステッピングモータの駆動開始期間および駆動停止期間の少なくとも一方においてオープン制御を用いる。この場合、駆動開始期間は、モータ104の駆動開始時から所定の時間を表し、予め所定の時間を定めておいてもよいし、所定の速度に到達するまでの時間として定めてもよい。即ち、速度指示部112が指示する目標速度が閾値よりも大きければフィードバック制御を用い、目標速度が閾値以下であればオープンループ制御を用いる。次に、MFの場合には操作時の追従性が求められる。進角制御を用いた場合には、加速時間が必要になるため、オープンループ制御でフォーカス駆動を行うことで追従性を確保する。また、トラッキング制御中のフォーカス駆動でも同様に追従性と停止精度が求められる。したがって、この場合もオープンループ制御とする。

30

【0053】

図7は、表1の動作を行うためのフローチャートである。ここではレンズマイコン109が進角制御を行うか否かを決定する場合を説明する。カメラマイコン200は、S801にて撮影モードの判別を行う。判別には撮影モード切換え部206の状態や録画スイッチ208の状態を用いる。これらの状態を検出することで、静止画撮影モード、ライブビューモード、動画記録モードのどのモードであるかを決定する。カメラマイコン200は、S802にて、得られた判別結果（モード）をレンズ装置に送信する。S802のカメラ・レンズ間通信では判定結果のみでなく、各種カメラの状態やフォーカスや絞りの駆動命令なども含んでいる。

40

【0054】

レンズマイコン109は、S901にてフォーカスや絞り、カメラの状態などの各種情報、及び撮影モードの情報をカメラマイコン200から受信し、S902にてレンズの操

50

作状態を検出する。レンズの操作状態は、ズーム操作部119やAF/MFスイッチ121の状態により検出可能である。レンズマイコン109は、S903にて受信したカメラ本体の撮影モードとレンズ装置の操作状態に基づいて、進角制御が可能か否かを決定する。

【0055】

レンズマイコン109は、S904にて、モータ駆動開始が必要であるかを判定する。モータ駆動開始の指示はS901で受信したカメラからの駆動命令や、MF操作部120からの駆動命令である。駆動開始が必要な場合には次のステップに進み、必要がない場合にはS901に戻る。

【0056】

レンズマイコン109は、S905にてS903で決定したモータの制御方式が進角制御であるか否かを判別し、進角制御(S906)またはオープンループ制御(S907)によるモータ104の駆動を行う。

【0057】

次に、表1及び図7で示した進角制御とオープンループ制御の切換えに関する例外について説明する。脱調を回避するため、オープンループ制御中に駆動方向を反転する場合や撮影装置の性能限界を超える環境下で駆動する場合は、オープンループ制御を選択していても進角制御による駆動を行う。また、このときの駆動は、図3に示したようなオープンループ制御と進角制御を組み合わせた制御ではなく、進角制御のみの駆動を行うことが好ましい。

【0058】

こうした例外が適用される条件として、モータ104の駆動中に反転駆動をする場合が挙げられる。モータ104が反転駆動したときに、オープンループ制御による駆動を続けると、脱調を起こす可能性が高くなる。そこで、モータ104が反転駆動したときは、例外的に進角制御による駆動が行われる。他の条件としては、低温環境下における負荷の増加を想定している。性能限界を超えた環境下でも撮像装置を動作させるため、温度センサ117により検出した温度が所定温度以下の場合には、例外的にオープンループ制御ではなく進角制御による駆動を行う。これにより、撮像装置が動作不能になる事態を回避することができる。

【実施例2】

【0059】

実施例2では、レンズマイコン109が、撮影装置のAF方式に基づいて、オープンループ制御による駆動を行うか、進角制御による駆動を行うかを決定する。図8は、レンズマイコン109が撮影装置のAF方式に適したモータ制御を行うフローチャートである。

【0060】

まず、レンズマイコン109は、S1001にてモータ駆動指示を得る。駆動指示は交換レンズの場合、通信によりカメラ本体から受信する。次に、レンズマイコン109は、S1002にてAF方式を検出する。モータ駆動指示と同様、交換レンズの場合には通信によりカメラ本体から受信する。レンズマイコン109は、S1003にて、撮影の際のAFが位相差AFとコントラストAFのどちらであるかを判別する。

【0061】

位相差AFは、一对の被写体像の像信号の位相差を検出することによって焦点検出をする。コントラストAFは、撮影光学系によって形成される焦点位置と撮像素子の相対位置を変化させるスキャンを行いながら撮像素子が形成した被写体像のコントラストのピーク位置を検出することによって焦点検出をする。

【0062】

レンズマイコン109は、位相差AFである場合にはS1004にて目標速度Stを決定し、S1005にて速度閾値SoよりもStが大きいか否かを判別し、Stが大きい場合にはS1006にて進角制御による駆動を行う。一方、レンズマイコン109は、S1003においてコントラストAFの場合、あるいは、StがSo以下であれば、S100

10

20

30

40

50

7にてオープンループ制御による駆動を行う。

【0063】

位相差AFの場合、現在のフォーカスレンズ100の位置から合焦状態となるフォーカスレンズ100の位置までの移動量を駆動前に知ることができるので、高速なAFを実現することができる。一方、コントラストAFは、フォーカスレンズ100を移動させながらコントラストがピークとなる位置を検出するため、フォーカスレンズ100が合焦方向とは反対方向に駆動する場合や、合焦位置を通り過ぎる場合がある。その際には反転駆動が必要となり、進角制御による駆動では減速するまでに多くの時間を要する。そこで、コントラストAFにより、焦点調節を行う場合、オープンループ制御による駆動を行うことで、駆動停止（減速）から反転駆動をするまでに要する時間を減らすことが可能となり、焦点調節をすばやく実現できる。

10

【0064】

コントラストAFの場合、主に2種類の駆動方法を使用する。1つは合焦位置の方向（合焦方向）を判別したり、合焦位置近傍での合焦位置の探索を行うため、微小量の往復駆動を連続的に行うウォブリング駆動である。もう1つは、合焦方向の判別後に、合焦方向への駆動を行うために比較的大きな駆動量を駆動する山登り駆動である。

【0065】

図9は、山登り駆動の際に、進角制御で高速な駆動を行う場合のフローチャートである。まず、レンズマイコン109は、S1101にてモータ104の駆動指示を得る。図8の場合と同様に駆動指示は交換レンズの場合、通信によりカメラ本体から受信する。次に、レンズマイコン109は、S1102にてコントラストAFの際の駆動方式がウォブリング駆動であるか、山登り駆動であるかの検出を行う。交換レンズの場合には通信によりカメラ本体から受信することで検出可能である。レンズマイコン109は、S1103にて山登り駆動である場合にはS1104に進み、ウォブリング駆動の場合にはS1107に進む。

20

【0066】

レンズマイコン109は、S1104にて目標速度 S_t を決定する。交換レンズの場合、目標速度は通信によりカメラ本体から指示される。レンズマイコン109は、S1105にて速度閾値 S_o よりも S_t が大きいかなんかを判別する。 S_t が大きい場合にはS1106で進角制御による駆動を行い、目標速度が閾値以下の場合にはS1007にてオープンループ制御による駆動を行う。

30

【0067】

ウォブリング駆動は微小な駆動かつ往復動作となるため、進角制御による加速や減速を行うよりもプライントルクとなる速度で駆動を行う方が、駆動時間を短縮することができる。一方、位相差AFでの駆動や山登り駆動の場合には、前述したように比較的高速で大きな駆動量を移動する必要があるため、進角制御による駆動を行うメリットがある。このように、進角制御による駆動をオープンループ制御による駆動を使い分けることで、すばやく、かつ精度よく焦点調節を行うことができる。

【実施例3】

【0068】

実施例3では、フォーカスレンズ104を駆動する際に、駆動位置あるいは駆動速度などの予測が必要かなんかを基準に、オープンループ制御による駆動を行うか、進角制御による駆動を行うかを決定する。上述したように、被写体が動体であれば予測が必要であり、動体でなければ予測は不要である。

40

【0069】

移動している被写体に対してAFを行いながら撮影する場合、フォーカスレンズ100の移動軌跡と被写体の移動軌跡を合わせなければ、合焦状態での撮影ができない。これは、位相差AFによって焦点検出を行うタイミングとフォーカス駆動後に撮影をするタイミングにタイムラグがあるためである。図10は位相差AFにおいて、移動している被写体に追従しながらAFを行う一例である。実線をフォーカスレンズ100の移動軌跡、点線

50

を被写体の移動軌跡とし、これらの交点となる S 1 及び S 2 が撮影タイミングである。ここでは S 2 におけるフォーカス位置の推定方法について説明する。D 1 はフォーカスの移動方向を変更する折れ点位置であり、D 1 から S 2 の方向に向かってフォーカスレンズを駆動する際、P 1 a 及び P 1 b でのフォーカス位置を取得する。このときの時差は t P である。さらに M 1 a 及び M 1 b が被写体距離の結果をフォーカス位置に換算した位置であり、このときの時差を t M としている。フォーカスレンズの単位時間当たりの移動量（傾き）は次式で表される。

【0070】

$$\alpha P = (P 1 b - P 2 b) / t P \quad (1)$$

また、被写体の単位時間当たりの移動量（傾き）は近似的に次式となる。

10

【0071】

$$\alpha M = (M 1 b - M 2 b) / t M \quad (2)$$

これらの傾きと、前回の撮影タイミングのフォーカス位置 S 1 から折れ点位置 D 1 までの時間 t D を用いて、次の撮影タイミングのフォーカス位置 S 2 と時間 t S は次式で表すことができる。

【0072】

$$t S = (\alpha M \times t D + S 1 - D 1) / (\alpha P - \alpha M) \quad (3)$$

$$S 2 = \alpha P \times (\alpha M \times t D + S 1 - D 1) / (\alpha P - \alpha M) + D 1 \quad (4)$$

つまり、上記のような撮影タイミングの予測計算を行う場合、フォーカスレンズの移動軌跡は直線的になることが望ましい。しかし、進角制御を行った場合、加速の際の位置予測が困難であるという課題がある。

20

【0073】

次に、交換レンズ式の撮影装置のコントラスト A F における位置予測の一例について図 1 1 を用いて説明する。コントラスト A F では、焦点評価値信号（コントラスト情報）を取得するタイミングとフォーカスレンズ 1 0 0 の位置の対応関係を定める必要がある。しかしながら、交換レンズ式の場合には、画像処理や絞り制御などの各種制御も行いつつ、撮像装置から交換レンズ装置に対してフォーカスレンズ 1 0 0 の駆動開始指示やフォーカスレンズ 1 0 0 の位置の取得をリアルタイムで行うことは困難である。そこでフォーカスレンズ 1 0 0 の位置の予測を行って、焦点評価値信号の取得タイミングとフォーカスレンズ 1 0 0 の位置の対応関係を定める方法がある。

30

【0074】

V D は垂直同期信号であり、V D をトリガとして撮像素子（ここでは C M O S センサ）からの画像信号の読み出しが行われる。カメラマイコン 2 0 0 は、レンズ制御情報送信 N + 1 にて、タイミング情報であるフォーカスレンズの駆動開始タイミング N + 1 と焦点評価値信号の取得開始タイミングである焦点評価値取得開始タイミング N + 1 を、レンズマイコン 1 0 9 に送信する。また、カメラマイコン 2 0 0 は、目標フォーカス位置（取得目標位置）の情報である目標位置 N + 1 も、レンズマイコンに送信する。

【0075】

レンズマイコン 1 0 9 はレンズ制御情報を受信し、一時保存し、その後、駆動開始タイミングでフォーカスレンズの駆動を開始できるように、タイマをクリアし、さらにタイマ割り込みを設定する。

40

【0076】

次に、レンズマイコン 1 0 9 は、位置予測演算 N + 1 を行う。ここで得られる予測フォーカス位置を、予測位置 N + 1 とする。位置予測演算では、フォーカスレンズ 1 0 9 が、カメラマイコン 2 0 0 から指示された目標位置 N + 1 に焦点評価値取得開始タイミング N + 1 までに到達可能か否かの判定を行うとともに、焦点評価値取得開始タイミング N + 1 での位置を予測する。位置予測演算が終了すると、レンズマイコン 1 0 9 は、設定したタイマ割り込みの発生まで待ち、タイマ割り込みが発生するとともにフォーカスレンズ 1 0 0 の駆動を開始する。

【0077】

50

レンズマイコン109は、予測位置送信N+1のタイミングで位置予測演算の結果をカメラマイコン200に送信する。カメラマイコン200は、レンズマイコン109の位置予測演算の結果を受信し、現在のフォーカス駆動状態が次のフォーカスレンズの駆動を行うべきモード（駆動モード）か焦点評価値を取得するモード（停止モード）であるかを判定する。そして、カメラマイコン53は、受信した予測フォーカス位置に基づいて次の目標フォーカス位置（目標位置）を決定する。さらに、フォーカスレンズ100の次の駆動開始タイミングを決定する。

【0078】

予測位置N+1が目標位置N+1に一致せず、焦点評価値取得開始タイミングN+1までにフォーカス位置が目標フォーカス位置に到達しない場合、カメラマイコン53は、図11に示すように、撮像信号N+1からの焦点評価値信号N+1の取得を行わない。そして、次の撮像信号N+2から焦点評価値信号N+2を取得して保存する。こうして保存した焦点評価値信号とフォーカス位置とを用いて、カメラマイコン53は、過去の焦点評価値信号の大小関係を判別し、合焦位置へフォーカスレンズ100を駆動する。

10

【0079】

このような場合にも、前述した移動被写体へのAFと同様に、進角制御の際には加速や減速の際の位置予測が困難であるという課題がある。図12はこれらの位置予測の際の課題を解決するための動作フローを示している。まずS1201にてモータ駆動指示を得る。駆動指示は交換レンズの場合、通信によりカメラ本体から受信する。次にS1202にてオートフォーカスの方式を検出する。モータ駆動指示と同様、交換レンズの場合には通信によりカメラ本体から受信する。そしてS1203ではフォーカスレンズ100の駆動予測が必要であるか否かの判定を行う。予測が必要な駆動の場合にはS1207に進み、オープンループ制御による駆動を実行する。予測が必要な場合にはS1207に進み、目標速度Stを決定する。その後S1205にてオープンループ制御と進角制御の速度閾値SoよりもStが大きいか否かを判別し、Stが大きい場合にはS1206で進角制御による駆動を行い、StがSo以下の場合にはS1207にてオープンループ制御による駆動が行われる。

20

【0080】

以上のようにフォーカスレンズ100の位置の予測が必要な場合には、進角制御を行わず、オープンループ制御による駆動とすることで、予測の計算が簡略化されるとともに予測精度が向上する。

30

【産業上の利用可能性】

【0081】

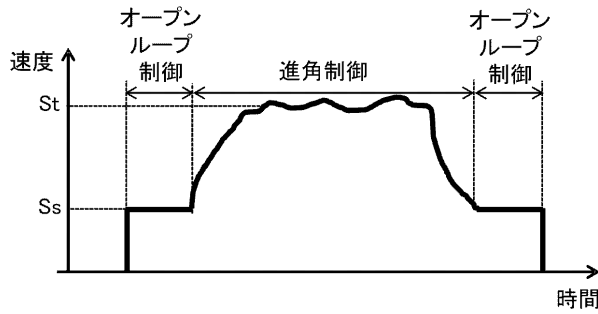
本発明の光学機器は、レンズ装置、およびレンズ装置と一体のカメラ本体に適用することができる。

【符号の説明】

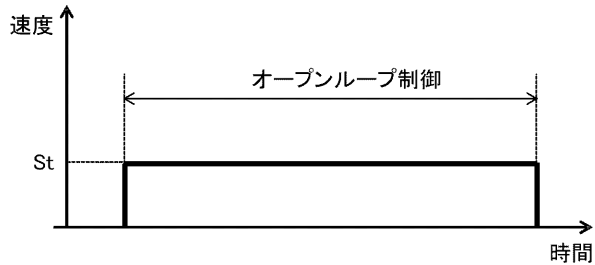
【0082】

100…フォーカスレンズ、104…ステッピングモータ、109…レンズマイコン（レンズ制御手段）、200…カメラマイコン（カメラ制御手段）

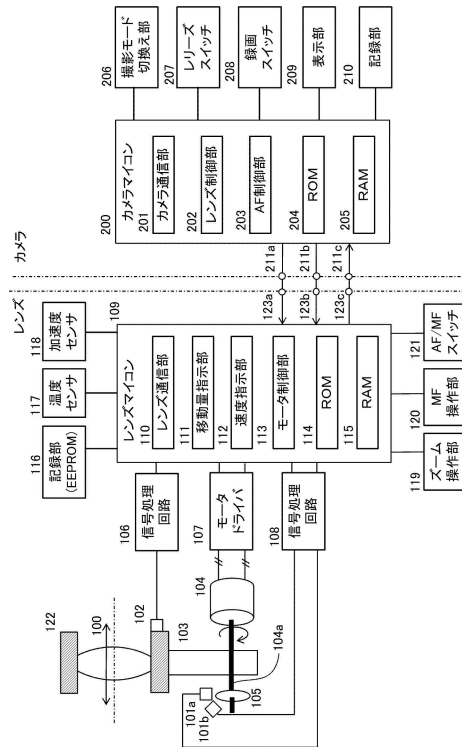
【図 3】



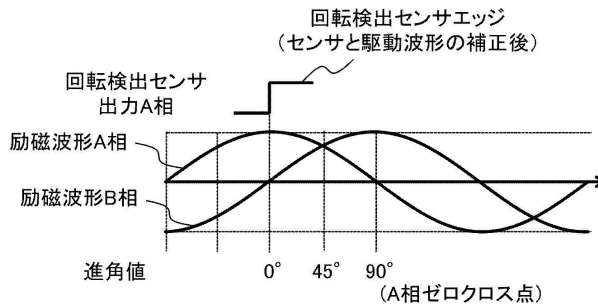
【図 4】



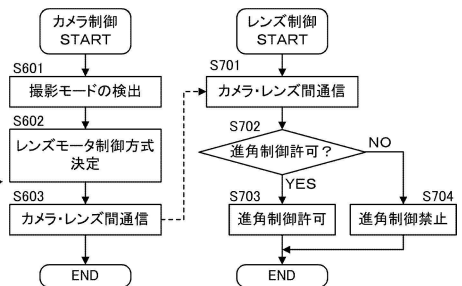
【図 1】



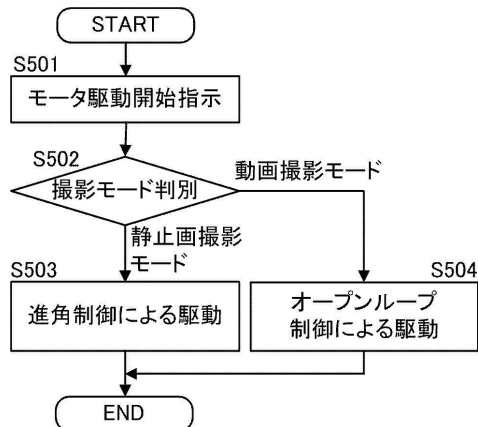
【図 2】



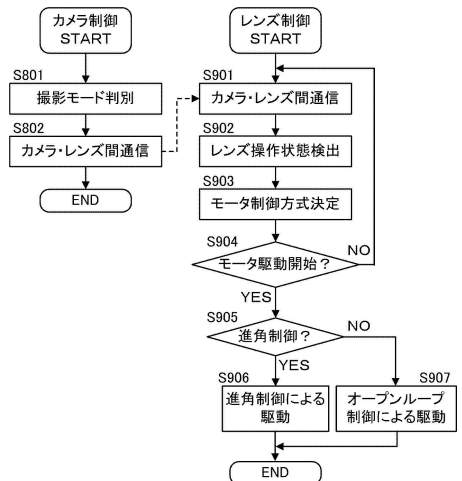
【図 6】



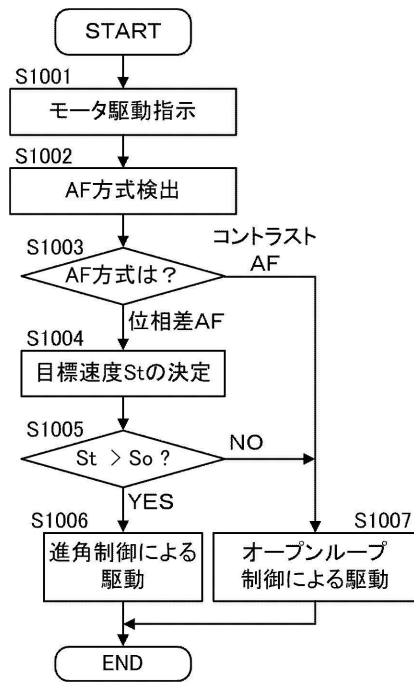
【図 5】



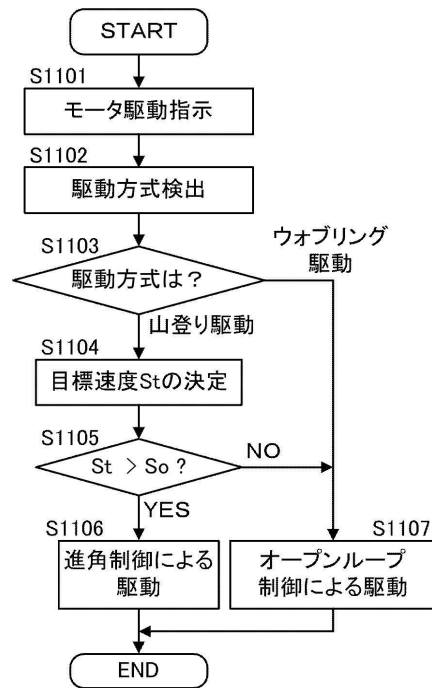
【圖 7】



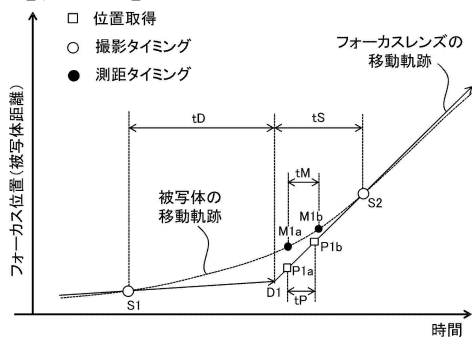
【図 8】



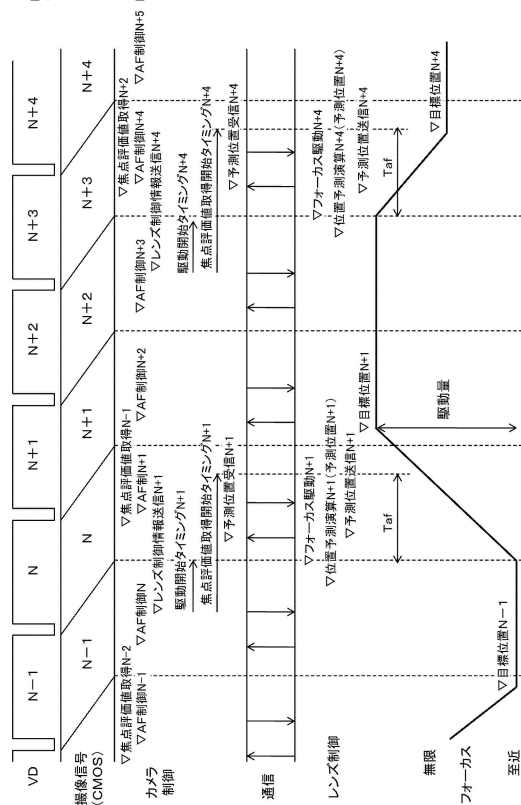
【図 9】



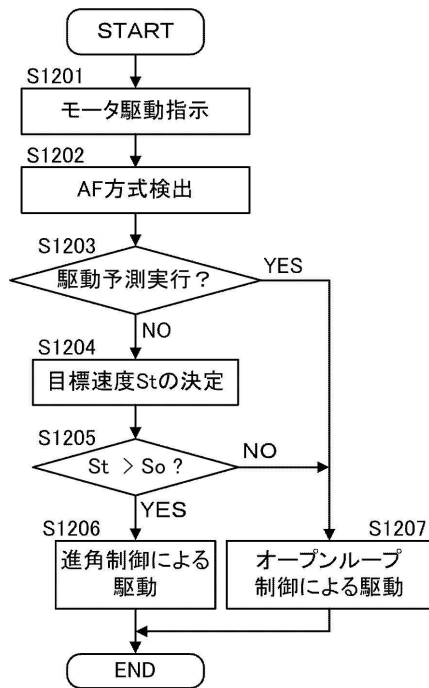
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
G 0 3 B	13/36	(2006.01)	G 0 2 B	7/28	N
H 0 4 N	5/225	(2006.01)	G 0 3 B	13/36	
H 0 4 N	5/232	(2006.01)	H 0 4 N	5/225	F
			H 0 4 N	5/232	Z
			H 0 4 N	5/232	A

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 0 5 0 1 9 (J P, A)
特開 2 0 0 6 - 1 4 9 1 0 6 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	7 / 0 8
G 0 2 B	7 / 2 8
G 0 2 B	7 / 3 6
G 0 3 B	1 3 / 3 6
G 0 3 B	1 7 / 1 8
H 0 2 P	8 / 3 8
H 0 4 N	5 / 2 2 5
H 0 4 N	5 / 2 3 2