

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6494271号  
(P6494271)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 P 8/18 (2006.01)

H O 2 P 8/18

G O 2 B 7/04 (2006.01)

G O 2 B 7/04

E

G O 3 B 13/34 (2006.01)

G O 3 B 13/34

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-257660 (P2014-257660)  
 (22) 出願日 平成26年12月19日(2014.12.19)  
 (65) 公開番号 特開2016-119767 (P2016-119767A)  
 (43) 公開日 平成28年6月30日(2016.6.30)  
 審査請求日 平成29年12月18日(2017.12.18)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100110412  
 弁理士 藤元 亮輔  
 (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 水井 彩香  
 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 尾家 英樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステッピングモータ制御装置、光学機器、ステッピングモータ制御方法、プログラム及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステッピングモータの回転に応じて変化する検出信号を出力する出力手段と、所定の時間間隔で前記ステッピングモータに含まれるコイルの通電状態を切り替えるオープンループ制御と、前記出力手段の出力に基づいて前記コイルの通電状態を切り替える進角制御を切り替えながら前記ステッピングモータの駆動信号を出力する制御手段を有し、

前記制御手段は、前記駆動信号の波形を、矩形波形状と正弦波形状の間で切り替えることが可能であり、

前記オープンループ制御が行われているときには、前記駆動信号の波形の切り換えを実行し、前記進角制御が行われているときには、前記駆動信号の波形の切り換えを実行しないことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記進角制御が行われているときには、矩形波形状の前記駆動信号を出力し、前記オープンループ制御が行われているときには、矩形波形状の前記駆動信号と正弦波形状の前記駆動信号を出力することが可能であり、前記オープンループ制御から前記進角制御に切り替える場合、前記オープンループ制御が行われているときに、前記駆動信号の波形を正弦波形状から矩形波形状に切り換えた後、前記進角制御への切り換えを実行することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記進角制御から前記オープンループ制御に切り替える場合、当該切

10

20

り替えに際して前記駆動信号の波形を矩形波形状から正弦波形状に切り替えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記ステッピングモータの加速中に前記オープンループ制御から前記進角制御への切り換えを実行し、前記ステッピングモータの減速中に前記進角制御から前記オープンループ制御への切り換えを実行することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】

ステッピングモータの回転に応じて変化する検出信号を出力する出力手段と、前記出力手段の出力に基づいて前記ステッピングモータに含まれるコイルの通電状態を切り替える進角制御により前記ステッピングモータの駆動信号を出力する制御手段を有し、

10

前記制御手段は、前記駆動信号の波形を、矩形波形状と正弦波形状の間で切り替えることが可能であり、

前記進角制御において、前記駆動信号の波形を、第 1 の正弦波形状から矩形波形状に切り替える場合、前記制御手段は、前記第 1 の正弦波形状の駆動信号から、該第 1 の正弦波形状の駆動信号よりも大きくかつ前記矩形波形状の駆動信号よりも小さなトルクを得られる第 2 の正弦波形状の駆動信号へ切り換えた後、前記矩形波形状の駆動信号への切り換えを実行することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 6】

前記進角制御において、前記駆動信号の波形を、矩形波形状から第 3 の正弦波形状に切り替える場合、前記制御手段は、前記矩形波形状の駆動信号から、該矩形波形状の駆動信号よりも小さくかつ前記第 3 の正弦波形状の駆動信号よりも大きなトルクを得られる第 4 の正弦波形状の駆動信号へ切り換えた後、前記第 3 の正弦波形状の駆動信号への切り換えを実行することを特徴とする請求項 5 に記載のモータ制御装置。

20

【請求項 7】

ステッピングモータと、

該ステッピングモータにより駆動される被駆動部材と、

前記ステッピングモータの駆動を制御する請求項 1 から 6 のうちいずれか一項に記載のモータ制御装置と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】

【0001】

本発明は、ステッピングモータの制御に関し、特にエンコーダを用いたステッピングモータの制御に関する。

【背景技術】

【0002】

ステッピングモータには、ロータの回転位置を検出するエンコーダを搭載し、エンコーダの検出結果に応じてコイルの印加電圧を適切に切り替えるフィードバック制御を行うものがある。

【0003】

40

エンコーダから得られるロータの回転位置を表す検出パルスに対して進相させた駆動パルスが有する検出パルスに対する位相差は「進角」と称し、この進角を用いてステッピングモータの速度制御を行うことを進角制御と称する。進角とステッピングモータ（ロータ）の回転速度（pps：パルス/秒）との間には、基本的に進角を増加すると回転速度が速くなるという関係がある。

【0004】

進角制御を利用して回転速度を増加する場合、ステッピングモータの駆動パルスの波形（以下、駆動波形という）を矩形波にして進角させる方法と正弦波にして進角させる方法がある。駆動波形が正弦波である場合には、矩形波よりも高精度の位置決めが可能であるが、矩形波よりもステッピングモータのトルクが小さく、高速で駆動することが困難であ

50

る。そのため、ステッピングモータを高速回転させるときは、高いトルクを得るために駆動波形を矩形波とするものが多い。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 は、高速回転モードが選択されたときは矩形波による駆動を選択し、低速回転モードが選択されたときは正弦波による駆動を選択する方法を開示している。特許文献 2 は、駆動量に応じて駆動波形を選択する方法を開示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 3 5 2 7 8 0 号公報

10

【 特許文献 2 】 特開平 1 0 - 1 5 0 7 9 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

進角制御を行っている間に駆動波形について正弦波と矩形波の切り替えを行うと、駆動波形によるトルクの違いから進角特性が大幅に変化し、同一の進角値に設定していてもモータの回転速度が急激に変化することとなる。そのため、脱調や速度ムラ等が生じやすく、進角制御が不安定となる。

【 0 0 0 8 】

例えば、特許文献 1 では、所定の回転速度を基準値とし、進角制御中にロータの実際の回転速度が基準値を超えたか否かを判断することにより駆動波形を切り替えている。従って、回転速度が基準値付近を前後する場合、進角制御中に駆動波形の切り替えが頻繁に起こると考えられる。上述のように進角特性は駆動波形に依存しており、駆動波形の頻繁な切り替えによりステッピングモータの進角制御が不安定になる可能性がある。

20

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 の駆動量に応じて駆動波形を選択する方法においても、進角制御中に駆動波形の切り替えが生じることで特許文献 1 と同様に、適切な進角制御ができなくなる可能性がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、進角制御および駆動波形の切り替えによって回転速度を高速にしながら、安定したステッピングモータの制御を行うことを例示的目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の一側面としてのステッピングモータ制御装置は、ステッピングモータの回転に応じて変化する検出信号を出力する出力手段と、所定の時間間隔で前記ステッピングモータに含まれるコイルの通電状態を切り替えるオープンループ制御と、前記出力手段の出力に基づいて前記コイルの通電状態を切り替える進角制御を切り替えながら前記ステッピングモータの駆動信号を出力する制御手段を有し、前記制御手段は、前記駆動信号の波形を、矩形波形状と正弦波形状の間で切り替えることが可能であり、前記オープンループ制御が行われているときには、前記駆動信号の波形の切り換えを実行し、前記進角制御が行わ

40

れているときには、前記駆動信号の波形の切り換えを実行しないことを特徴とする。

また、本発明の一側面としてのモータ制御装置は、ステッピングモータの回転に応じて変化する検出信号を出力する出力手段と、前記出力手段の出力に基づいて前記ステッピングモータに含まれるコイルの通電状態を切り替える進角制御により前記ステッピングモータの駆動信号を出力する制御手段を有し、前記制御手段は、前記駆動信号の波形を、矩形波形状と正弦波形状の間で切り替えることが可能であり、前記進角制御において、前記駆動信号の波形を、第 1 の正弦波形状から矩形波形状に切り替える場合、前記制御手段は、前記第 1 の正弦波形状の駆動信号から、該第 1 の正弦波形状の駆動信号よりも大きくかつ前記矩形波形状の駆動信号よりも小さなトルクを得られる第 2 の正弦波形状の駆動信号へ切り換えた後、前記矩形波形状の駆動信号への切り換えを実行することを特徴とする。

50

**【発明の効果】****【0012】**

本発明は、進角制御および駆動波形の切り替えによって回転速度を高速にしながら、安定したステッピングモータの制御を行うことができる。

**【図面の簡単な説明】****【0013】**

【図1】実施例1の交換レンズにおけるステッピングモータ駆動装置の構成を示すブロック図。

【図2】実施例1におけるステッピングモータの駆動制御処理を示すフローチャート。

【図3】実施例1におけるステッピングモータの設定進角と回転速度の関係を示す図。

【図4】実施例2におけるステッピングモータの駆動波形を示す図。

【図5】実施例2におけるステッピングモータの設定進角と回転速度の関係を示す図。

【図6】実施例2における駆動波形とステッピングモータの設定進角と回転速度との関係を示す図。

【図7】本発明の実施例2におけるステッピングモータの駆動制御処理を示すフローチャート。

**【発明を実施するための形態】****【0014】**

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

**【実施例1】****【0015】**

図1には、本発明の実施例1である光学機器としての交換レンズ100の構成を示している。交換レンズ100は、不図示の撮像装置としてのカメラボディに取り外し可能に装着することができる。カメラボディとしては、一眼レフカメラ、ミラーレスカメラおよびビデオカメラ等を用いることができる。

**【0016】**

交換レンズ100は、フォーカスレンズ115および不図示の変倍レンズ、絞り、像振れ補正レンズ等により構成される撮影光学系や、レンズCPU113を含む。撮影光学系は、不図示の被写体の光学像を形成する。

**【0017】**

被駆動部材としてのフォーカスレンズ115は、ステッピングモータ101によってレンズ駆動機構114を介して、図1中に一点鎖線で示す撮影光学系の光軸に沿って矢印方向に移動することで焦点調節を行う。レンズ駆動機構114には、ステッピングモータ101の駆動力を出力するためのギアユニットや、ギアユニットから伝達された駆動力により光軸回りで回転駆動され、フォーカスレンズ115を光軸方向に移動させるためのカムを有するカム環等が含まれる。

**【0018】**

変倍レンズは、ステッピングモータ等のアクチュエータにより光軸方向に移動されて撮影光学系の焦点距離を変更する。絞りは、ステッピングモータ等のアクチュエータにより駆動され、不図示の撮像素子（CCDセンサやCMOSセンサ）に入射する光量を調節する。像振れ補正レンズは、ステッピングモータ等のアクチュエータにより光軸に直交する方向（またはこの方向を含む方向）に移動されて手振れによる像振れを低減する。

**【0019】**

なお、実施例では、フォーカスレンズ115を駆動するステッピングモータ101の駆動の制御について説明するが、本実施例の制御は、変倍レンズ、絞りおよび像振れ補正レンズを駆動するステッピングモータの駆動の制御にも適用することができる。

**【0020】**

ステッピングモータ101は、コイルとロータとを備え、コイルに通電されることでロータを回転させる。以下の説明において、ロータの回転を、ステッピングモータ101の回転ともいう。ロータと一体回転するロータ軸102には、周方向に複数のスリットが形

10

20

30

40

50

成されたスリット回転板 103 が設けられている。スリット回転板 103 は、スリット（透光部）と遮光部とが交互に等ピッチで形成されている。スリット回転板 103 を挟む両側の領域のうち一方には発光素子が配置され、他方には第 1 のフォトインタラプタ（以下、PI という）104a と第 2 の PI 104b とが配置されている。

【0021】

ステッピングモータ 101 の回転に伴ってスリット回転板 103 が回転する。これにより、スリット回転板 103 のスリットを透過した光が互いに異なるタイミングで第 1 および第 2 の PI 104a, 104b に受光され、これら第 1 および第 2 の PI 104a, 104b から互いに異なる位相のパルス信号が出力される。第 1 および第 2 の PI 104a, 104b からの 2 相のパルス信号は、エンコーダ部 105 に入力される。

10

【0022】

エンコーダ部 105 は、第 1 および第 2 の PI 104a, 104b から出力される 2 相のパルス信号からステッピングモータ 101 の回転方向を検出するとともに、ステッピングモータ 101 の回転量を示すパルス信号としての回転検出信号を生成する。この回転検出信号を用いて検出される回転量を用いることでステッピングモータ 101 の回転速度を算出することができる。また、光学機器の電源投入時等にフォーカスレンズ 115 を所定の基準位置に移動させた後の回転量から、フォーカスレンズ 115 の位置を算出（検出）することもできる。第 1 および第 2 の PI 104a, 104b とエンコーダ部 105 とにより回転検出手段（出力手段）が構成される。

20

【0023】

本実施例ではステッピングモータ 101 の回転を検出する回転検出手段として PI（光学式センサ）を用いているが、他の回転検出手段、例えば磁気式センサや静電容量式センサを用いてもよい。

【0024】

レンズ CPU 113 は、回転速度算出部 106、進角設定部 107、信号生成部 108、速度比較部 109、制御切替判定部 110 を含み、予め保存されているコンピュータプログラムに従って各種処理を実行する。

【0025】

回転速度算出部 106 は、エンコーダ部 105 からの回転検出信号により得られる回転量を用いてステッピングモータ 101 の実際の回転速度（以下、実速度という）を算出する。

30

【0026】

速度比較部 109 は、回転速度算出部 106 により算出されたステッピングモータ 101 の実速度とメモリ部 111 に格納されている目標回転速度（以下、目標速度という）との差である速度偏差を算出する。進角設定部 107 は、エンコーダ部 105 からの回転検出信号（パルス信号）に対するステッピングモータ 101 にコイル通電のために供給されているパルス信号としての駆動信号の位相差である進角を算出する。さらに、進角設定部 107 は、算出された進角と速度比較部 109 にて算出された速度偏差とに基づいて、ステッピングモータ 101 の実速度を目標速度に一致させる又は近づけるように、つまりは速度偏差をゼロにする又は近づけるように新たな進角を設定する。

40

【0027】

信号生成部 108 は、正弦波および矩形波の 1 周期に対して 512 分解能の PWM 値を示すテーブルを備え、該テーブルから進角設定部 107 により設定された進角に応じた PWM 値を読み出して PWM 信号を出力する。この結果、信号生成部 108 からの PWM 信号は、進角設定部 107 により設定された進角を有する駆動信号としてモータドライバ 112 に出力される。モータドライバ 112 は、駆動信号を増幅した後にステッピングモータ 101 に供給する。

【0028】

メモリ部 111 は、設定可能な進角の上限値である上限進角、およびオープンループ制

50

御から進角制御に切り替える制御切替速度を予め保存している。本実施例において、オープンループ制御とは所定の時間間隔でステッピングモータ１０１に含まれるコイルの通電状態を切り替える制御をいう。また、進角制御とは、エンコーダ部１０５からの回転検出信号に基づいて、進角設定した駆動信号を用いてコイルの通電状態を切り替えるフィードバック制御をいう。

【００２９】

制御切替判定部１１０は、メモリ部１１１に格納されている目標速度と制御切替速度とを比較することで進角制御およびオープンループ制御のいずれを行うか判定する。

【００３０】

次に、図２および図３を用いて、本実施例におけるレンズＣＰＵ１１３が行うステッピングモータ１０１の駆動制御処理について説明する。

10

【００３１】

上述したように、本実施例のステッピングモータ駆動装置（レンズＣＰＵ１１３）は、ステッピングモータ１０１の回転速度（実速度）を目標速度に一致させる又は近づけるために進角制御を行う。ただし、本実施例では、レンズＣＰＵ１１３は、ステッピングモータ１０１を停止状態から駆動を開始する起動時には、進角制御を行わず、オープンループ制御によって制御切替速度までステッピングモータ１０１の回転速度を加速する。制御切替速度は、予めメモリ部１１１に保存されている。ステッピングモータ１０１の回転速度が制御切替速度に達したか否かは、速度比較部１０９によって判定されることとしてもよい。

20

【００３２】

そして、ステッピングモータ１０１の回転速度が制御切替速度に達することに応じて、レンズＣＰＵ１１３は、制御方法をオープンループ制御から進角制御に切り替える。オープンループ制御から進角制御への切り替えの際、レンズＣＰＵ１１３は、そのときのステッピングモータ１０１の回転速度である制御切替速度での進角を初期進角として取得する。初期進角は、メモリ部１１１に格納される。

【００３３】

一方、ステッピングモータ１０１を減速させる際に制御切替速度を下回る目標速度が設定される場合がある。この場合は、レンズＣＰＵ１１３は、ステッピングモータ１０１の回転速度が該制御切替速度に達することに応じて、制御方法を進角制御からオープンループ制御に切り替える。

30

【００３４】

図２に示すフローチャートは、ステッピングモータ１０１をオープンループ制御で起動した直後からレンズＣＰＵ１１３が行う駆動制御処理を示す。なお、この駆動制御処理は、上記オープンループ制御も含めて、コンピュータプログラムとしてのステッピングモータ駆動プログラムに従ってレンズＣＰＵ１１３により実行される。

【００３５】

ステップＳ１００１では、レンズＣＰＵ１１３（速度比較部１０９、信号生成部１０８および制御切替判定部１１０）は、メモリ部１１１に格納されている目標速度を取得する。ステップＳ１００２では、信号生成部１０８が、正弦波によりオープンループ制御による信号をモータドライバ１１２へ出力する。

40

【００３６】

次にステップＳ１００３では、レンズＣＰＵ１１３（制御切替判定部１１０）は、取得された目標速度が制御切替速度Ｓ<sub>o</sub>より大きいかな否かを判定する。目標速度が制御切替速度より大きければ、駆動制御処理はステップＳ１００４に進む。小さくなければ、駆動制御処理はステップＳ１００１に戻る。

【００３７】

ステップＳ１００４では、レンズＣＰＵ１１３（信号生成部１０８）は、駆動波形を正弦波から矩形波に切り替える。レンズＣＰＵ１１３は、駆動波形の切り替えが終わった後

50

にステップS1005において進角制御を許可できるか否かを判断する。進角制御を許可できると判断したときは、駆動制御処理はステップS1006に進み、レンズCPU113は進角制御を開始する。また、進角制御を許可できないと判断したときは、駆動制御処理はステップS1001に処理を戻す。

【0038】

ステップS1007では、レンズCPU113（回転速度算出部106）はステッピングモータ101の現在の回転速度（以下、実速度という）を取得する。ステップS1008では、レンズCPU113（速度比較部109）は、ステップS1007で取得された実速度と設定された目標速度との差分を算出する。

【0039】

ステップS1009では、レンズCPU113（進角設定部107）は、ステップS1008算出した実速度と目標速度との差分に応じて進角値を設定する。ステップS1010では、レンズCPU113（信号生成部108）は、ステップS1009で設定された進角値により駆動信号を生成する。ステップS1011において、レンズCPU113は、ステップS1010で生成された駆動信号をモータドライバ112に出力することでステッピングモータ101の駆動を行わせる。

【0040】

ステップS1012では、レンズCPU113（速度比較部109、信号生成部108および制御切替判定部110）は、再度、メモリ部111から目標速度を取得する。ステップS1013では、レンズCPU113（制御切替判定部110）は、ステップS1012で取得された目標速度が制御切替速度 $S_0$ より大きいかなんかを判定する。目標速度が制御切替速度より大きければ、駆動制御処理はステップS1007に戻る。大きくなければ、駆動制御処理はステップS1014に進み、レンズCPU113は進角制御を終了する。ステップS1014において進角制御を終了すると、駆動制御処理はステップS1002に戻る。

【0041】

以上、実施例1によれば、オープンループ制御から進角制御への切り替えを行う前に駆動波形の切り替えているため、進角制御中の駆動波形は矩形波（矩形波形状）のみとなっている。

【0042】

図3は、ステッピングモータ101における、駆動信号の進角と回転速度の関係を示している。このような、進角と回転速度との関係を進角特性と呼ぶ。一般に、駆動波形が正弦波（正弦波形状）であるときよりも矩形波であるときの方が、ステッピングモータのトルクは大きくなる。そのため、例えば、回転速度の制御を行う際に同じ進角値 $n$ を設定していても、実速度は矩形波による駆動では $S_D$ 、正弦波による駆動では $S_A$ となり、 $S_D > S_A$ の不連続な関係となっている。従って、進角制御中に駆動波形の切り替えが行われると進角特性も変化し、同じ進角値に設定されていても回転速度が急激に変動することとなり得る。その結果、脱調や回転速度ムラ等の問題が生じ、ステッピングモータ101の制御が不安定になる。

【0043】

実施例1によれば、進角制御中は駆動波形の変更を行わないため、ステッピングモータ101において進角制御で高速な駆動を行う場合にも、駆動波形を矩形波にすることによって必要なトルクを得ながら、適切な回転速度で安定した制御を行うことができる。

【0044】

なお、図2のフローチャートによれば、進角制御を終了しオープンループ制御に切り替わる際、駆動波形を矩形波から正弦波に切り替えることとなっているが、これに限らず駆動波形を切り替えずにオープンループ制御を行うこととしてもよい。また、オープンループ制御中であれば、レンズCPU113が駆動波形の切り替えを適宜行うこととしてもよい。

【0045】

また、実施例 1 では、レンズ CPU 113 は、制御切替判定部 110 における目標速度と制御切替速度  $S_0$  との比較結果に応じて制御切り替えを行った。しかし、これに限らず、例えば、ステッピングモータ 101 が目標位置までに駆動する量と閾値との比較結果に応じて制御切り替えを行うこととしてもよい。

【実施例 2】

【0046】

次に、実施例 2 による駆動波形の切り替えについて説明する。実施例 2 は、進角制御に切り替えた後、フォーカスレンズ 115 の移動量を細かく調整したい場合に駆動波形を変更するステッピングモータ制御装置について示す。実施例 2 におけるステッピングモータ制御装置の構成は、実施例 1 と同様であるため説明を省略する。

10

【0047】

図 4 は、実施例 2 で用いられる駆動波形 A、B、C、D を示しており、それぞれの PWM 値はメモリ部 111 に保存されている。これら四つの駆動波形のうち、駆動波形 A は正弦波、駆動波形 D は矩形波である。各々の駆動波形の最大値の大きさは同じであり、図 5 に示す進角特性を有している。

【0048】

実施例 1 において説明したように、進角値  $n$  を設定した場合、実速度は矩形波（駆動波形 D）による駆動では  $S_D$ 、正弦波（駆動波形 A）による駆動では  $S_A$  となる。そのため、駆動波形 A と D との間で切り替えを行えば、回転速度が急激に変化し、ステッピングモータ 101 の制御が不安定なものとなる。この点、実施例 2 では、駆動波形 B、C の進角特性曲線が図 5 に示すグラフ上において正弦波と矩形波（駆動波形 A、D）の進角特性曲線との間に位置している。そのため、レンズ CPU 113 が駆動波形を A と B、B と C、C と D のそれぞれの間で切り替えを行ったとしてもステッピングモータの制御が破綻しない。換言すれば、駆動波形 B および C は、レンズ CPU 113 が進角制御中に A と B、B と C、C と D の間で駆動波形を切り替えたとしても、ステッピングモータの制御が破綻しない速度変動となるような形状を有している。

20

【0049】

図 6 は、実施例 2 においてステッピングモータの制御が破綻しないとする駆動波形の条件を示す。一般に、特定の駆動波形で進角制御を行ったとしても、回転速度算出部 106 で算出（検出）される実速度は進角特性曲線の通りではなく、ある程度の幅を有する。そこで、切り替えを行う前の駆動波形によって進角制御を行ったときの実速度の幅と、切り替え後の駆動波形によって進角制御を行ったときの実速度の幅とが部分的に重なり合う駆動波形を用いる。すなわち、駆動波形 C によって進角制御を行ったときの実速度の幅  $R_c$  は、駆動波形 D によって進角制御を行ったときの実速度の幅  $R_d$  と部分的に重なり合ったものとなっている。これらの関係は、駆動波形 A と B、B と C の間にもそれぞれ成り立つ。

30

【0050】

以上の構成によれば、進角制御中に駆動波形を正弦波から矩形波に変更する場合であっても、駆動波形を A から B、B から C、C から D へと段階的に切り替えることで進角特性が一度に変化する幅を小さくすることができる。その結果、回転速度の急激な変化を防ぐことができるので、ステッピングモータの制御も破綻することなく駆動波形の切り替えを行うことができる。

40

【0051】

なお、駆動波形 D から駆動波形 A まで段階的に駆動波形を変化させる場合には、進角特性も駆動波形 D の進角特性曲線から駆動波形 A の進角特性曲線の状態に段階的に変化する。そのため、駆動波形 B や C は、図 5 に示した形状の進角特性曲線を有するものに限らず、駆動波形 D の進角特性曲線から駆動波形 A の進角特性曲線へと変化する軌跡上にある進角特性曲線をもつ駆動波形としてもよい。

【0052】

図 7 のフローチャートは、実施例 2 におけるステッピングモータの駆動制御処理を示し

50



ている。ステップ S 1 0 0 1 から S 1 0 1 4 の処理は、実施例 1 と同様であるため、これらの説明は省略する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 0 0 1 において、レンズ C P U 1 1 3 は、フォーカスレンズ 1 1 5 を駆動する量が所定の値（閾値）を超えているか否かを判定する。ステップ S 2 0 0 2 では、レンズ C P U 1 1 3（信号生成部 1 0 8）は、ステップ S 2 0 0 1 における駆動量の判定に基づいて、駆動波形を変更するか否かを判断し、変更する場合は駆動波形を切り替える。

【 0 0 5 4 】

以上、実施例 2 によれば、進角制御に切り替えた後にフォーカスレンズ 1 1 5 の移動量を細かく調整したい場合に、矩形波よりも高精度の位置決めが可能な駆動波形に変更して、高速、高精度、かつ、安定した制御を行うことができる。

10

【 0 0 5 5 】

なお、実施例 2 において、駆動波形を変化させる段階を 2 段階としたが、制御に影響を及ぼさない限りでは駆動波形の切り替える回数を変更してもよい。また、レンズ C P U 1 1 3 は、フォーカスレンズ 1 1 5 の駆動量に応じて駆動波形を変更することとしたが、これに限らず、例えば、目標速度と閾値又は目標速度と実速度との比較結果に応じて制御切り替えを行うこととしてもよい。

【 0 0 5 6 】

（その他の実施例）

本発明は、上述の実施例の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

20

【 0 0 5 7 】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

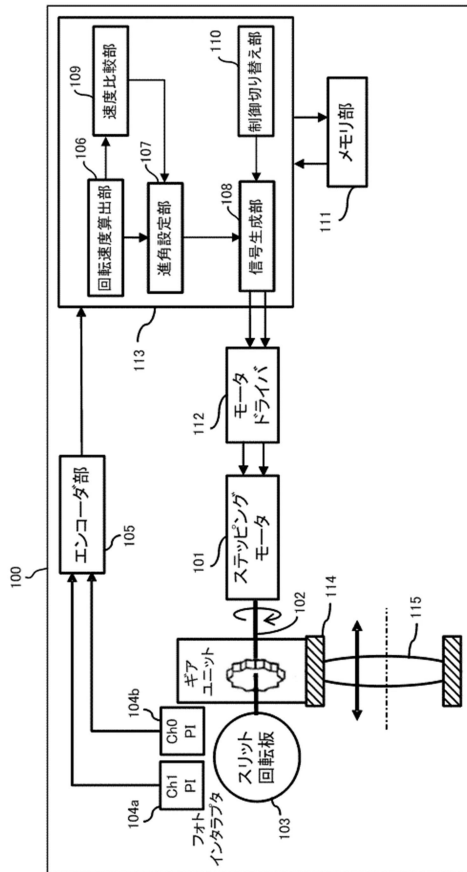
【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

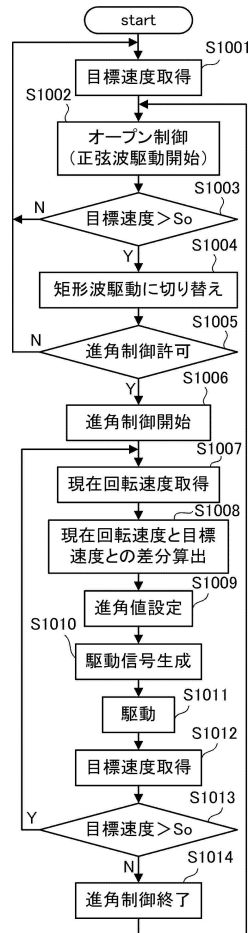
1 0 1 ステッピングモータ  
1 0 5 エンコーダ部  
1 0 8 信号生成部  
1 1 3 レンズ C P U

30

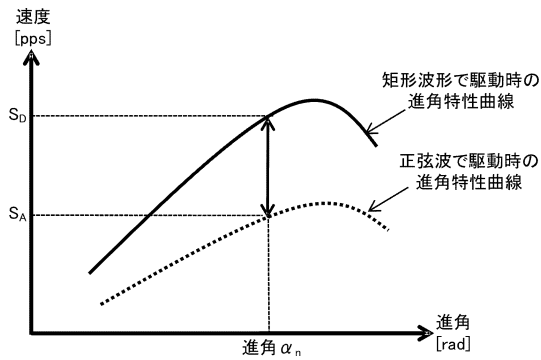
【図 1】



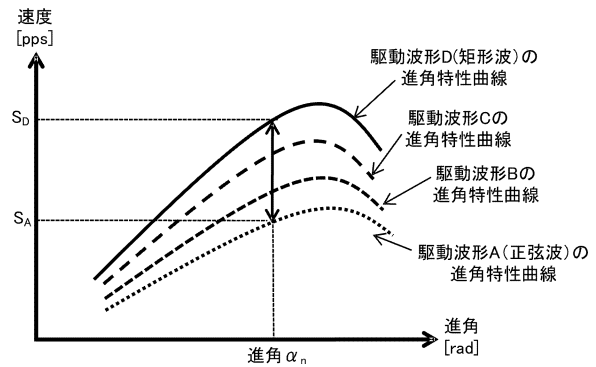
【図 2】



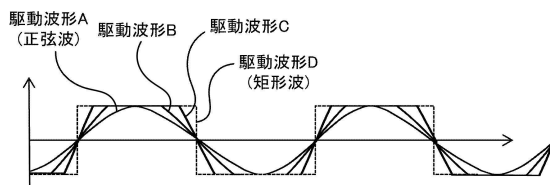
【図 3】



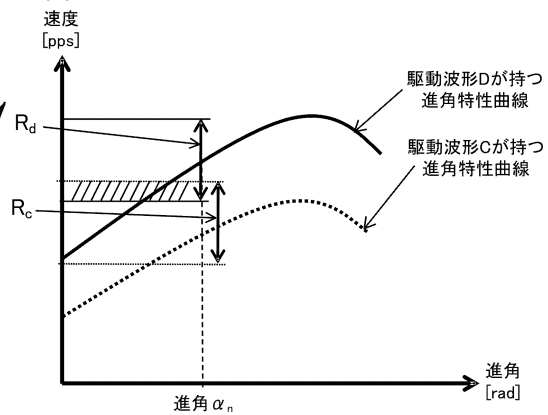
【図 5】



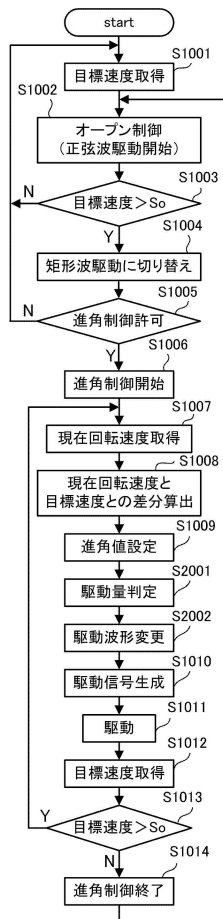
【図 4】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-027156(JP,A)  
特開平08-186998(JP,A)  
特開2014-039427(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02P 8/00 - 8/34