

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5988694号
(P5988694)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.

H02P 25/06 (2016.01)

F1

H02P 25/06

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-115565 (P2012-115565)	(73) 特許権者	390029805
(22) 出願日	平成24年5月21日 (2012.5.21)		THK株式会社
(65) 公開番号	特開2013-243848 (P2013-243848A)		東京都品川区西五反田3丁目11番6号
(43) 公開日	平成25年12月5日 (2013.12.5)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成27年5月15日 (2015.5.15)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(72) 発明者	野村 祐樹
			東京都品川区西五反田3丁目11番6号
			THK株式会社内
		審査官	池田 貴俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置、及びモータ制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

案内装置の案内に沿って対象物を移動させるモータを制御するモータ制御装置であって、

前記モータの可動子が移動する速度と、前記対象物を移動させる際に生じる前記案内装置の摺動抵抗との相関関係を示す係数を複数の異なる案内装置ごとに予め記憶している補正係数記憶部と、

前記可動子が移動する速度と、前記対象物の移動を案内する前記案内装置の前記係数とから推力指令値に対する補正值を算出する補正值算出部と、

外部より入力される指令値に基づいた推力指令値と前記補正值とから補正された推力指令値を算出する演算部と、

前記補正された推力指令値に基づいて前記モータを駆動させる推力制御部とを備えることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載のモータ制御装置であって、前記演算部は、

前記可動子が移動する速度を加速させる場合には前記推力指令値と前記補正值とを加算することにより前記補正された推力指令値を算出し、前記可動子が移動する速度を減速させる場合には前記推力指令値から前記補正值を減算することにより前記補正された推力指令値を算出する

10

20

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のモータ制御装置であって、

前記モータの駆動時間を計測するタイマと、

を備え、

前記補正係数記憶部には、前記モータの駆動時間に対応付けられた前記係数が複数の異なる案内装置ごと記憶されており、

前記補正值算出部は、前記タイマにより計測された駆動時間に対応する前記係数であって前記対象物の移動を案内する前記案内装置の前記係数と、前記可動子が移動する速度とから前記補正值を算出する、

10

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 4】

モータの可動子が移動する速度と案内装置の案内に沿って対象物を移動させる際に生じる前記案内装置の摺動抵抗との相関関係を示す係数を複数の異なる案内装置ごとに予め記憶している補正係数記憶部を備え、前記対象物を移動させる前記モータを制御するモータ制御装置が行うモータ制御方法であって、

前記可動子が移動する速度と、前記対象物の移動を案内する前記案内装置の前記係数とから推力指令値に対する補正值を算出する補正值算出ステップと、

外部より入力される指令値に基づいた推力指令値と前記補正值とから補正された推力指令値を算出する演算ステップと、

20

前記補正された推力指令値に基づいて前記モータを駆動させる推力制御ステップとを有することを特徴とするモータ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置、及びモータ制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

OA (Office Automation) 機器や、FA (Factory Automation) 機器、車両などにおける部材や部品等を移動させるために、案内装置と駆動装置（例えばモータなど）とを組み合わせた構成を用いることが多くなっている。このような構成では、部材や部品等を移動させる際に、案内装置などにおいて生じる摩擦力に応じて駆動装置を制御する必要がある。

30

例えば、特許文献 1 には、車両に備えられているルーフガラスを移動させて開閉する際に生じる摺動抵抗に応じてモータを駆動することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004-232280 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の技術では、移動させる対象物であるルーフガラスの位置に基づいて、摺動抵抗の影響を抑える制御をしているので、ルーフガラスなどの対象物の速度に応じて摺動抵抗（抵抗力）が生じる場合、移動制御における応答性能が低下してしまう問題がある。

【0005】

本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、その目的は、移動させる対象物の速度に応じた抵抗力が生じる場合における応答性能を向上させることができモータ制御装置、及びモータ制御方法を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題を解決するために、本発明は、案内装置の案内に沿って対象物を移動させるモータを制御するモータ制御装置であって、前記モータの可動子が移動する速度と、前記対象物を移動させる際に生じる前記案内装置の摺動抵抗との相関関係を示す係数を複数の異なる案内装置ごとに予め記憶している補正係数記憶部と、前記可動子が移動する速度と、前記対象物の移動を案内する前記案内装置の前記係数とから推力指令値に対する補正値を算出する補正値算出部と、外部より入力される指令値に基づいた推力指令値と前記補正値とから補正された推力指令値を算出する演算部と、前記補正された推力指令値に基づいて前記モータを駆動させる推力制御部とを備えることを特徴とするモータ制御装置である。

10

【0007】

また、本発明は、モータの可動子が移動する速度と案内装置の案内に沿って対象物を移動させる際に生じる前記案内装置の摺動抵抗との相関関係を示す係数を複数の異なる案内装置ごとに予め記憶している補正係数記憶部を備え、前記対象物を移動させる前記モータを制御するモータ制御装置が行うモータ制御方法であって、前記可動子が移動する速度と、前記対象物の移動を案内する前記案内装置の前記係数とから推力指令値に対する補正値を算出する補正値算出ステップと、外部より入力される指令値に基づいた推力指令値と前記補正値とから補正された推力指令値を算出する演算ステップと、前記補正された推力指令値に基づいて前記モータを駆動させる推力制御ステップとを有することを特徴とするモータ制御方法である。

20

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、対象物の移動速度に基づいて推力指令値を補正するので、対象物の移動速度に応じて発生する抵抗力の影響を抑えてモータの制御を行うことができ、モータを制御する際の応答性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態におけるモータシステム1を示す概略図である。

【図2】同実施形態におけるモータ制御装置10の構成を示す概略ブロック図である。

【図3】同実施形態におけるモータシステム1の摺動抵抗と可動子25の移動速度との関係の一例を示すグラフである。

30

【図4】同実施形態のモータ制御装置10が行うモータ制御処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して、本発明に係る一実施形態におけるモータ制御装置、及びモータ制御方法を説明する。本実施形態では、モータ制御装置がリニアモータを制御する場合について説明する。

【0011】

図1は、本実施形態におけるモータシステム1を示す概略図である。モータシステム1は、同図に示すように、モータ制御装置10と、リニアモータ20とを具備している。モータ制御装置10は、上位の制御装置から入力される位置指令値に基づいて、リニアモータ20を駆動させる制御をする。リニアモータ20は、長尺の固定子21と、固定子21上を移動する可動子25と、固定子21及び可動子25を組み付ける一対の案内装置22、22を備えている。

40

【0012】

案内装置22は、例えば、ボールを介して組み付けられた軌道レール23及びスライドブロック26、26から構成されている。案内装置22の軌道レール23は固定子21が有するベース54に固定され、案内装置22のスライドブロック26は可動子25に固定されている。これにより、可動子25は、固定子21上を軌道レール23に沿って自在に

50

案内されるようになっている。

【0013】

また、固定子21は、一对の軌道レール23、23の間に並べられた複数の駆動用磁石24を備えている。複数の駆動用磁石24は、可動子25が移動する方向において、N極及びS極の磁極が交互になるように配列されている。また、各駆動用磁石24は、配列されている方向において同じ長さを有しており、可動子25が固定子21上のいずれに位置していても、一定の推力が得られるようになっている。

【0014】

可動子25は、U相、V相、W相に対応する3つのコイルを有している。U相、V相、W相それぞれのコイルには、電力線31を介してモータ制御装置10から電力が供給される。各コイルに流れる電流と、各駆動用磁石24が発生させる磁界との相互作用による力で可動子25が案内装置22の案内に沿って移動する。

また、可動子25には、搬送物を載せるためのテーブル53と、可動子25が単位時間当たり移動した距離を検出するエンコーダ27とが取り付けられている。

【0015】

エンコーダ27は、例えば、光学式又は磁気式の距離を検出する計測機器であり、固定子21に予め備えられたスケール（不図示）に記録されている情報を検出して、可動子25が移動した距離を検出する。また、エンコーダ27は、検出した距離を示す距離情報を、伝送線32を介してモータ制御装置10に出力する。

モータ制御装置10は、位置指令値と距離情報とに基づいて、リニアモータ20を制御する。

【0016】

図2は、本実施形態におけるモータ制御装置10の構成を示す概略ブロック図である。モータ制御装置10は、同図に示すように、位相算出器101、速度算出器102、位置算出器103、補正係数テーブル104、補正值算出器105、位置制御器106、速度制御器107、補正值選択器108、スイッチ109、演算器110、推力制御器111、q軸電流制御器112、d軸電流制御器113、ベクトル回転・2相3相変換器114、電力変換器115、変流器116、及び、ベクトル回転・3相2相変換器117を備えている。

【0017】

位相算出器101は、原点復帰処理が行われた後にエンコーダ27から入力される距離情報に基づいて、リニアモータ20の可動子25の位置における電気角（位相）を算出する。位相算出器101は、算出した位相をベクトル回転・2相3相変換器114及びベクトル回転・3相2相変換器117に出力する。例えば、位相算出器101は、原点に対応する位相と、原点からの距離とから、可動子25の位置における位相を算出する。

速度算出器102は、エンコーダ27から入力される距離情報に基づいて、可動子25が移動する速度を算出する。速度算出器102は、算出した可動子25の速度を補正值算出器105及び速度制御器107に出力する。

【0018】

位置算出器103は、原点復帰処理が行われた後にエンコーダ27から入力される距離情報に基づいて、リニアモータ20の可動子25の位置を算出する。位置算出器103は、算出した位置を位置制御器106に出力する。

原点復帰処理では、例えば、リニアモータ20の固定子21上のいずれか一方の端部まで可動子25を移動させ、当該端部を原点（距離＝0）とする処理を行う。

【0019】

補正係数テーブル104には、補正係数が記憶されている。

補正值算出器105は、補正係数テーブル104に記憶されている補正係数と、速度算出器102が算出した速度とを用いて、リニアモータ20において生じる摺動抵抗（抵抗力）を算出する。補正值算出器105は、算出した摺動抵抗を推力制御における補正值としてスイッチ109に出力する。

10

20

30

40

50

【0020】

位置制御器106は、上位の制御装置から入力される位置指令値と、位置算出器103が算出する可動子25の位置との偏差に基づいて、位置指令値が示す位置に可動子25を移動させるための速度指令値を算出する。

速度制御器107は、位置制御器106が算出する速度指令値と、速度算出器102が算出する速度との偏差に基づいて、速度指令値が示す速度で可動子25を移動させるための推力指令値を算出する。

なお、位置制御器106、及び、速度制御器107は、例えば、入力される指令値に基づいたPI制御又はPID制御により、指令値を算出する。

【0021】

10

補正值選択器108は、位置制御器106が算出する速度指令値から、可動子25に対して速度を増加させる加速を行っているか、速度を減少させる減速を行っているかを判定する。補正值選択器108は、判定の結果に基づいて、補正值算出器105が算出する補正值を推力指令値に対して、加算するか又は減算するかを選択する。

スイッチ109は、補正值選択器108の選択に応じて、補正值算出器105が算出する補正值を、推力指令値に対して加算するか減算するかを切り替える。

【0022】

演算器110は、スイッチ109の切り替えに応じて、推力指令値を補正值により補正し、補正した推力指令値を推力制御器111に出力する。

推力制御器111は、補正された推力指令値に基づいて、当該推力指令値が示す推力を得るためのq軸電流指令値を算出する。このとき、推力制御器111は、制御の対象となっているリニアモータ20の推力係数等を用いる。また、推力制御器111は、算出した電流指令値をq軸電流制御器112に出力する。

20

【0023】

q軸電流制御器112は、推力制御器111から入力されるq軸電流指令値と、ベクトル回転・3相2相変換器117から入力されるq軸電流値との偏差に基づいて、当該偏差を0（零）にするq軸電圧指令値を算出する。

d軸電流制御器113は、入力されるd軸電流指令値と、ベクトル回転・3相2相変換器117から入力されるd軸電流値との偏差に基づいて、当該偏差を0（零）にするd軸電圧指令値を算出する。

30

なお、q軸電流制御器112、及びd軸電流制御器113は、位置制御器106や速度制御器107と同様に、例えば、入力される指令値に基づいたPI制御又はPID制御により、指令値を算出する。また、d軸電流制御器113に入力されるd軸電流指令値は0（零）である。

【0024】

ベクトル回転・2相3相変換器114には、位相算出器101が算出する位相と、q軸電流制御器112が算出するq軸電圧指令値と、d軸電流制御器113が算出するd軸電圧指令値とが入力される。ベクトル回転・2相3相変換器114は、リニアモータ20の位相（電気角）に基づいて、q軸電圧指令値とd軸電圧指令値とからU相、V相、及びW相それぞれに対する電圧指令値を算出する。ベクトル回転・3相2相変換器117は、算出した各相の電圧指令値を電力変換器115に出力する。

40

電力変換器115は、ベクトル回転・2相3相変換器114が算出する各相の電圧指令値で示される電圧をリニアモータ20のU相、V相、及びW相のコイルに印加する。具体的には、電力変換器115は、外部から供給される外部電圧に対して、各相の電圧指令値に基づいたPWM制御を行い、外部電圧を電圧指令値で示される電圧に変換し、変換して得られた電圧をリニアモータ20に印加する。

【0025】

変流器116は、リニアモータ20のU相及びV相のコイルに流れる電流値を測定し、測定結果をベクトル回転・3相2相変換器117に出力する。

ベクトル回転・3相2相変換器117には、位相算出器101が算出する位相と、変流

50

器 1 1 6 が測定した U 相及び V 相のコイルに流れる電流値と、U 相及び V 相の電流値から算出される W 相のコイルに流れる電流値とが入力される。ベクトル回転・3 相 2 相変換器 1 1 7 は、リニアモータ 2 0 の位相に基づいて、U 相、V 相、及び W 相の電流値から q 軸電流値及び d 軸電流値を算出する。ベクトル回転・3 相 2 相変換器 1 1 7 は、算出した q 軸電流値を q 軸電流制御器 1 1 2 に出力し、算出した d 軸電流値を d 軸電流制御器 1 1 3 に出力する。

【0 0 2 6】

ここで、補正係数テーブル 1 0 4 に記憶されている補正係数について説明する。

図 3 は、本実施形態におけるモータシステム 1 の摺動抵抗と可動子 2 5 の移動速度との関係の一例を示すグラフである。同図において、横軸は可動子 2 5 が移動する速度 [m/s] を示し、縦軸は摺動抵抗 [N] を示している。同図には、3 つのグラフ (A F A, A F B, A F F) が示されている。これらのグラフにおける違いは、案内装置 2 2 に可動部分に用いられている潤滑剤の違いにより生じている。

【0 0 2 7】

モータシステム 1 における摺動抵抗は、図 3 に示すように、可動子 2 5 が移動する速度の増加にほぼ比例して増加することが分かる。摺動抵抗は、可動子 2 5 の移動速度に対して比例しているので、移動速度に対する一次関数 (次式 (1)) で近似することができる。

$$(\text{摺動抵抗 [N]}) = K \cdot (\text{移動速度 [m/s]}) + b \quad \dots (1)$$

【0 0 2 8】

式 (1) において、K は抵抗係数 [N・s/m] であり、b は初期抵抗値 [N] である。なお、移動速度が 0 の場合には摺動抵抗が 0 であるので、b = 0 としてもよい。抵抗係数 K と初期抵抗値 b と予め定め、式 (1) を用いることにより、可動子 2 5 の移動速度に応じて変化する摺動抵抗を得ることができる。

補正係数テーブル 1 0 4 には、実機による測定、又は計算機シミュレーション等により算出された、可動子 2 5 の移動速度と摺動抵抗との相関関係を示す抵抗係数 K と初期抵抗値 b とが予め記憶されている。

【0 0 2 9】

また、図 3 に示されるように、案内装置 2 2 に用いられる潤滑剤に応じて摺動抵抗が変化するので、複数の潤滑剤又は、構成の異なる案内装置それぞれに対応する抵抗係数 K 及び初期抵抗値 b を、補正係数テーブル 1 0 4 に記憶させておいてもよい。この場合、モータ制御装置 1 0 が駆動するリニアモータ 2 0 及び潤滑剤を示す情報に基づいて、補正值算出器 1 0 5 が、対応する抵抗係数 K 及び初期抵抗値 b を補正係数テーブル 1 0 4 から読み出し、読み出した抵抗係数 K 及び初期抵抗値 b を用いて摺動抵抗を算出するようにする。

【0 0 3 0】

図 4 は、本実施形態のモータ制御装置 1 0 が行うモータ制御処理の一例を示すフローチャートである。

モータ制御装置 1 0 において、モータ制御処理が開始されると、位置制御器 1 0 6 に位置指令値が入力され (ステップ S 1 0 1)、位置制御器 1 0 6 は速度指令値を算出する (ステップ S 1 0 2)。

速度制御器 1 0 7 は速度指令値から推力指令値を算出し (ステップ S 1 0 3)、補正值算出器 1 0 5 は可動子 2 5 の移動速度から補正值 (摺動抵抗) を算出する (ステップ S 1 0 4)。

【0 0 3 1】

補正值選択器 1 0 8 は、速度指令値の変化量から可動子 2 5 の速度を増加させているか (加速)、又は速度を減少させているか (減速) を判定する (ステップ S 1 0 5)。

加速している場合 (ステップ S 1 0 5: 加速)、換言すると摺動抵抗が可動子 2 5 の移動速度の加速を阻害している場合、補正值選択器 1 0 8 は、推力指令値に補正值を加算させることを選択し、補正值を加算させるようにスイッチ 1 0 9 を制御する。演算器 1 1 0 は、スイッチ 1 0 9 の切り替えに応じて、推力指令値と補正值とを加算し、加算結果を補

10

20

30

40

50

正された推力指令値として出力する（ステップS106）。

一方、減速している場合（ステップS105：減速）、換言すると摺動抵抗が可動子25の移動速度の減速を助長している場合、補正值選択器108は、推力指令値から補正值を減算させることを選択し、補正值を減算させるようにスイッチ109を制御する。演算器110は、スイッチ109の切り替えに応じて、推力指令値から補正值を減算し、減算結果を補正された推力指令値として出力する（ステップS107）。

【0032】

q軸電流制御器112から電力変換器115のそれぞれは、補正された推力指令値に基づいて、電力をリニアモータ20に供給し、リニアモータ20を駆動させ（ステップS108）、処理をステップS101に戻す。

10

以降、モータ制御装置10では、ステップS101からステップS108の各処理が繰り返して行われる。

【0033】

上述のように、本実施形態におけるモータ制御装置10では、補正值算出器105がリニアモータ20を駆動してテーブル53に載せられた搬送物（対象物）を移動させる際に生じる摺動抵抗（抵抗力）を算出し、算出した摺動抵抗を補正值として、速度制御器107が算出する推力指令を補正する。これにより、対象物を移動させる際に生じる摺動抵抗の影響を抑えることができ、リニアモータ20の制御における応答性能を向上させることができる。また、対象物を移動させる速度に基づいて摺動抵抗を算出しているので、速度に応じて変化する摺動抵抗の影響を精度良く抑えることができる。

20

【0034】

また、モータ制御装置10では、可動子25を加速させているか、又は減速させているかを補正值選択器108が判定し、加速している場合（速度の絶対値を増加させている場合）には、摺動抵抗で損失してしまう推力を補うように推力指令値を補正する。一方、減速している（速度の絶対値を0に近づけている）場合には、摺動抵抗で得られる力を減らすように推力指令値を補正する。これにより、速度指令値が示す速度まですみやかに加速できるとともに、減速しすぎたりすることなく移動速度を制御することができ、応答性能を向上させることができる。

【0035】

なお、上述の実施形態における補正係数テーブル104に、テーブル53に載せる搬送物の重さごとに、対応する抵抗係数Kと初期抵抗値bとを記憶させるようにしてもよい。この場合、モータ制御装置10には、テーブル53に載せられている搬送物の重さを示す重量情報が入力され、補正值算出器105は、重量情報が示す重さに対応する抵抗係数K及び初期抵抗値bを補正係数テーブル104から読み出し、読み出した抵抗係数K及び初期抵抗値bを用いて補正值を算出する。これにより、搬送物の重さにより摺動抵抗が変化する場合においても、摺動抵抗の影響を抑えた制御を行うことができ、応答性能を向上させることができる。

30

【0036】

また、補正係数テーブル104に、リニアモータ20の駆動時間に応じた抵抗係数Kと初期抵抗値bとを記憶させるようにしてもよい。この場合、モータ制御装置10はリニアモータ20の駆動時間を計測するタイマを更に備え、補正值算出器105はタイマの計測時間に対応する抵抗係数Kと初期抵抗値bとを用いて摺動抵抗（補正值）を算出するようにする。これにより、リニアモータ20の駆動によって生じる案内装置22や潤滑剤の経年劣化等による摺動抵抗の変化に対応することができ、応答性能を向上させることができる。

40

【0037】

また、上述の実施形態におけるモータシステム1ではリニアモータ20を用いて搬送物を移動させる構成について説明したが、回転モータを用いて搬送物を移動させる構成としてもよい。

【0038】

50

上述のモータ制御装置 10 は内部に、コンピュータシステムを有していてもよい。その場合、上述したモータ制御処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われることになる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

【0039】

なお、本発明に記載の補正係数記憶部は、実施形態における補正係数テーブル 104 に対応する。本発明に記載の補正值算出部は、実施形態における補正值算出器 105 に対応する。本発明に記載の推力制御部は、実施形態における推力制御器 111 に対応する。本発明に記載の演算部は、実施形態における演算器 110 に対応する。

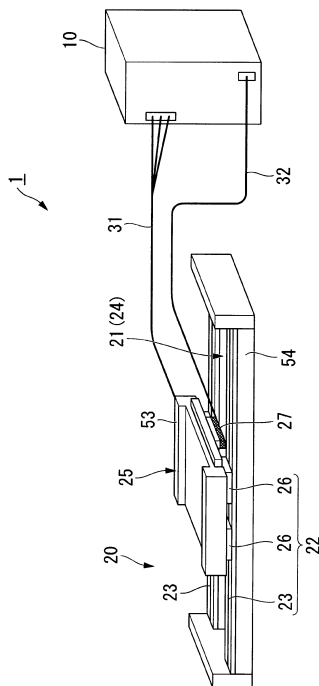
【符号の説明】

【0040】

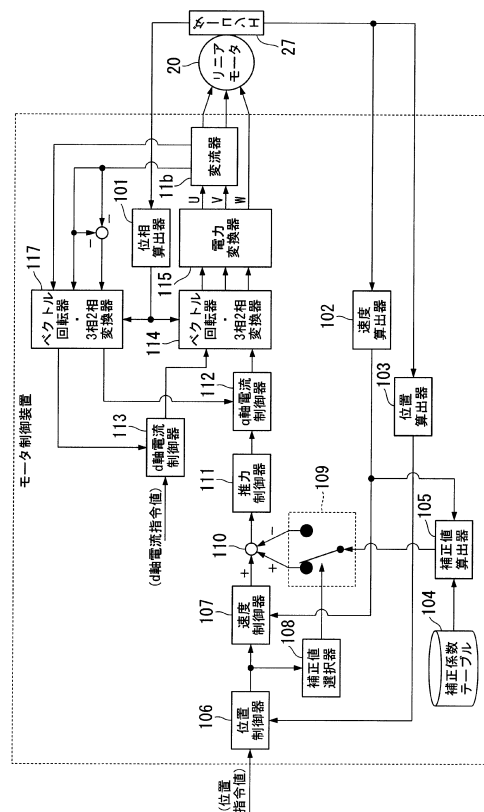
1…モータシステム、10…モータ制御装置、20…リニアモータ、25…可動子、104…補正係数テーブル、105…補正值算出器、110…演算器、111…推力制御器

10

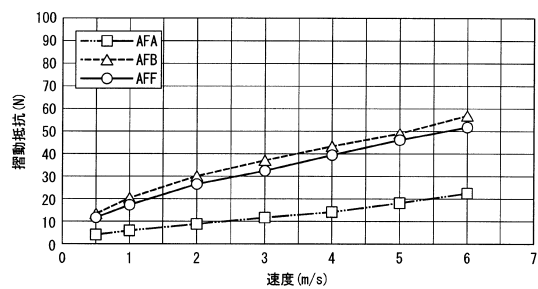
【図 1】



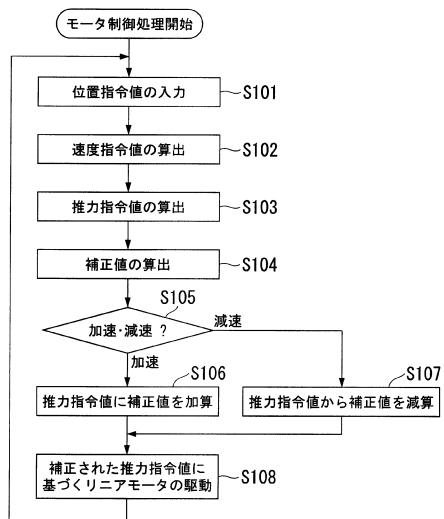
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-244140 (JP, A)
特開2004-232280 (JP, A)
特開平05-022974 (JP, A)
特開平07-087620 (JP, A)
中国特許出願公開第102353492 (CN, A)
中国特許出願公開第102109575 (CN, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 25/06