

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-92319

(P2018-92319A)

(43) 公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl.

G05D 3/12 (2006.01)

F I

G05D 3/12 306Z

テーマコード (参考)

5H303

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-234232 (P2016-234232)
(22) 出願日 平成28年12月1日 (2016.12.1)(71) 出願人 390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
〇番地
(74) 代理人 100106002
弁理士 正林 真之
(74) 代理人 100165157
弁理士 芝 哲央
(74) 代理人 100160794
弁理士 星野 寛明
(72) 発明者 篠田 翔吾
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
〇番地 ファナック株式会社内

最終頁に続く

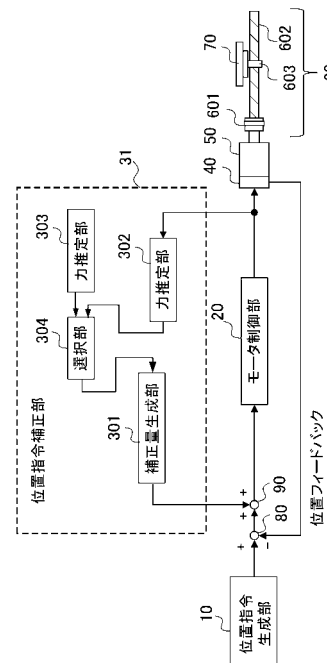
(54) 【発明の名称】 サーボモータ制御装置、サーボモータ制御方法、及びサーボモータ制御用プログラム

(57) 【要約】

【課題】精度の高い被駆動体の位置制御が可能なサーボモータ制御装置を提供すること。

【解決手段】サーボモータと、サーボモータにより駆動される被駆動体と、サーボモータの動力を被駆動体へ伝える連結機構と、被駆動体の位置指令値を生成する位置指令生成部と、位置指令値を用いてサーボモータを制御するモータ制御部と、連結機構との連結部において被駆動体に作用する駆動力である第1の力推定値を推定する第1の力推定部と、固定値となる第2の力推定値を推定する第2の力推定部と、第1の力推定値の絶対値と、第2の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の第1又は第2の力推定値を出力する選択部と、選択部から出力された第1又は第2の力推定値に基づき、位置指令値を補正するため補正量を生成する補正量生成部と、を具備する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

サーボモータと、
前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、
前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体へ伝える連結機構と、
前記被駆動体の位置指令値を生成する位置指令生成部と、
前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御するモータ制御部と、
前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第 1 の力推定値を推定する第 1 の力推定部と、
固定値となる第 2 の力推定値を推定する第 2 の力推定部と、
前記第 1 の力推定値の絶対値と、前記第 2 の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第 1 又は第 2 の力推定値を出力する選択部と、
前記選択部から出力された前記第 1 又は第 2 の力推定値に基づき、前記位置指令生成部により生成された前記位置指令値を補正するため補正量を生成する補正量生成部と、
を具備するサーボモータ制御装置。

10

【請求項 2】

前記補正量生成部は、前記選択部から出力された前記第 1 又は第 2 の力推定値と第 1 の係数との積と、前記選択部から出力された前記第 1 又は第 2 の力推定値と前記サーボモータから前記連結部までの距離と第 2 の係数との積と、の和を前記補正量とする請求項 1 に記載のサーボモータ制御装置。

20

【請求項 3】

前記第 2 の力推定値は、推定する前記被駆動体に作用する駆動力を、前記位置指令生成部で作成された位置指令の方向に対応する符号のあらかじめ定めた一定値である請求項 1 又は 2 に記載のサーボモータ制御装置。

【請求項 4】

前記第 2 の力推定値は、あらかじめ定めた一定値、若しくは前記位置指令生成部が作成した前記位置指令の指令速度又は指令加速度が所望の値以下の時に前記第 1 の力推定部にて推定された第 1 の力推定値の固定値とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

30

【請求項 5】

前記位置指令生成部により生成された位置指令値の指令速度若しくは指令加速度が所望の値を超える場合に、前記選択部から出力された値から前記第 1 の力推定部で推定した第 1 の力推定値に切り替える切り替え部を具備する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

【請求項 6】

前記選択部又は前記切り替え部により、前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記補正量生成部が生成した前記補正量にフィルタをかける請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

40

【請求項 7】

前記モータ制御部は、速度指令作成部とトルク指令作成部とを有し、
前記トルク指令作成部は少なくとも速度偏差を積算する積分器を有し、
前記選択部又は前記切り替え部により、前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記積分器の書き替えを行う請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

【請求項 8】

サーボモータと、
前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、
前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体

50

へ伝える連結機構と、を備えたサーボモータ制御装置のサーボモータ制御方法において、
前記被駆動体の位置指令値を生成し、
前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第 1 の力推定値を推定し、

推定した前記第 1 の力推定値の絶対値と、固定値の第 2 の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第 1 又は第 2 の力推定値を選択し、

選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値に基づき、生成された前記位置指令値を補正し、
補正された前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御するサーボモータ制御方法。

10

【請求項 9】

前記位置指令値を補正するための位置指令補正值は、選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値と第 1 の係数との積と、選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値と前記サーボモータから前記連結部までの距離と第 2 の係数との積と、の和である請求項 8 に記載のサーボモータ制御方法。

【請求項 10】

前記第 2 の力推定値は、推定する前記被駆動体に作用する駆動力を、位置指令の方向に対応する符号のあらかじめ定めた一定値である請求項 8 又は 9 に記載のサーボモータ制御方法。

【請求項 11】

20

前記第 2 の力推定値は、あらかじめ定めた一定値、若しくは前記位置指令の指令速度又は指令加速度が所望の値以下の時に推定された第 1 の力推定値の固定値とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

【請求項 12】

生成された位置指令値の指令速度若しくは指令加速度が所望の値を超える場合に、前記選択された力推定値から前記第 1 の力推定値に切り替える請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御装置。

【請求項 13】

前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記位置指令値の補正值にフィルタをかける請求項 8 から 12 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御方法。

30

【請求項 14】

補正された前記位置指令値を用いて速度指令を作成し、作成された速度指令を用いてトルク指令を作成し、該トルク指令を用いて前記サーボモータを制御し、

前記トルク指令の作成は少なくとも速度偏差を積算する積分器を用いて行い、

前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記積分器の書き換えを行う請求項 8 から 13 のいずれか 1 項に記載のサーボモータ制御方法。

【請求項 15】

40

サーボモータと、

前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、

前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体へ伝える連結機構と、を備えたサーボモータ制御装置のサーボモータ制御をコンピュータに実行させるサーボモータ制御用プログラムであって、

前記コンピュータに、

前記被駆動体の位置指令値を生成する処理と、

前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第 1 の力推定値を推定する処理と、

推定した前記第 1 の力推定値の絶対値と、固定値の第 2 の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第 1 又は第 2 の力推定値を選択する処理と、

50

選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値に基づき、生成された前記位置指令値を補正する処理と、

補正された前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御する処理と、
を実行させるサーボモータ制御用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サーボモータの動力により駆動する被駆動体の位置を補正する機能を有するサーボモータ制御装置、サーボモータ制御方法、及びサーボモータ制御用プログラムに関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来より、テーブルの上に非加工物（ワーク）を搭載し、テーブルを、サーボモータで連結機構を介して移動させるサーボモータ制御装置がある。テーブル及びワークは被駆動体となる。連結機構は、モータサーボに連結されたカップリングと、カップリングに固定されるボールねじとを有する。ボールねじはナットに螺合される。

このようなサーボモータ制御装置において、サーボモータの動力により駆動する被駆動体（移動体ともいう）の位置を補正する機能を有するサーボモータ制御装置がある。 20

【0003】

例えば特許文献 1 には、連結機構の連結部において被駆動体に作用する駆動力を推定し、推定された駆動力に基づき、位置指令値を補正することの記載がある。特許文献 2 には、サーボモータから移動体までの距離と、トルク指令値とからボールねじの伸縮量を計算し、その伸縮量からボールねじに螺着された移動体の位置補正量を計算し、その位置補正量によって位置指令値を補正することの記載がある。また、特許文献 3 には、サーボ制御装置は、ボールねじの、サーボモータから遠位側において作用する張力と、ボールねじを両端において支持する 1 対の固定部の間の距離と、サーボモータの近位側に設けられる固定部から移動体までの距離と、サーボモータに付与されるトルク指令に基づいて、ボールねじの伸縮量を計算し、算出されたボールねじの伸縮量に基づいて、送り軸の位置補正量を計算することの記載がある。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 109785 公報

【特許文献 2】特開 2014 - 13554 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 87880 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者らは、位置指令値を補正する場合に、停止、低速動作時において、推定される駆動力に反応して機械動作と関係のない補正が位置指令値に加わり、補正量の振れが生ずることを見出した。 40

本発明は、工作機械や産業機械において、さらに精度の高い被駆動体の位置制御が可能なサーボモータ制御装置、サーボモータ制御方法、及びサーボモータ制御用プログラム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】

【0006】

(1) 本発明に係るサーボモータ制御装置は、サーボモータと、

前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、 50

前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体へ伝える連結機構と、

前記被駆動体の位置指令値を生成する位置指令生成部と、

前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御するモータ制御部と、

前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第１の力推定値を推定する第１の力推定部と、

固定値となる第２の力推定値を推定する第２の力推定部と、

前記第１の力推定値の絶対値と、前記第２の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第１又は第２の力推定値を出力する選択部と、

前記選択部から出力された前記第１又は第２の力推定値に基づき、前記位置指令生成部により生成された前記位置指令値を補正するため補正量を生成する補正量生成部と、

を具備するサーボモータ制御装置である。

【０００７】

(２) 上記(１)のサーボモータ制御装置において、

前記補正量生成部は、前記選択部から出力された前記第１又は第２の力推定値と第１の係数との積と、前記選択部から出力された前記第１又は第２の力推定値と前記サーボモータから前記連結部までの距離と第２の係数との積と、の和を前記補正量とすることが望ましい。

(３) 上記(１)又は(２)のサーボ制御装置において、前記第２の力推定値は、推定する前記被駆動体に作用する駆動力を、前記位置指令生成部で作成された位置指令の方向に対応する符号のあらかじめ定めた一定値であることが望ましい。

(４) 上記(１)から(３)のいずれか(２)のサーボ制御装置において、前記第２の力推定値は、あらかじめ定めた一定値、若しくは前記位置指令生成部が作成した前記位置指令の指令速度又は指令加速度が所望の値以下の時に前記第１の力推定部にて推定された第１の力推定値の固定値とすることが望ましい。

(５) 上記(１)から(４)のいずれかのサーボ制御装置において、前記位置指令生成部により生成された位置指令値の指令速度若しくは指令加速度が所望の値を超える場合に、前記選択部から出力された値から前記第１の力推定部で推定した第１の力推定値に切り替える切り替え部を具備することが望ましい。

(６) 上記(１)から(５)のいずれかのサーボ制御装置において、前記選択部又は前記切り替え部により、前記第２の力推定値から前記第１の力推定値又は前記第１の力推定値から前記第２の力推定値に切り替えるときに、前記補正量生成部が生成した前記補正量にフィルタをかけることが望ましい。

(７) 上記(１)から(６)のいずれかのサーボ制御装置において、前記モータ制御部は、速度指令作成部とトルク指令作成部とを有し、

前記トルク指令作成部は少なくとも速度偏差を積算する積分器を有し、

前記選択部又は前記切り替え部により、前記第２の力推定値から前記第１の力推定値又は前記第１の力推定値から前記第２の力推定値に切り替えるときに、前記積分器の書き換えを行うことが望ましい。

【０００８】

(８) 本発明のサーボモータ制御装置のサーボモータ制御方法は、サーボモータと、

前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、

前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体へ伝える連結機構と、を備えたサーボモータ制御装置のサーボモータ制御方法において、

前記被駆動体の位置指令値を生成し、

前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第１の力推定値を推定し、

推定した前記第１の力推定値の絶対値と、固定値の第２の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第１又は第２の力推定値を選択し、

選択された前記第１又は第２の力推定値に基づき、生成された前記位置指令値を補正し

10

20

30

40

50

、

補正された前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御するサーボモータ制御方法である。

(9) 上記 (8) のサーボモータ制御方法において、前記位置指令値を補正するための位置指令補正值は、選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値と第 1 の係数との積と、選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値と前記サーボモータから前記連結部までの距離と第 2 の係数との積と、の和であることが望ましい。

(10) 上記 (8) 又は (9) のサーボモータ制御方法において、前記第 2 の力推定値は、推定する前記被駆動体に作用する駆動力を、位置指令の方向に対応する符号のあらかじめ定めた一定値であることが望ましい。

10

(11) 上記 (8) から (10) のいずれかのサーボモータ制御方法において、前記第 2 の力推定値は、あらかじめ定めた一定値、若しくは前記位置指令の指令速度又は指令加速度が所望の値以下の時に推定された第 1 の力推定値の固定値とすることが望ましい。

(12) 上記 (8) から (11) のいずれかのサーボモータ制御方法において、生成された位置指令値の指令速度若しくは指令加速度が所望の値を超える場合に、前記選択された力推定値から前記第 1 の力推定値に切り替えることが望ましい。

(13) 上記 (8) から (12) のいずれかのサーボモータ制御方法において、前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記位置指令値の補正值にフィルタをかけることが望ましい。

(14) 上記 (8) から (13) のいずれかのサーボモータ制御方法において、補正された前記位置指令値を用いて速度指令を作成し、作成された速度指令を用いてトルク指令を作成し、該トルク指令を用いて前記サーボモータを制御し、

20

前記トルク指令の作成は少なくとも速度偏差を積算する積分器を用いて行い、

前記第 2 の力推定値から前記第 1 の力推定値又は前記第 1 の力推定値から前記第 2 の力推定値に切り替えるときに、前記積分器の書き換えを行うことが望ましい。

【 0 0 0 9 】

(15) 本発明のサーボモータ制御用プログラムは、サーボモータと、

前記サーボモータにより駆動される被駆動体と、

前記サーボモータと前記被駆動体とを連結し、前記サーボモータの動力を前記被駆動体へ伝える連結機構と、を備えたサーボモータ制御装置のサーボモータ制御をコンピュータに実行させるサーボモータ制御用プログラムであって、

30

前記コンピュータに、

前記被駆動体の位置指令値を生成する処理と、

前記連結機構との連結部において前記被駆動体に作用する駆動力である第 1 の力推定値を推定する処理と、

推定した前記第 1 の力推定値の絶対値と、固定値の第 2 の力推定値の絶対値とを比較して、絶対値が大きい方の前記第 1 又は第 2 の力推定値を選択する処理と、

選択された前記第 1 又は第 2 の力推定値に基づき、生成された前記位置指令値を補正する処理と、

補正された前記位置指令値を用いて前記サーボモータを制御する処理と、
を実行させるサーボモータ制御用プログラムである。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、停止、低速動作時においても、推定される駆動力に反応して機械動作と関係のない補正が位置指令値に加わって生ずる補正量の振れを抑制し、精度の高い被駆動体の位置制御が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 前提技術となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 補正量の振れを説明する図である。

50

【図 3】本発明の第 1 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】図 3 の選択部の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 1 に示すサーボモータ制御装置の動作を示す特性図である。

【図 6】図 3 に示すサーボモータ制御装置の動作を示す特性図である。

【図 7】位置指令補正部の一構成例を含むサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】モータ制御部の一構成例及びボールねじの長さ（バネ要素の長さ）を求める距離計算部を含むサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】速度指令作成部の一構成例を示すブロック図である。

10

【図 10】トルク指令作成部の一構成例を示すブロック図である。

【図 11】図 3 に示したサーボモータ制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図 12】本発明の第 2 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 14】フィルタと、フィルタの切り替えスイッチとを示す図である。

【図 15】フィルタの切り替え動作を示すフローチャートである。

【図 16】本発明の第 4 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

20

【図 17】トルク指令作成部の構成を示すブロック図である。

【図 18】積分器の切り替え動作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】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

まず、本発明の実施形態の説明に先立って前提技術となるサーボモータ制御装置について説明する。

図 1 は前提技術となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。サーボモータ制御装置は、サーボモータ 50 で連結機構 60 を介してテーブル 70 を移動させ、テーブル 70 の上に搭載された被加工物（ワーク）を加工する。連結機構 60 は、サーボモータ 50 に連結されたカップリング 601 と、カップリング 601 に固定されるボールねじ 602 とを有し、ボールねじ 602 にナット 603 が螺合されている。サーボモータ 50 の回転駆動によって、ボールねじ 602 に螺着されたナット 603 がボールねじ 602 の軸方向に移動する。

30

【0013】

サーボモータ 50 の回転角度位置は、サーボモータ 50 に関連付けられた、位置検出部となるエンコーダ 40 によって検出され、検出された位置（位置検出値）は位置フィードバックとして利用される。なお、エンコーダ 40 は回転速度を検出可能であり、検出された速度（速度検出値）は速度フィードバックとして利用可能である。

サーボモータ制御装置は、図示しない上位制御装置や外部入力装置等から入力されるプログラムや命令に従って、サーボモータ 50 の位置指令値を作成する位置指令作成部 10 と、位置指令作成部 10 が作成した位置指令値とエンコーダ 40 が検出した位置検出値との差を求める減算器 80 と、この差と位置指令補正部 30 から出力される補正值とを加算する加算器 90 と、この加算値を用いてサーボモータ 50 のトルク指令値を作成するモータ制御部 20 と、を有する。

40

【0014】

サーボモータ 50 の駆動時には、連結機構 60 とテーブル 70 とに駆動力が作用し、これらは弾性変形するが、連結機構 60 はテーブル 70 と比較して剛性が低いため、全体の弾性変形のうち、連結機構 60 の弾性変形が大部分の割合を占める。連結機構 60 が弾性変形すると、サーボモータ 50 を指令値通りに回転させた場合であっても、テーブル 70

50

の位置に弾性変形量分の誤差が生じる。このため、この誤差を解消するために、連結機構 60 の弾性変形量分だけ位置指令値を補正する。連結機構 60 の弾性変形量は、テーブル 70 (ナット 603) と連結機構 60 との連結部においてテーブル 70 に作用する駆動力に比例し、駆動力は連結部において作用する駆動トルクにより表すことができる。

位置指令補正部 30 は、補正量生成部 301 と力推定部 302 とを有する。力推定部 302 は、トルク指令値を用いて連結部において駆動体に作用する駆動力 (駆動トルク) を推定する。補正量生成部 301 は、力推定部 302 により推定された駆動力に基づき、位置指令生成部 10 により生成された位置指令値を補正するための補正量を生成し補正値を出力する。

【 0015 】

10

本発明者らは図 1 に示した前提技術のサーボモータ制御装置は、停止、低速動作時においても、推定される駆動力に反応して機械動作と関係のない補正が位置指令値に加わり、図 2 に示すように補正量の振れが生ずる場合があることを見出した。本発明者らは、停止、低速動作時に、力推定部において推定する駆動力 (トルク) の値 (以下では第 1 の推定値と呼ぶ) に応じて、指令方向を考慮してあらかじめ定めた値、あるいは停止時又は低速動作時に推定された負荷トルク (以下では第 2 の推定値と呼ぶ) に推定負荷トルクを固定すれば、補正量の振れを抑制できることを見出した。

【 0016 】

以下、補正量の振れを抑制する本発明のサーボモータ制御装置の実施形態について説明する。以下に説明する本実施形態のサーボモータ制御装置が適用される機械は、レーザー加工機、放電加工機、切削加工機等の工作機械であるが、本発明のサーボモータ制御装置はロボット等の産業機械等にも適用可能である。

20

【 0017 】

(第 1 の実施形態)

図 3 は本発明の第 1 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 3 において、図 1 のサーボモータ制御装置の構成部材と同一構成部材については同一符号を付して説明を省略する。

図 3 に示すように、本実施形態では、位置指令補正部 31 は図 1 に示した位置指令補正部 30 に比べて、力推定部 303 及び選択部 304 を備えている。

力推定部 302 は、既に説明したように、モータ制御部 20 から出力されるトルク指令値を用いて連結部において駆動体に作用する駆動力 (駆動トルク) を推定して出力する。この推定した負荷トルクの値が第 1 の推定値である。なお、駆動力の推定はこれに限定されず、例えば特許文献 1 (特開 2014 - 109785 号公報) に記載されるように、加減速トルク、外乱トルク等をさらに加えて駆動力を推定したり、トルク指令値でなく、モータ電流を検出する電流検出部の出力を用いてモータトルクを算出して駆動力を推定してもよい。

30

【 0018 】

力推定部 303 は、あらかじめ定めた一定値を設定して、又は所定の条件を満たした際の負荷トルクを設定して、出力する。この一定値又は負荷トルクが固定値となる第 2 の推定値である。あらかじめ定めた一定値は主に、被駆動体にかかる静摩擦力である。一定値は、位置指令生成部 10 で作成された位置指令の方向に対応する符号のあらかじめ定めた値であり、基本的に静止時摩擦力に相当する力の値とする。所定の条件を満たした際の負荷トルクとは、位置指令値の指令速度、あるいは指令加速度が所望の値以下時 (例えば停止時) の負荷トルクである。この負荷トルクは第 1 の力推定部となる力推定部 302 にて推定された固定値である。

40

【 0019 】

選択部 304 は、力推定部 302 から出力される第 1 の推定値の絶対値と、力推定部 303 から出力される第 2 の推定値の絶対値との比較を行い、絶対値の大きい方の第 1 の推定値又は第 2 の推定値を補正量生成部 301 に出力する。図 4 のブロック図に示すように、選択部 304 は、力推定部 302 から出力される第 1 の推定値の絶対値と、力推定部 3

50

03 から出力される第2の推定値の絶対値とが入力され、第1の推定値の絶対値と第2の推定値の絶対値とを比較する絶対値比較部3041、及び第1の推定値と第2の推定値とを切り替えるスイッチ3042を備えている。

絶対値比較部3041は比較結果により第1の推定値の絶対値が大きい場合は第1の推定値に切り替え、第2の推定値の絶対値が大きい場合は第2の推定値に切り替えるように切り替え信号をスイッチ3042に送る。

【0020】

補正量生成部301は、選択部304から出力された推定負荷トルクに基づいて補正量を生成し、加算器90に出力する。このようにして、低負荷トルク時の補正値をほぼ一定値に固定する。

10

【0021】

本実施形態では、第2の推定値の絶対値が第1の推定値の絶対値を下回る低負荷トルク帯では、第2の推定値より計算した補正量で位置補正を行い、第1の推定値の絶対値が第2の推定値の絶対値を上回った際には、第1の推定値より計算した補正量で位置補正を行う。停止時には、負荷トルクが基本的に小さくなるため、第2の推定値より計算した補正量でクランプされ、補正量の振れが改善される。

【0022】

以下、図5及び図6の特性図を用いて本実施形態のサーボモータ制御装置の作用について説明する。

図1に示すサーボモータ制御装置は、ボールネジの長さの影響を考慮しない場合には、図5に示すように負荷トルクと補正量とが比例関係にあり、指令の停止時に負荷トルクに変化があった際に、位置補正量も変化してしまう。

20

【0023】

本実施形態では図6に示すように、力推定部302から出力される第1の推定値の絶対値が、力推定部303から出力される第2の推定値の絶対値よりも小さい場合には、ボールネジの長さの影響を考慮しない場合には、位置補正量が一定となり、低い負荷トルクでは補正量が更新されない不感帯として働くことになる。よって、指令の停止時に負荷トルクに変化があった際でも位置補正量の変化を抑制することができる。

第2の推定値が条件（位置指令値の指令速度又は指令加速度が所望の値以下）を満たした際の推定負荷トルクの場合、条件を満たした際の推定負荷トルクから定まる実線の特性（図6）で補正を行う。位置指令値の指令速度、指令加速度が所望の値を超え、再び所望の値以下となった場合に第2の推定値は更新される。

30

第2の推定値があらかじめ定めた一定値の場合は、この一定値より定まる実線の特性（図6）で補正を行う。

【0024】

以上説明したように、図3に示したサーボモータ制御装置では、第1の推定値の絶対値が、第2の推定値の絶対値よりも小さい場合に、機械の弾性変形量を計算するのに固定値となる第2の推定値を用いる。こうすることで、サーボモータの動作に関係しない補正量を印加せず、ロストモーションに対する補正のみを行うことができる。

【0025】

40

図7は位置指令補正部の一構成例を含むサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図7の位置指令補正部32の推定負荷トルク計算部308は図3の力推定部302に対応し、図7のねじれ係数乗算部305、ボールねじ長さ乗算部307、形状係数乗算部306、及び加算部309は図3の補正量生成部301に対応する。形状係数はボールねじの単位長さあたりの伸縮量を示す。本実施形態では、連結機構（カップリング、ボールねじ）に発生する回転軸まわりのねじり弾性変形と軸方向の伸縮弾性変形を推定される負荷トルク又は固定値に基づいて算出し、弾性変形に起因するロストモーションを位置指令値に対して補正する。この例ではボールねじ長さ乗算部307の入力側で第1の推定値又は第2の推定値としているので、位置補正量にボールねじの長さに対する依存性を待たせることができる。この際、軸方向の弾性変形はサーボモータから被駆動体までの距離

50

に依存し、移動位置の積算値によりこの距離を推定する。

【 0 0 2 6 】

推定負荷トルクを T 、ねじれ係数を α とすると、連結部のねじれに関する補正量は $\alpha \cdot T$ となり、推定負荷トルクを T 、ボールねじの長さを d 、形状係数を β とするとボールねじの伸縮に関する補正量は $d \cdot \beta \cdot T$ となる。そして、これらの補正を加算部 3 0 9 で加算した合計の補正量が $\alpha \cdot T + d \cdot \beta \cdot T$ となる。

【 0 0 2 7 】

図 8 はモータ制御部 2 0 の一構成例及びボールねじの長さ（バネ要素の長さ）を求める距離計算部 1 3 0 を含むサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 7 のボールねじ長さ乗算部 3 0 7 で乗算されるボールねじの長さ（バネ要素の長さ）は距離計算部 1 3 0 により算出される。図 7 のモータ制御部 2 0 は速度指令作成部 2 0 1 と減算部とトルク指令作成部 2 0 2 とを有する。

【 0 0 2 8 】

あらかじめ定める一定値は、基本的に機械の停止時にモータにかかる軸上の力を測定して設定する。この設定した力は、外乱（外力）が無い場合は機械の停止時に被駆動体にかかる静摩擦力に相当し、最大静摩擦力以下の値となる。この設定により、停止状態による多少の誤差はあるが、駆動力の推定を停止して一定値としても、機械の停止時にかかる静摩擦力により生じた弾性変形量に相当する補正をかけることができる。機械の低速時にも同様に、機械の低速時にモータにかかる軸上の力を測定して設定することができる。

停止時（又は低速時）においても、補正量そのものではなく、推定負荷トルクを固定化することにより、ボールねじの長さに対するボールねじの弾性変形量の変化（ボールねじが長い（被駆動体までの距離が遠い）場合はねじれ量が増える、短い場合はねじれ量が減る）を補正に反映することができる。

補正量の計算は、（補正量）＝{（形状係数×ボールねじの長さ）＋ねじれ係数}×（推定負荷トルク）であり、推定負荷トルクを固定値に切り替えても、ボールねじの長さに依存した補正がかかることになる。

ボールねじの長さ d はサーボモータから連結機構までのボールねじの長さであり、テーブルの位置により変わる。

【 0 0 2 9 】

図 9 は速度指令作成部 2 0 1 の一構成例を示すブロック図である。図 8 に示すように、位置指令作成部 1 0 は位置指令値を作成し、位置指令値と位置フィードバックされた検出位置との差を減算器 8 0 で求め、その差に補正量を加算器 9 0 で加え、補正量を加えた差を、図 9 に示す、微分器 2 0 1 1 と位置制御ゲイン 2 0 1 3 とに入力する。加算器 2 0 1 4 は、微分器 2 0 1 1 の出力に係数を乗算した係数部 2 0 1 2 の出力と、位置制御ゲイン 2 0 1 3 の出力との加算値を速度指令値として出力する。速度指令値は速度フィードバックされた検出速度との差を減算器 1 0 0 で求める。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 はトルク指令作成部 2 0 2 の一構成例を示すブロック図である。トルク指令作成部 2 0 2 は、減算器 1 0 0 と接続される比例ゲイン 2 0 2 3、積分器 2 0 2 1、積分器 2 0 2 1 と接続される積分ゲイン 2 0 2 2、及び比例ゲイン 2 0 2 3 の出力と積分ゲイン 2 0 2 2 の出力とを加算し、トルク指令としてサーボモータ 5 0 に出力する加算器 2 0 2 4 を備えている。積分器 2 0 2 1 は入力を積分する。積分ゲイン 2 0 2 2 は積分器 2 0 2 1 の出力に係数を乗算し、比例ゲイン 2 0 2 3 は入力に係数を乗算する。なお、積分ゲイン 2 0 2 2 と積分器 2 0 2 1 は並び順を変えてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 1 1 は図 3 に示したサーボモータ制御装置の動作を示すフローチャートである。ステップ S 1 0 1 において、力推定部 3 0 2 で推定負荷トルク（第 1 の推定値）を計算する。ステップ S 1 0 2 において、第 1 の推定値の絶対値が第 2 の推定値の絶対値より小さいかどうかを判断し、第 1 の推定値の絶対値が第 2 の推定値の絶対値より小さい場合は（ステップ S 1 0 2 の Y E S の場合）、第 2 の推定値で位置補正値を計算し（ステップ S 1 0 3

10

20

30

40

50

)、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 3 2 】

一方、第 1 の推定値の絶対値が第 2 の推定値の絶対値より大きい場合は (ステップ S 1 0 2 の N O の場合)、第 1 の推定値で位置補正值を計算し (ステップ S 1 0 5)、ステップ S 1 0 4 に進む。ステップ S 1 0 4 において、位置指令生成部 1 0 からの位置指令値と位置フィードバックの検出位置との差を、補正量生成部 3 0 1 で計算された位置補正量で補正する。そして、ステップ S 1 0 6 で補正された、位置指令値と検出位置との差に基づいてモータ制御部 2 0 によりサーボモータ 5 0 を制御する。

(第 2 の実施形態)

図 1 2 は本発明の第 2 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

10

図 1 2 に示すように、本実施形態のサーボモータ制御装置では、位置指令補正部 3 2 は、図 3 に示したサーボモータ制御装置の位置指令補正部 3 1 に切り替え部となるスイッチ 3 1 0 が追加され、スイッチ 3 1 0 は、位置指令作成部 1 0 が作成した位置指令値を受けて、位置指令値の指令速度 (位置指令速度) を生成する位置指令速度判断部 1 2 0 によって切り替えられる。

【 0 0 3 3 】

位置指令速度判断部 1 2 0 は、指令速度 (絶対値) が所望の値以下 (0 を含む) のときには、補正量生成部 3 0 1 の入力端が選択部 3 0 4 の出力端と接続されるように切り替え、指令速度 (絶対値) が所望の値を超えるとときには、補正量生成部 3 0 1 の入力端が力推定部 3 0 2 の出力端と接続されるように切り替えるように切り替え信号をスイッチ 3 1 0 に送る。位置指令値の指令速度の代わりに位置指令値の指令加速度を用いてよく、その場合には、位置指令速度判断部 1 2 0 を、位置指令作成部 1 0 が作成した位置指令値を受けて、位置指令値の指令加速度 (位置指令加速度) を生成する位置指令加速度判断部に置き換える。位置指令加速度判断部の機能は指令速度を指令加速度に置き換えた点を除いて位置指令速度判断部 1 2 0 の機能と同じである。

20

本実施形態では、指令速度 (絶対値) が所望の値を超えるとときには、低負荷トルクのためにもクランプされないようにすることができる。

【 0 0 3 4 】

(第 3 の実施形態)

30

第 1 の実施形態のサーボモータ制御装置では、選択部 3 0 4 で第 2 の推定値から第 1 の推定値 (推定負荷トルク)、又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替えると、切り替え時に補正量が不連続に変わる場合がある。不連続な補正量は不連続な速度指令になり、不連続なトルク指令を生じさせる。この補正量の不連続を防止するために位置指令補正部 3 1 の出力にフィルタ 1 1 0 を設ける。補正量をローパスフィルタに通すことで、不連続な値を緩やかに追従させることができる。

図 1 3 は本発明の第 3 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 3 のサーボモータ制御装置の構成は、フィルタ 1 1 0 が設けられている点を除くと図 3 のサーボモータ制御装置の構成と同じであり、同一の構成部材については同一符号を付し説明を省略する。フィルタ 1 1 0 としてはローパスフィルタを用いることができる。

40

【 0 0 3 5 】

上述したように、補正量生成部 3 0 1 と加算器 9 0 との間にフィルタ 1 1 0 を接続することで補正量の不連続を防止することが可能となる。しかし、図 1 4 に示す切り替えスイッチ 1 1 1 により、選択部 3 0 4 で第 2 の推定値から第 1 の推定値 (推定負荷トルク) 又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える時のみ補正量生成部 3 0 1 と加算器 9 0 との間にフィルタ 1 1 0 を接続し、選択部 3 0 4 による切り替え後は切り替えスイッチ 1 1 1 により補正量生成部 3 0 1 と加算器 9 0 との間を接続してフィルタ 1 1 0 を介さないようにしてもよい。切り替えスイッチ 1 1 1 の切り替えは図 4 等 に示す選択部 3 0 4 の絶対値比較部 3 0 4 1 による指示信号に基づいて行い、選択部 3 0 4 により第 2 の推定値から

50

第 1 の推定値（推定負荷トルク）又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える時に切り替えスイッチ 1 1 1 の切り替えを行う。

図 1 5 はフィルタ 1 1 0 の切り替え動作を示すフローチャートである。ステップ S 2 0 1 で選択部 3 0 4 により第 2 の推定値から第 1 の推定値に切り替えられる場合に（ステップ S 2 0 1 の Y E S）、ステップ 2 0 2 で、フィルタをかけるように切り替えスイッチ 1 1 1 を切り替え、その後、補正量の不連続が解消されたときに、ステップ 2 0 3 でフィルタをかけないように切り替えスイッチ 1 1 1 を切り替える。図 1 5 では選択部 3 0 4 により第 2 の推定値から第 1 の推定値に切り替えられる場合について説明したが、選択部 3 0 4 により第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替えられる場合には、ステップ 2 0 1 で選択部 3 0 4 により第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替えられたかどうかを判断する。

10

【 0 0 3 6 】

以上説明は、図 3 のサーボモータ制御装置の構成にフィルタ、又はフィルタと切り替えスイッチを追加した例について説明したが、図 1 2 のサーボモータ制御装置の構成にフィルタ、又はフィルタと切り替えスイッチを追加してもよい。この場合には、選択部 3 0 4 が第 2 の推定値から第 1 の推定値（推定負荷トルク）又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える場合と、選択部 3 0 4 が第 2 の推定値を選択し、スイッチ 3 1 0 で第 2 の推定値から第 1 の推定値（推定負荷トルク）又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える場合とがある。フィルタと切り替えスイッチを追加するときには、切り替えスイッチ 1 1 1 の切り替えは図 4 に示す選択部 3 0 4 の絶対値比較部 3 0 4 1 又は位置指令速度判断部 1 2 0 による指示信号に基づいて行う。選択部 3 0 4 により第 2 の推定値から第 1 の推定値（推定負荷トルク）又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える時に切り替えスイッチ 1 1 1 の切り替えを行うか、位置指令速度判断部 1 2 0 によりスイッチ 3 1 0 で第 2 の推定値から第 1 の推定値（推定負荷トルク）又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える時に切り替えスイッチ 1 1 1 の切り替えを行う。位置指令速度判断部 1 2 0 を、位置指令作成部 1 0 が作成した位置指令値を受けて、位置指令値の指令加速度（位置指令加速度）を生成する位置指令加速度判断部に置き換えてもよい。

20

【 0 0 3 7 】

（第 4 の実施形態）

第 3 の実施形態のサーボモータ制御装置では、補正量の不連続を防止するために位置指令補正部 3 1 の出力にフィルタ 1 1 0 を設けたが、フィルタの代わりに図 1 0 に示すトルク指令作成部 2 0 2 の積分器 2 0 2 1 の書き換えを行い、トルク指令値が連続になるようにしてもよい。本実施形態において、積分器 2 0 2 1 の書き換えとともに位置指令補正部 3 1 の出力にフィルタ 1 1 0 を設けてもよい。選択部 3 0 4 で第 2 の推定値から第 1 の推定値（推定負荷トルク）、又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替えたときに位置指令値を補正する補正量が入ると、速度指令値の変化が発生する。この速度指令値の変化によりトルク指令値が変化しないように、積分器の書き換えを行い、トルク指令値が連続になるようにする。

30

【 0 0 3 8 】

図 1 6 は本発明の第 4 の実施形態となるサーボモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 6 のサーボモータ制御装置の構成は、図 4 示す選択部 3 0 4 の絶対値比較部 3 0 4 1 がトルク指令作成部 2 0 2 に積分器の書き換え指示を送っている点を除くと図 8 のサーボモータ制御装置の構成と同じであり、同一の構成部材については同一符号を付し説明を省略する。図 1 7 はトルク指令作成部 2 0 2 の構成を示すブロック図である。図 1 7 に示すように、積分器 2 0 2 1 に書き換え指示が送られる。

40

【 0 0 3 9 】

書き換え指示は、図 3 等示す選択部 3 0 4 により第 2 の推定値から第 1 の推定値又は第 1 の推定値から第 2 の推定値に切り替える時に送られる。積分器 2 0 2 1 の書き換えは書き換え指示に基づいて以下のように行われる。

トルク指令値 TCMD は、Vcmd を速度指令値、Vfb を検出速度、k p を比例ゲイン、k i を積分ゲインとすると、

50

【数 1】

$$TCMD = \Sigma (Vcmd - Vfb) \times ki + (Vcmd - Vfb) \times kp$$

であらわされる。

【0040】

補正量の更新停止から補正量の更新を再開ときに、トルク指令値TCMDはTCMD(1)からTCMD(2)になる。

【数 2】

$$TCMD(1) = \Sigma (Vcmd(1) - Vfb(1)) \times ki + (Vcmd(1) - Vfb(1)) \times kp$$

10

$$\begin{aligned} TCMD(2) &= \Sigma (Vcmd(2) - Vfb(2)) \times ki + (Vcmd(2) - Vfb(2)) \times kp \\ &= (TCMD(1) + (Vcmd(2) - Vfb(2))) \times ki + (Vcmd(2) - Vfb(2)) \times kp \end{aligned}$$

【0041】

本実施形態では、トルク指令値TCMD(2)のTCMD(1)+(Vcmd(2) - Vfb(2))を以下の数3に書き換える。

【数 3】

$$(TCMD(1) - (Vcmd(2) - Vfb(2)) \times kp) / ki$$

20

すると、書き換えられたトルク指令値TCMD'(2)はTCMD(1)と同じになり、トルク指令の不連続は生じない。

【0042】

図18は積分器2021の切り替え動作を示すフローチャートである。ステップS301で選択部304により第2の推定値から第1の推定値に切り替えられる場合に(ステップS301のYES)、ステップ302で、積分器の書き換えを行う。その後、補正量の不連続が解消されたときに、ステップ303で積分器の書き換えを元に戻す。図18では選択部304により第2の推定値から第1の推定値に切り替えられる場合について説明したが、選択部304により第1の推定値から第2の推定値に切り替えられる場合には、ステップ301で選択部304により第1の推定値から第2の推定値に切り替えられたかどうかを判断する。

30

【0043】

以上の本実施形態の説明は、図8のサーボモータ制御装置の構成において、選択部304の絶対値比較部3041がトルク指令作成部202に積分器の書き換え指示を送っている例について説明したが、図8のサーボモータ制御装置の構成に図12のサーボモータ制御装置の位置指令速度判断部120とスイッチ310を追加した場合にも本実施形態の構成が適用できる。この場合には、選択部304が第2の推定値から第1の推定値(推定負荷トルク)又は第1の推定値から第2の推定値に切り替える場合と、選択部304が第2の推定値を選択し、スイッチ310で第2の推定値から第1の推定値(推定負荷トルク)又は第1の推定値から第2の推定値に切り替える場合とがある。

40

【0044】

積分器の書き換え指示は、図4に示す選択部304の絶対値比較部3041又は位置指令速度判断部120による指示信号に基づいて行う。選択部304により第2の推定値から第1の推定値(推定負荷トルク)又は第1の推定値から第2の推定値に切り替える時に積分器の書き換えを行うか、位置指令速度判断部120によりスイッチ310で第2の推定値から第1の推定値(推定負荷トルク)又は第1の推定値から第2の推定値に切り替える時に積分器の書き換えを行う。位置指令速度判断部120を、位置指令作成部10が作成した位置指令値を受けて、位置指令値の指令加速度(位置指令加速度)を生成する位置

50

指令加速度判断部に置き換えてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、以上説明した各実施形態において、機械の弾性変形に対する補正の他に、機械のガタに相当する補正がある。機械のガタに相当する補正は、モータ回転の反転時近傍の低負荷トルク範囲で主として起きる。したがって、切り替え部となるスイッチ 3 1 0 を設けない場合に低負荷トルク範囲で常に第 1 の推定値よりも大きい第 2 の推定値で位置補正量を計算する本実施形態によって、モータ回転の反転時に即時に補正が入り機械のガタに相当する位置補正を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

各実施形態において、あらかじめ定める一定値は、基本的に機械の停止時にモータにかかる軸上の力を測定して設定する。この設定した力は、外乱（外力）が無い場合は機械の停止時に被駆動体にかかる静摩擦力に相当し、最大静摩擦力以下の値となる。この設定により、停止状態による多少の誤差はあるが、駆動力の推定を停止して固定値としても、機械の停止時にかかる静摩擦力により生じた弾性変形量に相当する補正をかけることができる。また、多くの固定値より大きい負荷がかかった場合は、推定された負荷トルクの値（第 1 の推定値）で補正を行う。

【 0 0 4 7 】

位置指令値の指令速度又は指令加速度が所望の値以下となった際の負荷トルクを第 2 の推定値 2 とする際は、この第 2 の推定値を第 1 の推定値 1 が絶対値的に上回るまで固定値の第 2 の推定値を負荷トルクとして補正を行う。この際の第 2 の推定値は、位置指令値の指令速度又は指令加速度が所望の値を超え、再び位置指令値の指令速度又は指令加速度が所望の値以下となった際に、その時の推定された負荷トルクに更新される。

あらかじめ定めた一定値、又は位置指令値の条件を満たした際の負荷トルクの値のどちらを第 2 の推定値としても、ある大きさのトルク以下の変化を補正に影響させない不感帯の役目がある。図 1 2 に示したスイッチ 3 1 0 のような切り替え部を具備する場合は、位置指令の指令速度、指令加速度が所望の値以下となった場合のみの不感帯として働く。

【 0 0 4 8 】

各実施形態においては、推定される負荷トルクが小さい場合に、機械の弾性変形量を計算するのに用いる推定負荷トルクをクランプする。

こうして、各実施形態では、サーボモータの動作に関係しない補正量を印加せず、ロストモーションに対する補正のみを行うことができる。補正量にボールネジの長さに対する依存性を待たせることができる。

【 0 0 4 9 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、サーボモータ制御装置はその機能の全部又は一部をハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。ハードウェアで構成する場合、サーボモータ制御装置の補正量生成部 3 0 1、力推定部 3 0 2、3 0 3、選択部 3 0 4、位置指令生成部 1 0、モータ制御部 2 0 の一部又は全部を、例えば、L S I (Large Scale Integrated circuit)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、ゲートアレイ、F P G A (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路（I C）で構成することができる。

【 0 0 5 0 】

ソフトウェアによって実現する場合、サーボモータ制御装置の一部又は全部を、C P U とプログラムを記憶したハードディスク、R O M 等の記憶部とを含むコンピュータで構成して、図 3、図 4、図 7 - 図 1 0 のブロック図と図 1 1 のフローチャートに沿ったプログラム、図 1 2 のブロック図、図 1 3、図 1 4 のブロック図と図 1 5 のフローチャートに沿ったプログラム、図 1 6 及び図 1 7 のブロック図と図 1 8 のフローチャートのフローチャートに沿ったプログラムに従い、演算に必要な情報を R A M 等の第 2 の記憶部に記憶し、処理を実行することでサーボモータ制御装置の一部又は全部の動作をプログラムで実行こ

10

20

30

40

50

とができる。プログラムは、プログラムが記録されたＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ、フラッシュメモリ等の外部記憶媒体からハードディスク等の記憶部に読み込むことができる。

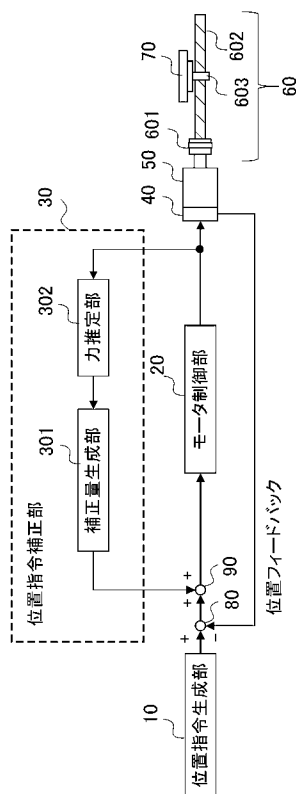
【符号の説明】

【００５１】

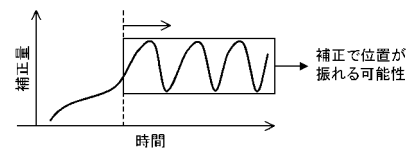
- １０ 位置指令生成部
- ２０ モータ制御部
- ３０、３１、３２ 位置指令補正部
- ４０ エンコーダ
- ５０ サーボモータ
- ６０ 連結機構
- ７０ テーブル
- ３０１ 補正量生成部
- ３０２、３０３ 力推定部
- ３０４ 選択部
- ３１０ スイッチ

10

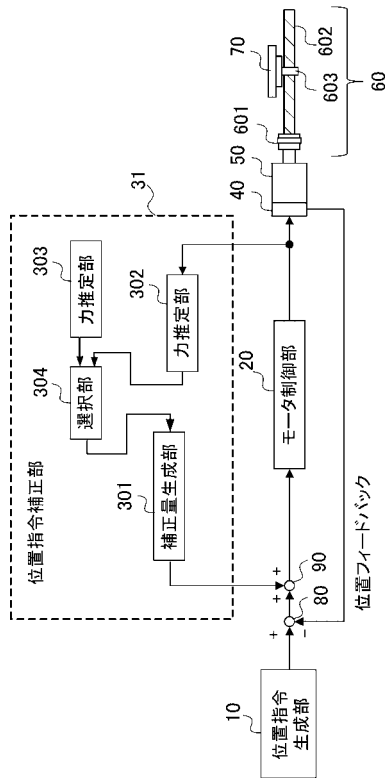
【図１】



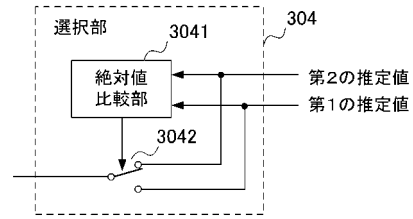
【図２】



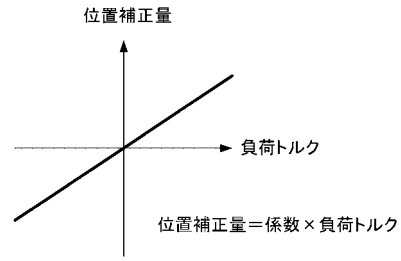
【図 3】



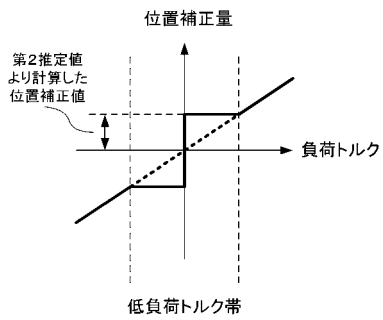
【図 4】



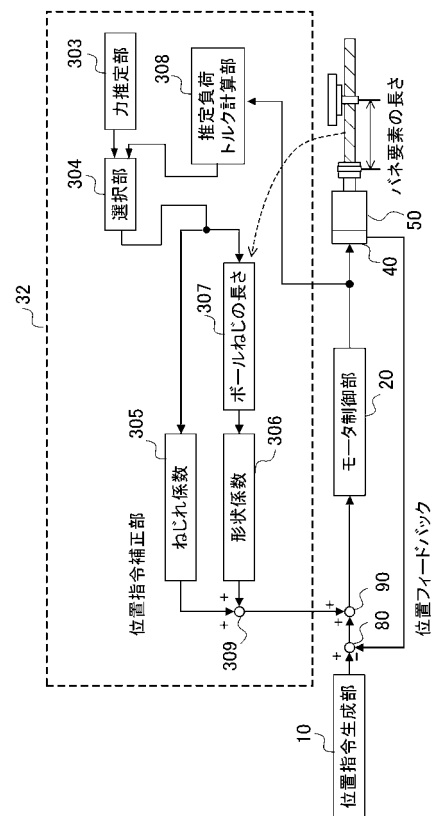
【図 5】



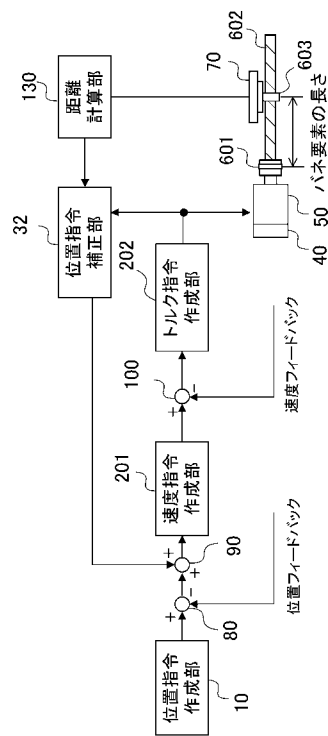
【図 6】



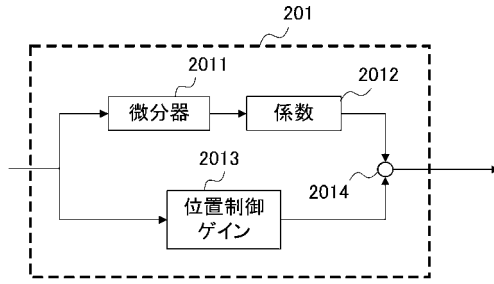
【図 7】



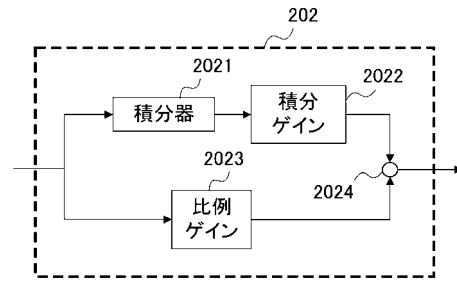
【図 8】



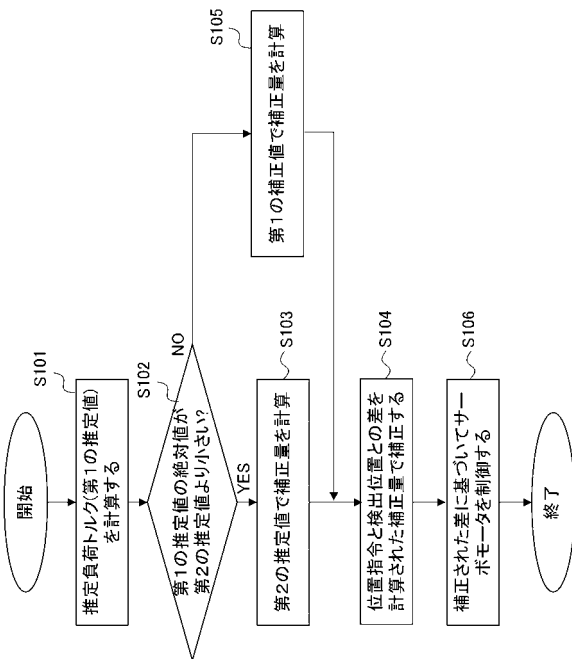
【図 9】



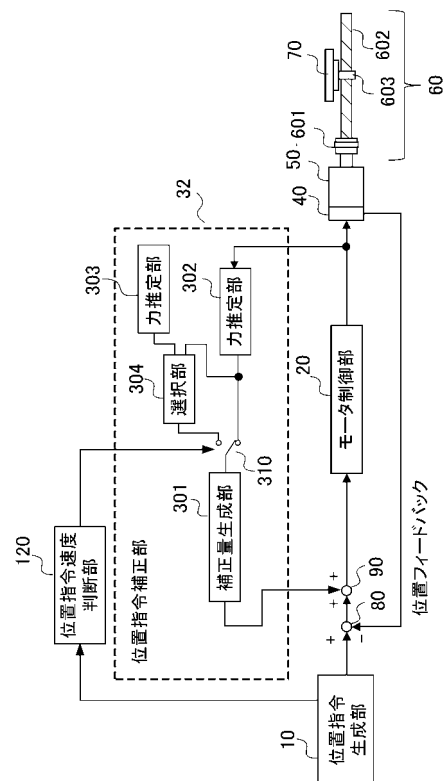
【図 10】



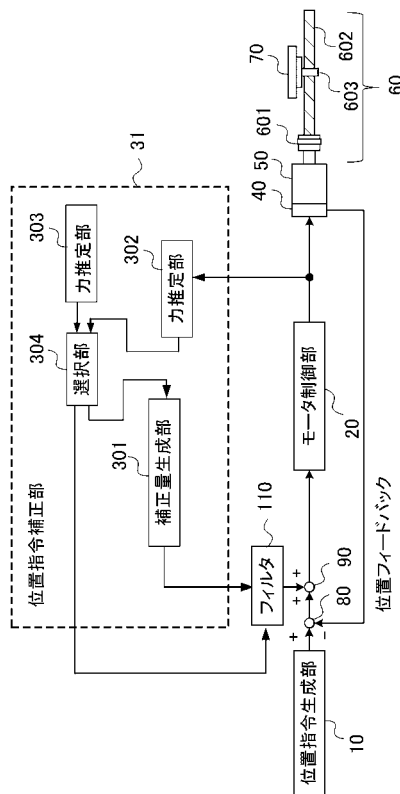
【図 11】



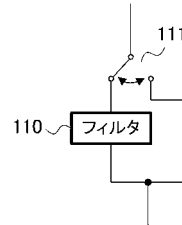
【図 12】



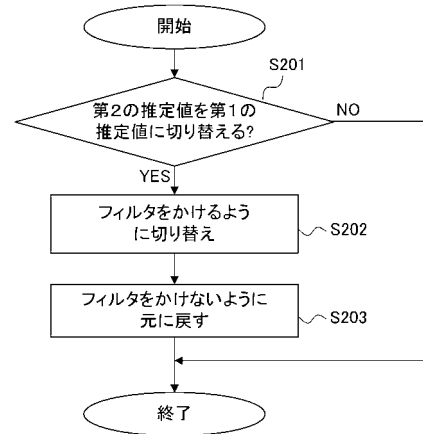
【図 13】



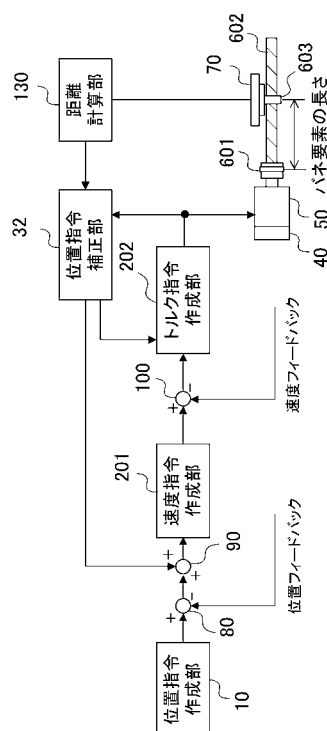
【図 14】



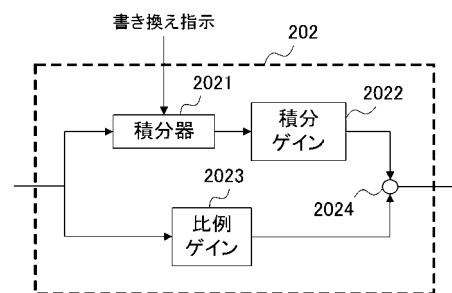
【図 15】



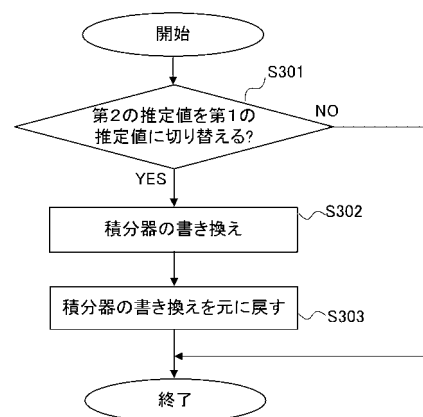
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 猪飼 聡史

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5H303 AA01 AA02 CC01 DD01 GG04 JJ02 KK01 KK17