

(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2007-334614

(P2007-334614A)

(43) 公開日 平成19年12月27日(2007.12.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05B 11/32 (2006.01)	G05B 11/32 F	5H004
G05D 3/12 (2006.01)	G05D 3/12 305V	5H303

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2006-165382 (P2006-165382)
 (22) 出願日 平成18年6月14日 (2006.6.14)

(71) 出願人 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (72) 発明者 大田 清太郎
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 中村 裕司
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 Fターム(参考) 5H004 GA03 GA07 HA07 HB07 KB02
 KB04 KB06 KB32 MA12
 5H303 BB06 CC05 DD01 KK02 KK03
 KK04 KK28

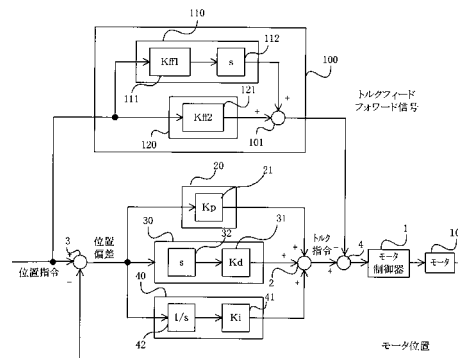
(54) 【発明の名称】 位置制御装置

(57) 【要約】

【課題】 外乱抑圧特性を下げることなくオーバシュートを小さくすることができる位置制御装置を提供する。

【解決手段】 位置指令とモータ位置の位置偏差を比例演算し第1トルク指令を生成する比例演算器(20)と、位置偏差を積分演算し第2トルク指令を生成する積分演算器(40)と、位置偏差を微分演算し第3トルク指令を生成する微分演算器(30)と、第1トルク指令と第2トルク指令と第3トルク指令を加算してトルク指令を生成する加算器(2)とを備えた位置制御装置において、位置指令からフィードフォワード信号を生成するフィードフォワード制御器(100)と、トルク指令からフィードフォワード信号を減算し新たなトルク指令を生成する差分器(4)と、を備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位置指令とモータ位置の位置偏差を比例演算し第 1 トルク指令を生成する比例演算器と、前記位置偏差を積分演算し第 2 トルク指令を生成する積分演算器と、前記位置偏差を微分演算し第 3 トルク指令を生成する微分演算器と、前記第 1 トルク指令と前記第 2 トルク指令と前記第 3 トルク指令を加算してトルク指令を生成する加算器とを備えた位置制御装置において、

前記位置指令からフィードフォワード信号を生成するフィードフォワード制御器と、前記トルク指令から前記フィードフォワード信号を減算し新たなトルク指令を生成する差分器と、
を備えることを特徴とする位置制御装置。

10

【請求項 2】

前記フィードフォワード制御器は、前記位置指令を比例演算し第 1 F F 信号を生成する F F 比例演算器と、前記位置指令を微分演算し第 2 F F 信号を生成する F F 微分演算器と、前記トルク指令から前記第 1 F F 信号と前記第 2 F F 信号の少なくとも一方を減算し新たなトルク指令を生成する差分器と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載の位置制御装置。

【請求項 3】

前記第 2 F F 信号から新たな第 2 F F 信号を生成するローパスフィルタを備えることを特徴とする請求項 2 記載の位置制御装置。

20

【請求項 4】

前記フィードフォワード制御器は、前記位置制御装置の伝達関数の零点を打ち消すように設定することを特徴とする請求項 1 記載の位置制御装置。

【請求項 5】

前記 F F 微分演算器のゲインは、位置偏差を微分演算し第 3 トルク指令を生成する微分演算器のゲインと略同じに設定することを特徴とする請求項 2 記載の位置制御装置。

【請求項 6】

前記 F F 比例演算器のゲインは、位置偏差を比例演算し第 1 トルク指令を生成する比例演算器のゲインと略同じに設定することを特徴とする請求項 2 記載の位置制御装置。

【請求項 7】

前記 F F 比例演算器のゲインは、任意の値を設定することを特徴とする請求項 2 記載の位置制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットや工作機械などの制御装置、特に位置指令に対してオーバシュートを小さくする必要のある位置制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、位置制御装置には、比例演算、積分演算、および微分演算を組み合わせてモータを制御する P I D 制御が用いられている。例えば、図 7 は特許文献 1 に開示されたサーボ機構制御装置である。図 7 において 1 1 2 は命令位置発生器、1 1 4 はエラー検出器、1 1 6 はコントローラ、1 1 8 はアクチュエータ、1 2 0 はシステムと位置フィードバック装置である。コントローラの利得（ゲイン）を変更可能にすることによりサーボ特性の性能改善をするというものである。

40

図 3 は従来の位置制御装置のブロック図である。図において、1 0 はモータ、1 はモータ制御器、2 は加算器、3 は差分器、2 0 は比例演算器、2 1 は比例ゲイン K_p 、3 0 は微分演算器、3 1 は微分ゲイン K_d 、3 2 は微分器、4 0 は積分演算器、4 1 は積分ゲイン K_i 、4 2 は積分器である。図 3 において、差分器 3 は位置指令とモータ 1 0 のモータ位置とを入力して位置偏差を出力する。比例演算器 2 0 は差分器 3 の出力である位置偏差

50

を入力し、比例ゲイン K_p を乗じた信号を出力する。微分演算器 30 は差分器 3 の出力である位置偏差を入力し、微分器 32 で微分演算を行い、微分ゲイン K_d を乗じた信号を出力する。積分演算器 40 は差分器 3 の出力である位置偏差を入力し、積分器 42 で積分演算を行い、積分ゲイン K_i を乗じた信号を出力する。そして、比例演算器 20 の出力と微分演算器 30 の出力と積分演算器 40 の出力を加算器 2 で加算してトルク指令を算出し、モータ制御器 1 の制御入力信号を生成するというものである。

このように従来 of 位置制御装置は位置偏差の比例演算、微分演算、積分演算を行い、モータ 1 の制御入力を生成してモータ 1 を制御する。

【特許文献 1】特表 2002 - 531885 号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

図 4 は従来 of 位置制御装置を用いた時のステップ応答である。従来 of PID 制御装置は、比例ゲイン K_p 、微分ゲイン K_d 、積分ゲイン K_i を調整することでシステムの極を配置することができるのでモータ位置が振動しないゲインを設定することができる。しかしながら、従来 of 位置制御装置を用いたシステムは零点を持つためにオーバーシュートが発生する。オーバーシュートを小さくするためには、比例ゲイン K_p 、微分ゲイン K_d 、積分ゲイン K_i を小さく設定する必要があるが、外乱抑圧特性が下がるという問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、外乱抑圧特性を下げることなくオーバーシュートを小さくすることができる位置制御装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項 1 に記載の発明は、位置指令とモータ位置の位置偏差を比例演算し第 1 トルク指令を生成する比例演算器と、前記位置偏差を積分演算し第 2 トルク指令を生成する積分演算器と、前記位置偏差を微分演算し第 3 トルク指令を生成する微分演算器と、前記第 1 トルク指令と前記第 2 トルク指令と前記第 3 トルク指令を加算してトルク指令を生成する加算器とを備えた位置制御装置において、前記位置指令からフィードフォワード信号を生成するフィードフォワード制御器と、前記トルク指令から前記フィードフォワード信号を減算し新たなトルク指令を生成する差分器と、を備えることを特徴とするものである。

30

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の位置制御装置において、前記フィードフォワード制御器は、前記位置指令を比例演算し第 1 FF 信号を生成する FF 比例演算器と、前記位置指令を微分演算し第 2 FF 信号を生成する FF 微分演算器と、前記トルク指令から前記第 1 FF 信号と前記第 2 FF 信号の少なくとも一方を減算し新たなトルク指令を生成する差分器と、を備えることを特徴とするものである。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の位置制御装置において、前記第 2 FF 信号から新たな第 2 FF 信号を生成するローパスフィルタを備えることを特徴とするものである。

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載の位置制御装置において、前記フィードフォワード制御器は、前記位置制御装置の伝達関数の零点を打ち消すように設定することを特徴とするものである。

40

請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 に記載の位置制御装置において、前記 FF 微分演算器のゲインは、位置偏差を微分演算し第 3 トルク指令を生成する微分演算器のゲインと略同じに設定することを特徴とするものである。

請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 に記載の位置制御装置において、前記 FF 比例演算器のゲインは、位置偏差を比例演算し第 1 トルク指令を生成する比例演算器のゲインと略同じに設定することを特徴とするものである。

請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 に記載の位置制御装置において、前記 FF 比例演算器のゲインは、任意の値を設定することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0005】

50

請求項 1 乃至 3 の発明によると、外乱抑圧特性を下げることなくモータ位置のオーバシユートを小さくすることができる。

請求項 4 乃至 7 の発明によると、外乱抑圧特性を下げることなくモータ位置のオーバシユートを 0 とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例 1】

【0007】

図 1 は、本発明の位置制御装置のブロック図である。図において 10 はモータ、1 はモータ制御器、2 は加算器、3 は差分器、20 は比例演算器、21 は比例ゲイン K_p 、30 は微分演算器、31 は微分ゲイン K_d 、32 は微分器、40 は積分演算器、41 は積分ゲイン K_i 、42 は積分器、100 はフィードフォワード制御器、101 は加算器、110 は FF 微分演算器、111 は FF 微分ゲイン K_{ff1} 、112 は微分器、120 は FF 比例演算器、121 は FF 比例ゲイン K_{ff2} である。図 1 において、差分器 3 は位置指令とモータ 10 のモータ位置から位置偏差を生成する。比例演算器 20 は差分器 3 の生成した位置偏差に比例ゲイン K_p を乗じて第 1 トルク指令を生成する。微分演算器 30 は差分器 3 の生成した位置偏差を微分器 32 で微分演算を行い、さらに微分ゲイン K_d を乗じて第 3 トルク指令を生成する。積分演算器 40 は差分器 3 の生成した位置偏差を積分器 42 で積分演算を行い、さらに積分ゲイン K_i を乗じて第 2 トルク指令を生成する。次に加算器 2 で第 1 トルク指令と第 2 トルク指令と第 3 トルク指令とを加算してトルク指令を生成する。

フィードフォワード制御器 100 は FF 微分演算器 110、FF 比例演算器 120 のどちらか一方または両方を有している。FF 微分演算器 110 は位置指令に FF 微分ゲイン 111 を乗じ、微分器 112 で微分演算して第 2 FF 信号を生成する。FF 比例演算器 120 は位置指令に FF 比例ゲイン 121 を乗じて第 1 FF 信号を生成する。加算器 101 は第 1 FF 信号と第 2 FF 信号を加算してトルクフィードフォワード信号を生成する。フィードフォワード制御器 100 が FF 微分演算器 110 または FF 比例演算器 120 のどちらか一方のみを有している場合は、トルクフィードフォワード信号は第 1 FF 信号か、第 2 FF 信号かのいずれかだけになる。差分器 4 は、トルク指令からフィードフォワード信号を減算してモータ 10 の駆動信号を生成する。

FF 微分ゲイン 111、FF 比例ゲイン 121 を調整することでシステムの零点を操作できるためモータ位置のオーバシユートを小さくすることができる。

本発明が従来技術と異なる点は、フィードフォワード制御器 100 を用いてフィードフォワード信号を生成し、従来のトルク指令からトルクフィードフォワード信号を減算してモータ制御器 1 の駆動信号とする点である。

図 5 は本発明における位置制御装置を用いた時のステップ応答である。

また、本発明における位置制御装置においてフィードフォワード制御器 100 が FF 微分演算器 110 のみを有している場合には、FF 微分ゲイン K_{ff1} に微分ゲイン K_d を設定する。また、フィードフォワード制御器 100 が FF 微分演算器 110 と FF 比例演算器 120 とを有している場合には、FF 微分ゲイン K_{ff1} に微分ゲイン K_d を設定し、FF 比例ゲイン K_{ff2} に比例ゲイン K_p または任意の値を設定する。

このようにフィードフォワード制御器 100 の FF 微分ゲイン K_{ff1} と FF 比例ゲイン K_{ff2} を設定することで、システムの伝達関数の零点の数を少なくするもしくは消去することができるのでオーバシユートを 0 とすることができる。

図 6 は本発明における位置制御装置を用いて、フィードフォワード制御器 100 が FF 微分ゲイン 110 と FF 比例ゲイン 120 とを有していて、 $K_{ff1} = K_d$ 、 $K_{ff2} = K_p$ とした時のステップ応答である。

【実施例 2】

【0008】

フィードフォワード制御器 100 は他の構成でもよい。図 2 は本発明のフィードフォワード制御器 100 における別の構成のブロック図である。図において 100 はフィードフォワード制御器、101 は加算器、110 は FF 微分演算器、111 は FF 微分ゲイン K_{ff1} 、112 は微分器、113 は任意のローパスフィルタ、120 は FF 比例演算器、121 は FF 比例ゲイン K_{ff2} である。図 2 においてフィードフォワード制御器 100 は FF 微分演算器 110、および FF 比例演算器 120 を有しているが FF 比例演算器 120 は有していなくてもよい。FF 微分演算器 110 は位置指令に FF 微分ゲイン 111 を乗じ、微分器 112 で微分演算し、フィルタ 113 でフィルタ処理をし、第 2 FF 信号を生成する。加算器 101 は第 1 FF 信号と第 2 FF 信号を加算してトルクフィードフォワード信号を生成する。フィードフォワード制御器 100 が FF 比例演算器 120 を有していない場合、第 2 FF 信号をトルクフィードフォワード信号とする。 10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の第 1 実施例を示す位置制御装置のブロック図

【図 2】本発明の第 2 実施例を示す位置制御装置におけるフィードフォワード制御器のブロック図

【図 3】従来の位置制御装置のブロック図

【図 4】従来の位置制御装置を用いた場合のステップ応答波形

【図 5】本発明の第 1 実施例の位置制御装置を用いた場合のステップ応答波形

【図 6】本発明の第 1 実施例の位置制御装置を用いた場合で $K_{ff1} = K_d$ 、 $K_{ff2} = K_p$ とした場合のステップ応答波形 20

【図 7】従来例のブロック図

【符号の説明】

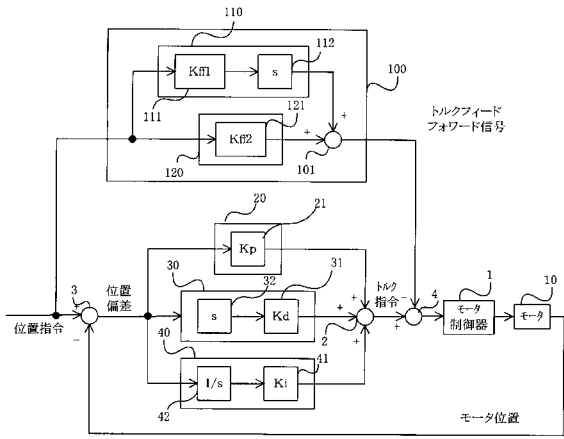
【0010】

- 1 モータ制御器
- 2 加算器
- 3、4 差分器
- 10 モータ
- 20 比例演算器
- 21 比例ゲイン
- 30 微分演算器
- 31 微分ゲイン
- 32 微分器
- 40 積分演算器
- 41 積分ゲイン
- 42 積分器
- 100 フィードフォワード制御器
- 101 加算器
- 110 FF 微分演算器
- 111 FF 微分ゲイン
- 112 微分器
- 113 フィルタ
- 120 FF 比例演算器
- 121 FF 比例ゲイン

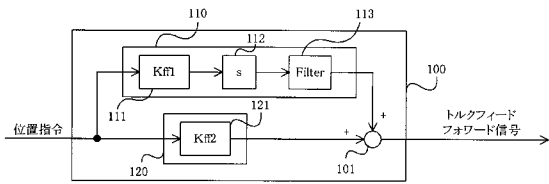
30

40

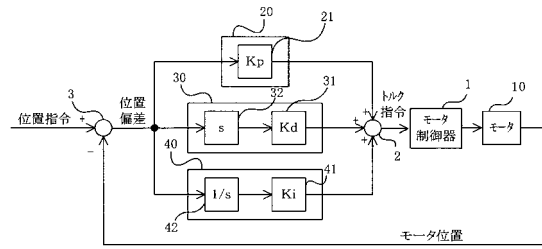
【 図 1 】



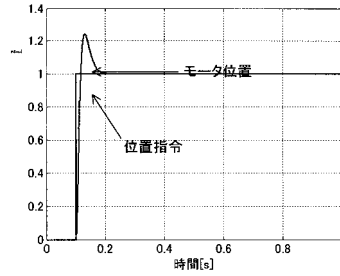
【 図 2 】



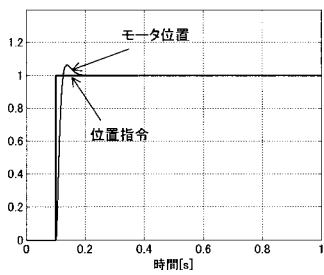
【 図 3 】



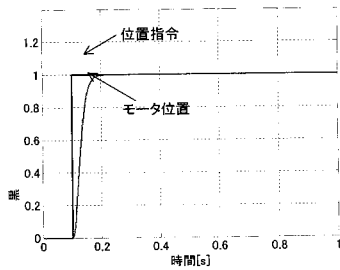
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

