



(57) 要約:

電動機(2)の速度を検出する速度検出部(3)と、負荷速度指令と前記速度検出部(3)で検出された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)と、与えられた速度指令と演算される負荷速度指令とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令を出力する負荷速度調整部(5)と、前記負荷速度調整部(5)から出力されるフィードフォワードトルク指令に基づき負荷速度指令を演算する負荷速度演算部(6)と、前記フィードフォワードトルク指令と前記フィードバックトルク指令を加算してトルク指令を演算する加算部(8)と、前記トルク指令に基づいて、前記電動機(2)をトルク制御するトルク制御部(9)と、前記トルク指令を入力し前記電動機(2)へ可変周波数の可変電圧を供給する電力変換装置(1)とを備えたことを特徴とする電動機(2)の速度制御装置。

明 細 書

電動機の速度制御方法及び制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、加減速時の速度の追従性を向上した電動機の速度制御方法及び制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の技術として、電動機の速度制御装置(特許文献1参照)では、負荷を駆動する電動機の回転速度を検出する速度検出器と、この速度検出器で検出された回転速度と速度基準との偏差を算出する偏差算出器と、積分要素を有し偏差算出器からの出力に基づいて負荷トルク基準を生成する速度制御増幅器と、微分器と増幅器とを有し速度基準に基づいて加減速トルク基準を生成する加減速補償回路と、速度制御増幅器の出力と加減速補償回路の出力とを加算しトルク基準を生成する加算器と、この加算器の出力に基づき電動機をトルク制御するトルク制御増幅器とを具備したことを特徴とする電動機の速度制御装置が開示されている。

[0003] また、電動機の速度制御装置(特許文献2参照)では、速度制御される電動機の速度信号と速度指令値との偏差を入力し、該偏差をなくする制御信号を出力する第1の速度制御器、入力する制御信号に応じて上記電動機の速度を制御するトルク制御系、上記電動機の加速時の機械系を模擬した第1の機械系モデル、上記電動機の減速時の機械系を模擬した第2の機械系モデル、上記第1、又は第2の機械系モデルの出力と上記速度指令値との偏差を入力し、該偏差をなくすように上記第1、又は第2の機械系モデルに制御信号を出力する第2の速度制御器、上記第1、及び第2の速度制御器の出力する制御信号を加算した制御信号を上記トルク制御系に入力する加算器、上記電動機の加速時第1の機械系モデルの出力と速度指令値との偏差を、減速時第2の機械系モデルの出力と速度指令値との偏差を選択的に上記第2の速度制御器に入力させる切換手段を備えたことを特徴とする電動機の速度制御装置が開示されている。

[0004] 図4は従来例の電動機制御装置のブロック図である。図において、1は電力変換

装置、2は電動機、3は速度検出部、4は負荷、7は速度制御部、9はトルク制御部、19は第2の減算部である。第2の減算部19は速度指令 N_{ref} と速度検出部3で検出された速度 N_{fb} との偏差を求める。速度制御部7は、速度指令 N_{ref} と速度検出部3で検出された速度 N_{fb} とを一致させるようなトルク指令 T_{ref} をトルク制御部9へ出力する。トルク制御部9はこのトルク指令 T_{ref} に基づいて電力変換装置1を駆動する。通常、速度制御部7はPI制御器(比例制御器及び積分制御器)で構成される。

特許文献1:特開平1-243866号(第1図参照)

特許文献2:特開平5-292775号(第1図参照)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の電動機の世界速度制御装置(特許文献1参照)では、加減速補償回路が微分器で構成されている為、速度指令にノイズが印加してしまった場合などに、大きなトルク指令が出力され、それが起因となる振動が発生するといった問題があった。

また、従来の電動機の世界速度制御装置(特許文献2参照)では、速度指令急変時の応答性は高められるものの、PI制御で構成される速度制御器の積分器に不要な積分値が溜まってしまい加速完了時のオーバーシュートに対する効果がないという問題があった。

また図4の電動機の世界速度制御装置では、速度指令 N_{ref} が急変した場合や負荷4のイナーシャが大きい場合などには、速度制御部7の積分制御器に積分値が溜まってしまい、加速完了時にオーバーシュートするという問題が発生する。

[0006] そこで、本発明では速度指令に対するノイズに強くかつ加速完了時のオーバーシュートを抑制することができる電動機の世界速度制御方法及び装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記問題を解決するため、本発明は、次のようにしたものである。

[0008] 請求項1に記載の発明は、電動機(2)の世界速度を検出する速度検出部(3)と、負荷速度指令と前記速度検出部(3)で検出された速度とを一致させるようなフィードバック

トルク指令を出力する速度制御部(7)と、前記トルク指令に基づいて、前記電動機(2)をトルク制御するトルク制御部(9)と、前記トルク指令を入力し前記電動機(2)へ可変周波数の可変電圧を供給する電力変換装置(1)とを備えた電動機(2)の速度制御装置において、与えられた速度指令と演算される負荷速度指令とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令を出力する負荷速度調整部(5)と、前記負荷速度調整部(5)から出力されるフィードフォワードトルク指令に基づき負荷速度指令を演算する負荷速度演算部(6)と、前記フィードフォワードトルク指令と前記フィードバックトルク指令を加算してトルク指令を演算する加算部(8)と、を備えたことを特徴とするものである。

[0009] また請求項2に記載の発明は請求項1において、前記速度検出部(3)の代わりに速度推定部(18)を用いて、前記負荷速度指令と前記速度推定部(18)で推定された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)としたことを特徴とするものである。

[0010] また請求項3に記載の発明は請求項1において、前記負荷速度演算部(6)では、負荷イナーシャと前記電動機の定格トルクから、トルク指令により設定された加速レートで負荷速度を演算することを特徴とするものである。

[0011] また請求項4に記載の発明は請求項3において、前記負荷速度演算部(6)は前記電動機の速度が定出力領域に達した場合には、前記トルク指令に速度に応じて逡減された磁束指令を積算することを特徴とするものである。

[0012] また請求項5に記載の発明は請求項3において、前記加速レートは前記速度指令と前記負荷速度指令の偏差が第1の所定値以下になった場合には、前記加速レートに第2の所定値を積算することを特徴とするものである。

[0013] また請求項6に記載の発明は電動機(2)の速度を検出する速度検出部(3)と、負荷速度指令と前記速度検出部(3)で検出された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)と、前記トルク指令に基づいて、前記電動機(2)をトルク制御するトルク制御部(9)と、前記トルク指令を入力し前記電動機(2)へ可変周波数の可変電圧を供給する電力変換装置(1)とを備えた電動機(2)の速度制御方法において、

与えられた速度指令と演算される負荷速度指令とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令を出力する負荷速度調整部(5)と、

前記負荷速度調整部(5)から出力されるフィードフォワードトルク指令に基づき負荷速度指令を演算する負荷速度演算部(6)と、

前記フィードフォワードトルク指令と前記フィードバックトルク指令を加算してトルク指令を演算する加算部(8)と、を備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

- [0014] 請求項1から6に記載の発明は、負荷が接続された速度検出器を具備する電動機を駆動する制御装置において、速度指令に対するノイズに強く速度指令が変化した場合の加減速完了時のオーバーシュートを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明における第1実施例を示す電動機の制御装置のブロック図
[図2]本発明における負荷速度演算部の実施例のブロック図
[図3]本発明における第2実施例を示す電動機の制御装置のブロック図
[図4]従来例における電動機の制御装置のブロック図

符号の説明

- [0016] 1 電力変換装置
2 電動機
3 速度検出部
4 負荷
5 負荷速度調整部
6 負荷速度演算部
7 速度制御部
8 加算部
9 トルク制御部
10 磁束指令演算部
11 第1の乗算部
12 第1の減算部

- 13 比較部
- 14 ゲインK
- 15 スイッチ
- 16 第2の乗算部
- 17 積分部
- 18 速度推定部
- 19 第2の減算部
- 20 第3の減算部
- 21 速度指令(Nref)
- 22 フィードフォワードトルク指令(Tref_FF)
- 23 フィードバックトルク指令(Tref_FB)
- 24 トルク指令(Tref)
- 25 負荷速度指令(Nref_load)
- 26 検出速度(Nfb)
- 27 推定速度(Nfbhat)
- 28 速度偏差レベル(Nerrlvl)

発明を実施するための最良の形態

[0017] 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

[0018] 図1は本発明における第1実施例を示す電動機の制御装置のブロック図、図2は本発明における負荷速度演算部の実施例のブロック図である。

図1において、1は電力変換装置、2は電動機、3は速度検出部、4は負荷、5は負荷速度調整部、6は負荷速度演算部、7は速度制御部、8は加算部、9はトルク制御部、19は第2の減算部、20は第3の減算部である。

電力変換装置1は、電動機2に可変周波数の可変電圧を供給する。電動機2は負荷4を駆動する。速度検出部3であるパルスゼネレータは、前記電動機2の速度を検出する。負荷速度調整部5は、速度指令Nrefから負荷速度指令Nref_loadを第2の減算部19で減算した速度偏差を入力し、与えられた速度指令Nrefと後述の演算される

負荷速度指令 N_{ref_load} とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} を負荷速度演算部6と加算部8へ出力する。負荷速度演算部6は、負荷速度調整部5から出力されるフィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} に基づき負荷速度指令 N_{ref_load} を演算して第2の減算部19と第3の減算部20へ出力する。速度制御部7は、負荷速度指令 N_{ref_load} と速度検出部3で検出された速度 N_{fb} とを一致させるようなフィードバックトルク指令 T_{ref_FB} を加算部8へ出力する。加算部8は、フィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} とフィードバックトルク指令 T_{ref_FB} を加算してトルク指令 T_{ref} を演算してトルク制御部9へ出力する。トルク制御部9は、トルク指令 T_{ref} に基づいて、電動機2を駆動するための信号を電力変換装置1内へ出力する。

[0019] 図2は、本発明の負荷速度演算部6のブロック図である。負荷速度演算部6は、磁束指令演算部10、第1の乗算部11、第1の減算部12、比較部13、ゲイン K 14、スイッチ15、第2の乗算部16、積分部17を備えている。

次にこの負荷速度演算部6の動作を説明する。磁束指令演算部10は、負荷速度指令 N_{ref_load} に基づき、電動機2を定格速度 N_{ref_base} よりも高い速度で電動機2の磁束を弱めて運転するような定出力運転することを想定して、磁束を弱める比率を第1の乗算部11へ出力する。第1の乗算部11は、磁束を弱める比率とトルク指令 T_{ref} の乗算をする。第1の減算部12は、速度指令 N_{ref} から負荷速度指令 N_{ref_load} を減算する。比較部13は、速度指令 N_{ref} から負荷速度指令 N_{ref_load} を減算した減算値と予め設定した速度偏差レベル N_{err_lvl} を比較し、予め設定した速度偏差レベル N_{err_lvl} 未満になるとスイッチ15が0から1に切り替る信号を出力する。

[0020] 加速レート α は予め負荷イナーシャと電動機2の定格トルクから定格トルクが入力された場合の加速時間に基づき演算される。ゲイン K (14)は、加速完了時に負荷速度指令 N_{ref_load} の変化率を小さくする。また、速度指令 N_{ref} と負荷速度指令 N_{ref_load} とを完全に一致させる機能も持つ。スイッチ15は、通常の加速レートか速度指令 N_{ref} と負荷速度指令 N_{ref_load} が近づいた場合の加速レートを使用するかを切替える。第2の乗算部16は、磁束を弱める比率とトルク指令 T_{ref} の乗算値とスイッチ15が出力する加速レートを乗算する。積分部17は第2の乗算部の出力を積分して、負荷速度指令 N_{ref_load} を演算し、その演算値を磁束指令演算部10と第1の減算部12へ出力す

る。

- [0021] 本発明では速度制御部7の積分器に積分が溜まらないようにすることを目的として、次のことを実施する。まず負荷イナーシャと電動機2の定格トルクから加速能力を予め求めておき、トルク指令に対する加速レート α を演算し設定しておく。速度指令 N_{ref} が急変しても、トルク指令と負荷イナーシャに応じた加速レートで加速する負荷速度指令 N_{ref_load} と速度検出値とのPI制御となることと、フィードフォワードトルク指令が積分制御器の役目をするため、負荷に応じたトルク指令を出力することができるので、積分制御に積分値はほとんどたまらなくなる。このことにより加速完了時のオーバーシュートを抑制することができる。更に加速完了時に負荷速度指令 N_{ref_load} の加速レートを鈍らせることでこの効果が大きくなる。また、定格速度より高い速度で運転する定出力運転をする場合でも定出力に応じた磁束レベルを考慮した加速レートとするため、定出力時の加速完了時にでもオーバーシュートを抑制することができる。

実施例 2

- [0022] 図3は本発明における第2実施例を示す電動機の制御装置のブロック図である。
- 図3において、本実施形態における電動機の制御装置は、電力変換装置1、電動機2、負荷4、負荷速度調整部5、負荷速度演算部6、速度制御部7、加算部8、トルク制御部9、速度推定部18、第2の減算部19、第3の減算部20を備えている。図3が第一実施例図1と異なる部分はパルスジェネレータ等の速度センサからなる電動機2の速度検出部3を除去し速度推定部18を設けた部分である。
- [0023] 電力変換装置1は、電動機2に可変周波数の可変電圧を供給する。電動機2は負荷4を駆動する。速度推定部18は、電力変換装置1の電圧指令値または電圧検出値と電流検出値とから電動機2の速度を推定する。負荷速度調整部5は、与えられた速度指令 N_{ref} と後述の演算される負荷速度指令 N_{ref_load} とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} を負荷速度演算部6と加算部8へ出力する。負荷速度演算部6は、負荷速度調整部5から出力されるフィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} に基づき負荷速度指令 N_{ref_load} を演算して第2の減算部19と第3の減算部20へ出力する。
- [0024] 第3の減算部20は負荷速度指令 N_{ref_load} と推定された速度 N_{fbhat} との偏差を求め

速度制御部7へ出力する。速度制御部7は、負荷速度指令 N_{ref_load} と速度推定部18で推定された速度 N_{fbhat} とを一致させるようなフィードバックトルク指令 T_{ref_FB} を出力する。加算部8は、フィードフォワードトルク指令 T_{ref_FF} とフィードバックトルク指令 T_{ref_FB} を加算してトルク指令 T_{ref} を演算しトルク制御部9へ出力する。トルク制御部9は、トルク指令 T_{ref} に基づいて、電動機2を駆動するための信号を電力変換装置1へ出力する。

本発明の実施例では実施例1での速度検出値の代わりに速度推定値を用いた場合でも同様に加速完了時のオーバーシュートを抑制することができる。

産業上の利用可能性

- [0025] 本発明の適用において、加速完了時のオーバーシュートの抑制だけでなく、減速時のアンダーシュートの抑制にも使用することができる。また、二自由度系の速度制御ブロックとなっている為、フィードフォワード制御の応答性とフィードバック制御の応答性を個別に設定することも可能である。

請求の範囲

- [1] 電動機(2)の速度を検出する速度検出部(3)と、負荷速度指令と前記速度検出部(3)で検出された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)と、前記トルク指令に基づいて、前記電動機(2)をトルク制御するトルク制御部(9)と、前記トルク指令を入力し前記電動機(2)へ可変周波数の可変電圧を供給する電力変換装置(1)とを備えた電動機(2)の速度制御装置において、
与えられた速度指令と演算される負荷速度指令とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令を出力する負荷速度調整部(5)と、
前記負荷速度調整部(5)から出力されるフィードフォワードトルク指令に基づき負荷速度指令を演算する負荷速度演算部(6)と、
前記フィードフォワードトルク指令と前記フィードバックトルク指令を加算してトルク指令を演算する加算部(8)と、を備えたことを特徴とする電動機(2)の速度制御装置。
- [2] 前記速度検出部(3)の代わりに速度推定部(18)を用いて、前記負荷速度指令と前記速度推定部(18)で推定された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)としたことを特徴とする請求項1記載の電動機(2)の速度制御装置。
- [3] 前記負荷速度演算部(6)では、負荷イナーシャと前記電動機(2)の定格トルクから、トルク指令により設定された加速レートで負荷速度を演算することを特徴とする請求項1記載の電動機(2)の速度制御装置。
- [4] 前記負荷速度演算部(6)は前記電動機(2)の速度が定出力領域に達した場合には、前記トルク指令に速度に応じて逡減された磁束指令を積算することを特徴とする請求項3記載の電動機(2)の速度制御装置。
- [5] 前記加速レートは前記速度指令と前記負荷速度指令の偏差が第1の所定値以下になった場合には、前記加速レートに第2の所定値を積算することを特徴とする請求項3記載の電動機(2)の速度制御装置。
- [6] 電動機(2)の速度を検出する速度検出部(3)と、負荷速度指令と前記速度検出部(3)で検出された速度とを一致させるようなフィードバックトルク指令を出力する速度制御部(7)と、前記トルク指令に基づいて、前記電動機(2)をトルク制御するトルク制

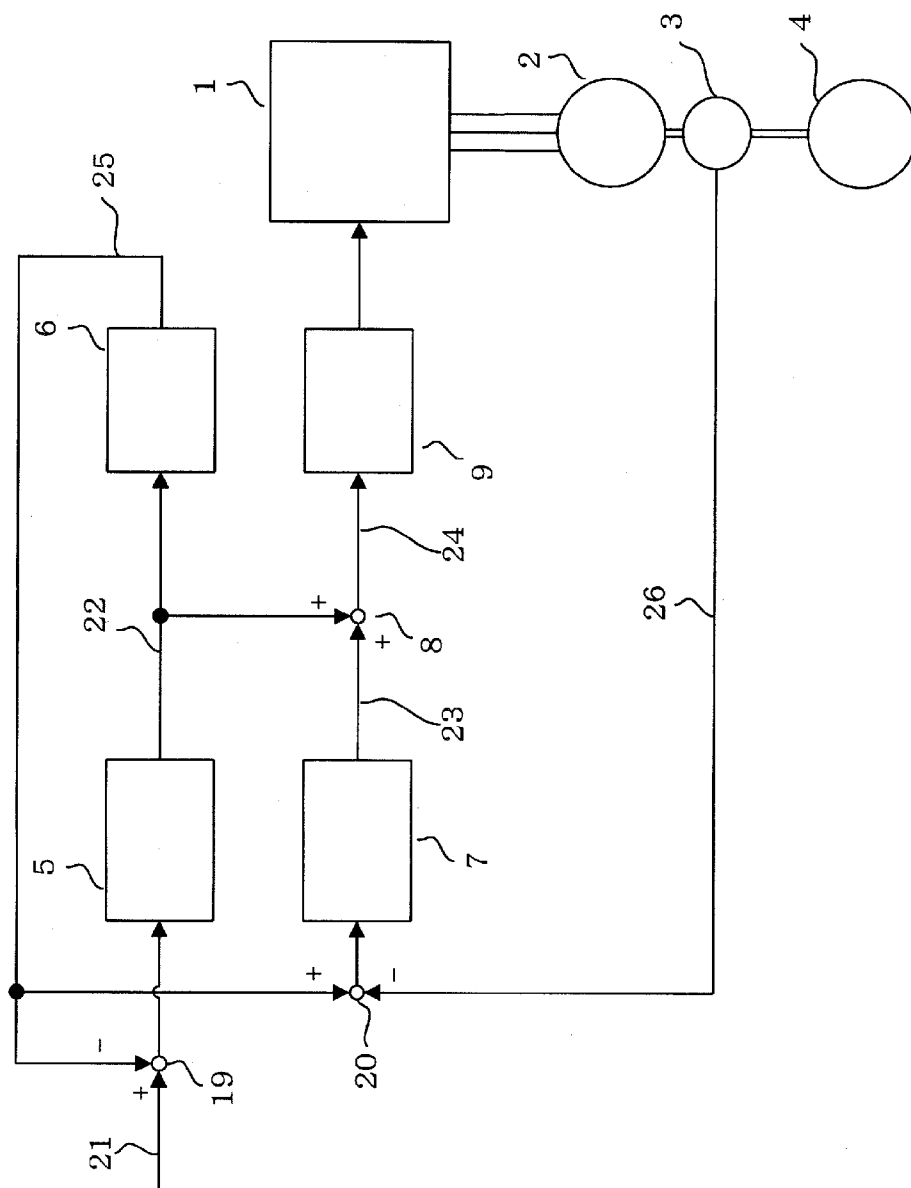
御部(9)と、前記トルク指令を入力し前記電動機(2)へ可変周波数の可変電圧を供給する電力変換装置(1)とを備えた電動機(2)の速度制御方法において、

与えられた速度指令と演算される負荷速度指令とを一致させるようなフィードフォワードトルク指令を出力する負荷速度調整部(5)と、

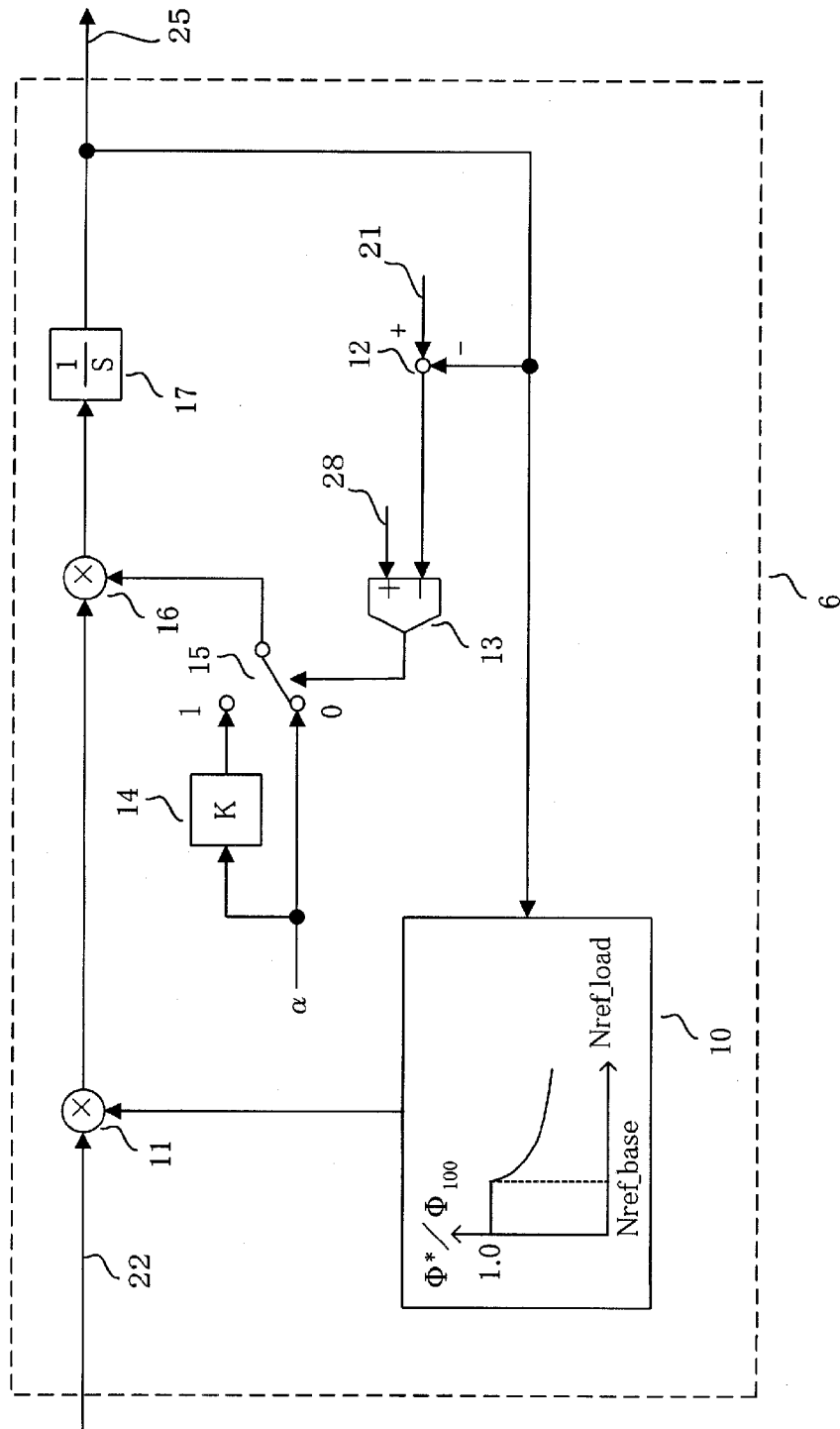
前記負荷速度調整部(5)から出力されるフィードフォワードトルク指令に基づき負荷速度指令を演算する負荷速度演算部(6)と、

前記フィードフォワードトルク指令と前記フィードバックトルク指令を加算してトルク指令を演算する加算部(8)と、を備えたことを特徴とする電動機(2)の速度制御方法。

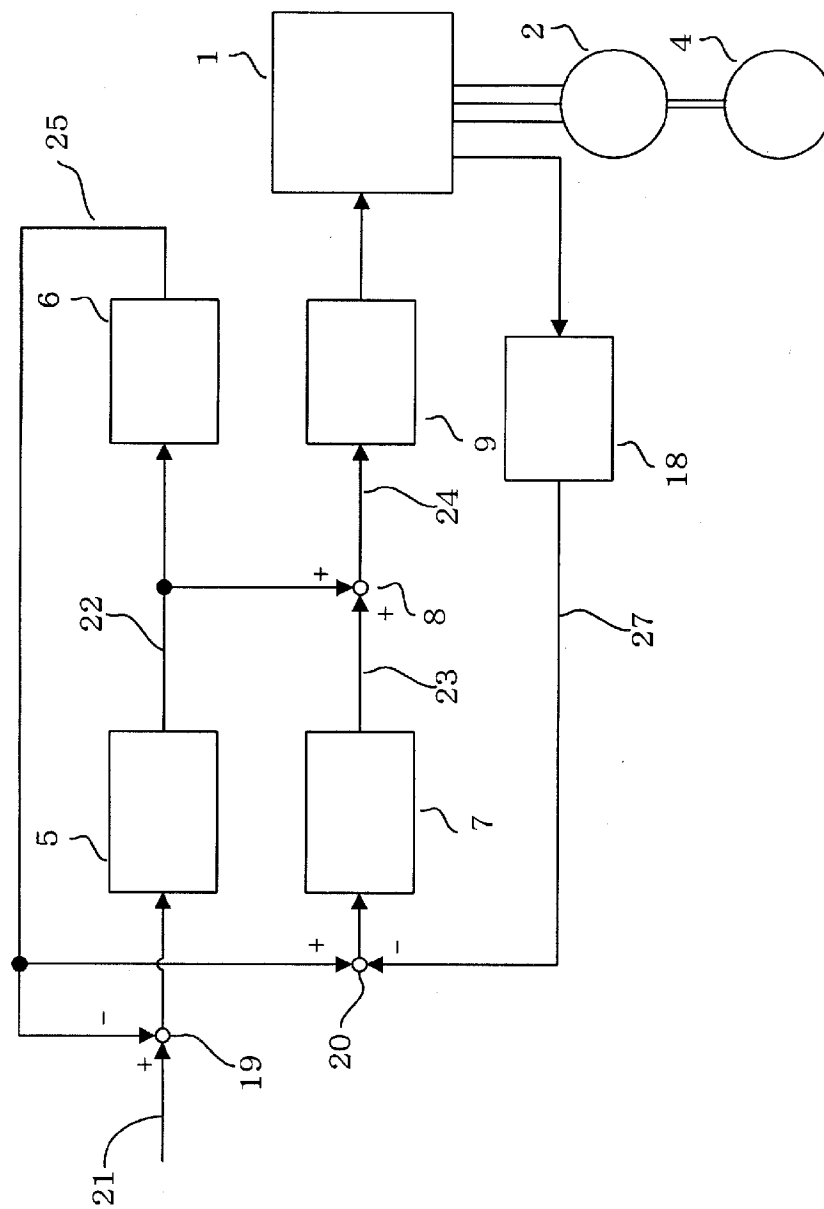
[図1]



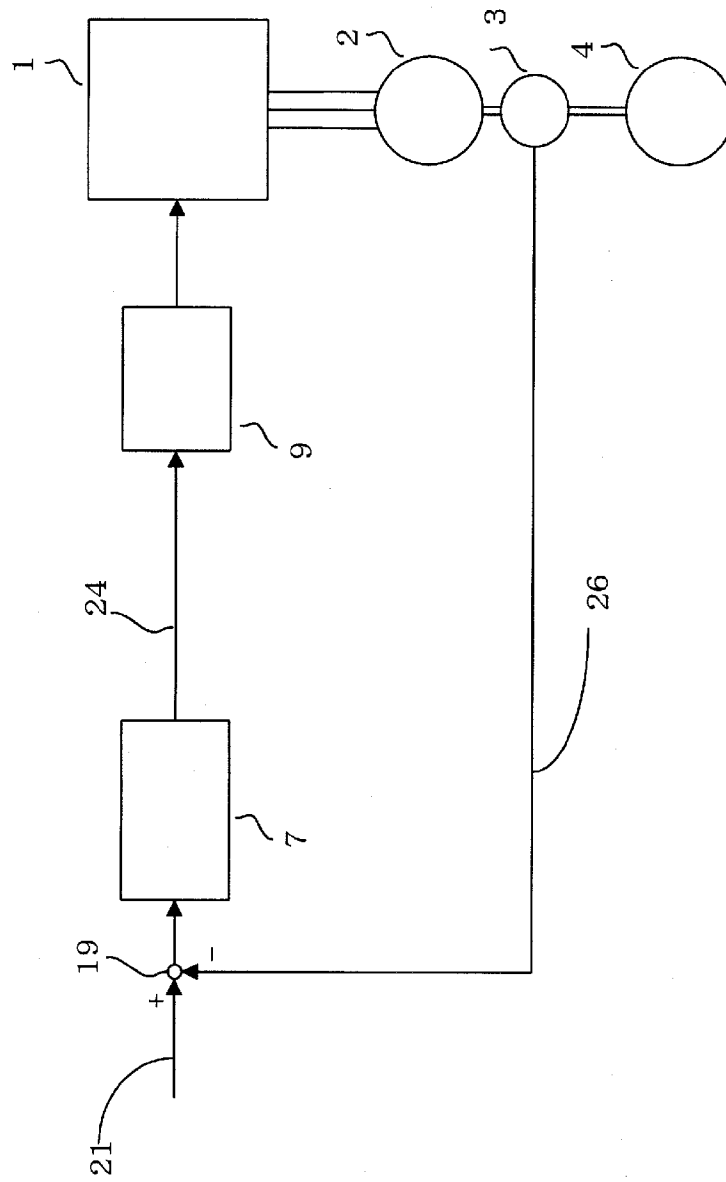
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P27/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-142480 A (Mitsuba Corp.), 17 May, 2002 (17.05.02), Par. Nos. [0009] to [0017]; Fig. 1 (Family: none)	1, 6 2, 3, 5 4
Y	JP 2005-192304 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 14 July, 2005 (14.07.05), Abstract (Family: none)	2
Y	JP 1-252186 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 October, 1989 (06.10.89), Page 2, lower left column, line 11 to lower right column, line 12 (Family: none)	3, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 April, 2007 (16.04.07)

Date of mailing of the international search report
24 April, 2007 (24.04.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054671

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-278982 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Building Systems Co., Ltd.), 06 October, 2000 (06.10.00), Full text; all drawings (Family: none)	4
A	JP 2001-169577 A (Toshiba Corp.), 22 June, 2001 (22.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P27/06 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P27/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2002-142480 A (株式会社ミツバ) 2002.05.17, 【0009】 - 【0017】、第1図 (ファミリーなし)	1, 6 2, 3, 5 4
Y	JP 2005-192304 A (東洋電機製造株式会社) 2005.07.14, 要約 (ファミリーなし)	2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.07.2007

国際調査報告の発送日

24.04.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山村 和人

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3V

3221

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 1-252186 A (三菱電機株式会社) 1989.10.06, 第2頁左下欄第11行-右下欄第12行 (ファミリーなし)	3, 5
A	JP 2000-278982 A (株式会社日立製作所、株式会社日立ビルシステム) 2000.10.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	4
A	JP 2001-169577 A (株式会社東芝) 2001.06.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	5