

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年10月16日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/167808 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02P 29/00 (2006.01) G05B 11/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/001934
- (22) 国際出願日: 2014年4月3日(03.04.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-080946 2013年4月9日(09.04.2013) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 健一 (SUZUKI, Kenichi). 西園 勝 (NISHIZONO, Masaru). 藤原 弘 (FUJIWARA, Hiroshi).
- (74) 代理人: 徳田 佳昭, 外 (TOKUDA, Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

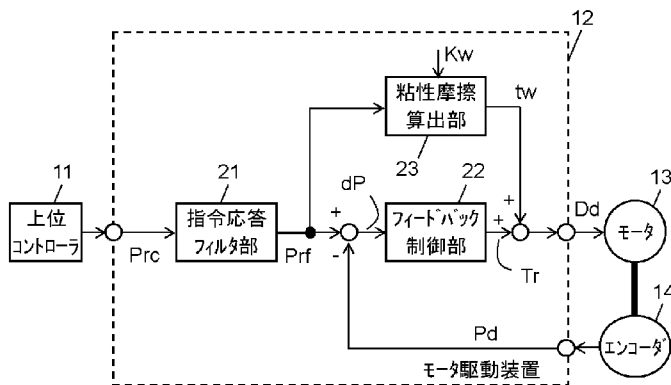
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOTOR DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: モータ駆動装置



- 11 Host controller
- 12 Motor drive device
- 13 Motor
- 14 Encoder
- 21 Command response filter unit
- 22 Feedback control unit
- 23 Viscous friction calculation unit

(57) Abstract: A motor drive device according to the present invention drives a motor while carrying out feedback control so that an actual operation follows a command. The motor drive device comprises: a feedback control unit for carrying out feedback control by outputting a torque command; and a viscous friction calculation unit for calculating a viscous friction torque compensation value by multiplying a speed command by a viscous friction coefficient. The motor drive device drives a motor on the basis of a drive signal created by adding the viscous friction torque compensation value to the torque command. The motor drive device is provided with an evaluation index measurement unit for measuring an overshoot amount and positioning stabilization time by inputting a position command and a motor position or a load position, and a servo adjustment unit for carrying out positioning operations a plurality of times by changing a viscous friction coefficient and determining a viscous friction coefficient so that the overshoot amount is a designated value or the positioning stabilization time is the minimum value.

(57) 要約: 本発明のモータ駆動装置は、実動作が指令に追従するようにフィードバック制御しながらモータを駆動するモータ駆動装置である。本モータ駆動装置は、トルク指令を出力してフィードバック制御を行うフィードバック制御部と、速度指令に粘性摩擦係数を乗じて粘性摩擦トルク補償値を算出する粘性摩擦算出部とを備える。そして、本モータ駆動装置は、粘性摩擦トルク補償値

をトルク指令に加算した駆動信号に基づきモータを駆動する。さらに、本モータ駆動装置は、位置指令とモータ位置あるいは負荷位置を入力してオーバーシュート量や位置決め整定時間を測定する評価指標測定部と、粘性摩擦係数を変化させて、複数回位置決め動作を行い、オーバーシュート量が指定値となるか、位置決め整定時間が最小値となる粘性摩擦係数を決定するサーボ調整部を備える。



WO 2014/167808 A1

## 明 細 書

発明の名称： モータ駆動装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、サーボモータを制御駆動するモータ駆動装置に関し、特に、粘性摩擦補償の機能を備えたモータ駆動装置に関する。

### 背景技術

[0002] サーボモータの制御において、モータや負荷の動作に伴い発生する摩擦トルクを適切に補償することは、位置決め整定時間の短縮や軌跡追従精度の向上に対し、重要な役割を持つ。この摩擦トルクのうち、偏荷重や動摩擦トルクなど一定値を持つものについては、フィードバック制御系の積分項で補償できる。しかし、粘性摩擦はモータ速度に比例して変化するため積分補償が間に合わず、位置決め整定時にはオーバーシュートの発生、軌跡制御時には追従精度の悪化を引き起こす。

[0003] この粘性摩擦トルクに対する補償手法としては、例えば特許文献1で提案されている。この補償手法は、モータ速度と粘性摩擦トルクの比である粘性摩擦係数を推定する手段を備える。そして、この補償手法は、実際のモータ速度に粘性摩擦係数推定値を乗じた結果の粘性摩擦トルク補償値を、トルク指令に加算するように構成している。また、特許文献2では、摩擦係数推定値に基づき速度積分項フィードフォワードゲインを決定し、これにモデル速度を乗じた結果を積分補償手段の入力から減算することで、摩擦補償を実現している。

[0004] しかしながら、特許文献1の技術では、実際のモータ速度を基準としているため、速度の符号に応じて粘性補償トルク推定値の符号が反転する速度零近傍で制御が不安定となりやすい。また、特許文献2の技術では、フィードフォワード処理が生成すべきトルク指令が、等価的に減少することとなる。トルク指令は、位置指令へ追従するために必要であるが、このように等価的に減少するため、位置決め整定時間が長くなり、軌跡追従精度も悪化する。

[0005] さらに、いずれの従来例でも粘性摩擦係数の推定値を使用しているが、制御目的によってはこの推定値が最適値とは限らない。例えば、位置決め制御を目的とする場合、この推定値をそのまま使用しても、位置決め整定時間は最短とはならない。この課題に対して従来技術は、なんら解決の手段を提供してはいない。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開平7-333084号公報

特許文献2：国際公開第2006/011203号

### 発明の概要

[0007] 本発明のモータ駆動装置は、実動作が指令に追従するようにフィードバック制御しながらモータを駆動するモータ駆動装置である。本モータ駆動装置は、トルク指令を出力してフィードバック制御を行うフィードバック制御部と、速度指令に粘性摩擦係数を乗じて粘性摩擦トルク補償値を算出する粘性摩擦算出部とを備える。そして、本モータ駆動装置は、粘性摩擦トルク補償値をトルク指令に加算した駆動信号に基づきモータを駆動する構成である。

[0008] また、本モータ駆動装置は、位置指令を平滑化して、フィルタ後位置指令を生成する指令応答フィルタ部をさらに備える。そして、速度指令をフィルタ後位置指令の差分から生成する構成である。

[0009] また、本モータ駆動装置は、位置指令とモータ位置あるいは負荷位置を入力してオーバーシュート量や位置決め整定時間を測定する評価指標測定部と、粘性摩擦係数を変化させて、複数回位置決め動作を行い、オーバーシュート量が指定値となるか、位置決め整定時間が最小値となる粘性摩擦係数を決定するサーボ調整部とをさらに備えた構成であってもよい。

[0010] 本発明のモータ駆動装置によれば、このような構成としているため、モータ速度を用いた従来技術の粘性摩擦補償よりも遅れが少なく、外乱の影響を受けない安定した補償が可能となる。さらに、位置決め制御において、粘性摩擦推定値をそのまま適用する場合にくらべて、整定時間を短縮することができ

る。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1A]図 1 Aは、本発明の実施の形態 1 におけるモータ駆動装置のブロック図である。

[図1B]図 1 Bは、本発明の実施の形態 1 における粘性摩擦算出部の構成例を示すブロック図である。

[図2]図 2 は、本発明の実施の形態 2 におけるモータ駆動装置のブロック図である。

[図3]図 3 は、本発明の実施の形態 2 における評価指標測定部の概念を示す図である。

[図4]図 4 は、本発明の実施の形態 2 におけるサーボ調整部が実行する粘性摩擦の補償処理のフローチャートである。

[図5]図 5 は、本発明の実施の形態 2 における位置決め整定時波形の図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態 2 における位置決め整定時波形（縦軸を拡大）の図である。

[図7]図 7 は、本発明の実施の形態 2 における位置決め整定時波形（さらに縦軸を拡大）の図である。

[図8]図 8 は、本発明の実施の形態 3 におけるサーボ調整部の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、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0013] （実施の形態 1）

図 1 A は、本発明の実施の形態 1 におけるモータ駆動装置 1 2 を含むブロック図である。

[0014] 図 1 A に示すように、上位コントローラ 1 1 で位置を指令するために生成された位置指令  $Prc$  は、モータ駆動装置 1 2 に入力される。モータ駆動装置 1 2 は、位置指令  $Prc$  に応じて駆動信号  $Dd$  を生成し、駆動信号  $Dd$  に

よってモータ13を駆動する。これにより、モータ13の可動部の位置が制御される。エンコーダ14は、このように制御された可動部の位置を検出し、モータ位置情報Pdとしてモータ駆動装置12に通知する。

[0015] また、モータ駆動装置12において、指令応答フィルタ部21は、入力された位置指令Pr cを平滑化し、フィルタ後の位置指令であるフィルタ後位置指令Pr fを出力する。この平滑化は、高周波数帯域を減衰させる一次遅れフィルタや2次フィルタ、あるいは移動平均フィルタなどを用いて実現している。なお、位置指令Pr cの差分に対して指令応答フィルタ処理を行い、必要に応じて積和处理で位置の次元に戻すような構成としてもよい。このような構成とすることで、計算量を低減できる。

[0016] フィルタ後位置指令Pr fは、エンコーダ14からのモータ位置情報Pdと比較され、これらの差である位置偏差d Pをもとにフィードバック制御部22でトルク指令Trが生成される。このフィードバック制御部22は、PID（比例、積分、微分）制御に代表されるさまざまな制御構成が考えられる。また、位置偏差d Pだけでなく、位置指令Pr cまたはモータ位置情報Pd、およびその微分である速度・加速度の情報に基づいて、位置・速度のカスケードループ構成や、指令応答と外乱応答を個別に設定する2自由度構成など、さまざまなバリエーションが存在する。しかし、いずれも目的として、フィードバック制御部22が、位置偏差を0に近づけるようなトルク指令Trを生成する、という点で共通しており、モータ駆動装置12は、実動作が指令に追従するようにフィードバック制御しながらモータを駆動している。なお、エンコーダ14からのモータ位置情報Pdの代わりに、モータ13に接続した負荷の位置を検出する図示しない外部スケールを備えたフルクローズ構成としてもよい。これにより、外部スケールと位置指令との差である位置偏差をより高精度に計算できる。

[0017] 次に、粘性摩擦算出部23は、入力のフィルタ後位置指令Pr fを用いて、粘性摩擦トルク補償値twを生成し、出力する。図1Bは、粘性摩擦算出部23の構成例を示すブロック図である。図1Bに示すように、粘性摩擦算

出部23は、速度指令算出部231によって、まず、位置指令 $P_{rf}$ の時間的な差分を算出することで、位置指令 $P_{rf}$ を速度指令 $S_r$ に変換している。すなわち、速度指令算出部231は、位置指令 $P_{rf}$ に対する微分などにより、位置指令 $P_{rf}$ の時間的な変化量から速度指令 $S_r$ を算出している。その後、乗算器232によって、速度指令 $S_r$ に対し、別途手段で推定した粘性摩擦係数 $K_w$ を乗じることで、粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ を生成し、出力する。なお、速度指令算出部231は粘性摩擦算出部23に備えてもよいが、前述のように、指令応答フィルタ部21を差分で計算した場合はこの差分が利用でき、速度指令算出部231を省くことができる。

[0018] 本実施の形態では、粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ は、実際のモータ速度ではなく、指令のための速度指令 $S_r$ に基づき生成される。しかも、指令応答フィルタ部21の出力である位置指令 $P_{rf}$ を用いて、粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ を生成している。このように、本実施の形態では、平滑化された速度指令 $S_r$ を用いているため、外乱トルクや負荷の共振特性で乱されるモータ速度と比べて、粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ が安定する。なお、速度指令 $S_r$ に対して不感帯を設ける、さらに粘性摩擦算出部23でフィルタ処理を施して平滑化するなどで、さらなる安定化を図ることもできる。

[0019] 最後に、粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ をトルク指令 $T_r$ に加算して駆動信号 $D_d$ としている。上述したように、粘性摩擦はモータ速度に比例して変化する。このような粘性摩擦に対し、本実施の形態では、速度指令 $S_r$ に基づく粘性摩擦トルク補償値 $t_w$ を駆動信号 $D_d$ に含ませた構成とすることで、実際のモータ13および接続される負荷に存在する粘性摩擦トルク分を補償している。このような補償の機能を設けることで、モータ速度を用いた粘性摩擦補償と比較して遅れが少なく、外乱の影響を受けない安定した補償が可能となる。

[0020] (実施の形態2)

図2は、本発明の実施の形態2におけるモータ駆動装置32を含むブロック図である。

- [0021] 図2において、図1Aと同じ構成要素については同じ符号を付しており詳細な説明は省略する。図2に示す実施の形態2のモータ駆動装置32は、図1Aの構成に加えて、さらに、評価指標測定部24と、サーボ調整部15とを備えている。
- [0022] 評価指標測定部24は、位置指令 $Prc$ およびモータ位置情報 $Pd$ を入力として評価指標を出力する。
- [0023] また、サーボ調整部15は、粘性摩擦算出部23の粘性摩擦係数 $Kw$ を変更し、位置決め動作を行うたびに評価指標測定部24から得られる評価指標を取得して、粘性摩擦係数 $Kw$ の最適値を決定する。
- [0024] 図3は、本実施の形態における評価指標測定部24の概念を示す図である。
- [0025] 評価指標測定部24は、サーボ調整部15から、オーバーシュート量および位置決め整定時間の2つの評価指標を測定するのに必要な制御信号 $Cnt$ と測定閾値 $Th$ とを受け取る。評価指標の定義や計算方法は多岐にわたるが、ここでは下記で定義する。
- [0026] 位置決め整定時間は、上位コントローラ11からの位置指令 $Prc$ が停止したあと、位置指令 $Prf$ とモータ位置情報 $Pd$ との差である位置偏差 $dP$ が、サーボ調整部15から与えられる位置決め完了範囲以内となるまでの時間として測定している。位置決め完了範囲に一旦入ったあと、範囲から外れてしまう場合には、最後に位置決め完了範囲に入るまでの時間を位置決め整定時間と定義する。
- [0027] また、オーバーシュート量は、位置偏差 $dP$ の最大・最小のうち、位置指令 $Prc$ の方向と逆向きのものを選び、その絶対値で定義する。したがって、この定義ではオーバーシュート量は必ず0以上の値となる。また、複数のオーバーシュートが発生している場合は、最も絶対値の大きなピークがオーバーシュート量となる。
- [0028] 図4は、本実施の形態におけるサーボ調整部15が実行する粘性摩擦の補償処理のフローチャートである。

- [0029] サーボ調整部15は、ステップ1で粘性摩擦算出部23に粘性摩擦係数 $K_w$ の初期値を設定する。その後、ステップ2で位置決め動作を実行する。位置決め動作が終わると、ステップ3で評価指標測定部24がオーバーシュート量を算出する。ステップ4では必要な試行回数だけ位置決め動作が行われたかを判定する。必要な試行回数だけ位置決め動作が行われていない（NO）の場合は、ステップ4-1で粘性摩擦係数 $K_w$ を変更してステップ2に戻る。ステップ4で、必要な試行回数だけ位置決め動作が行われた（YES）の場合は、ステップ5に移行する。そして、サーボ調整部15は、ステップ5において、各試行におけるオーバーシュート量を指定値と比較し、粘性摩擦係数 $K_w$ をオーバーシュート量が指定値以下で最も近い値であった試行時のものに決定する。
- [0030] このように、本実施の形態では、サーボ調整部15は、オーバーシュート量が指定値以下で最も近い値であった試行時のものとなるような粘性摩擦係数 $K_w$ の最適値を決定する。そして、サーボ調整部15は、このように決定した最適な粘性摩擦係数 $K_w$ を粘性摩擦算出部23に設定する。
- [0031] 図5から図7は、本実施の形態における位置決め整定時波形を示す波形図である。
- [0032] この例では、最高速度3000 [回転/分] = 50 [回転/s] の速度指令を、時定数が2 [ms] の指令応答フィルタ部21で平滑化し、さらに、フィードバック制御部22において、速度応答周波数50 [Hz] で代表される位置比例・速度比例積分制御にフィードフォワード制御を併用した構成による制御結果を示している。図5と図6では粘性摩擦算出部23の粘性摩擦係数 $K_w$ は0とし、粘性摩擦補償が無効の場合の波形を表している。
- [0033] 図5では、位置指令 $Prc$ の差分から計算した速度指令 $Sr$  [回転/s] を実線で、モータ位置情報 $Pd$ の差分から計算したモータ速度 $Sd$  [回転/s] を破線で表している。モータ速度 $Sd$ は、指令応答フィルタ部21により平滑化されたフィルタ後速度指令 $Prf$ に従うため、遅延が生じている。これら速度指令 $Sr$ とモータ速度 $Sd$ の差を積分したものが位置偏差 $dP$  [

回転] となる。

[0034] 図6は、この位置偏差  $dP$  [回転] が見やすいように、図5の縦軸を拡大したものである。位置偏差  $dP$  は速度指令  $S_r$  とほぼ比例して発生している。また、実機に存在する粘性摩擦トルクにより、位置決め整定時にモータ速度  $S_d$  がオーバーシュートしていることが分かる。これにより、この図ではまだ分かりにくいのが、位置偏差  $dP$  にもオーバーシュートが発生している。

[0035] 図7は、図6よりさらに縦軸を拡大するとともに、横軸の時間軸を、 $0.105$  [s] の位置指令停止時点  $t_s$  から、位置偏差  $dP$  が位置決め完了範囲内に入るまでの挙動を見やすいよう拡大した。また、モータ速度  $S_d$  は省略するとともに、粘性摩擦算出部23の粘性摩擦係数  $K_w$  を0から変化させたときの位置偏差波形を重ねがきした。サーボ調整部15から与えられる位置決め完了範囲は  $1/1000$  [回転] とし、図7ではちょうど1目盛りに相当する。

[0036] 図6までと同じ粘性摩擦補償が無効時の波形は、一番下の粘性摩擦係数  $K_w = 0$  の波形（点線）である。この設定では、図6に示すように、位置偏差  $dP$  が正の値から一旦位置決め完了範囲に入るが、負方向にオーバーシュートして位置決め完了範囲を外れてしまう。そのため、位置決め整定時間は、再び位置決め完了範囲に入るA点の時点となり、 $38\text{ms}$  と非常に長い時間がかかっている。

[0037] 粘性摩擦係数  $K_w = 5$ （点線）と大きくすると、オーバーシュート量が小さくなり、位置決め整定時間も短くなる。

[0038] 粘性摩擦係数  $K_w = 8$ （実線）にて、初めてオーバーシュート量が位置決め完了範囲未満となる。このとき、位置偏差  $dP$  が負側では位置決め完了範囲を越えなくなるため、位置決め整定時間は正方向のB点に移動し、位置決め整定時間が  $4\text{ms}$  と急激に短くなる。

[0039] 粘性摩擦係数  $K_w = 10$ （破線）は、制御対象の粘性摩擦係数推定値に最も近い値だが、このときの位置決め整定時間はC点で  $6\text{ms}$  となり、 $K_w = 8$  にくらべて  $2\text{ms}$  ほど遅くなる。さらに、粘性摩擦係数  $K_w$  を12、15

、20（すべて破線）と大きくしていくと、位置決め整定時間は再び遅くなってしまいます。

[0040] 以上の知見より、図4のステップ5におけるオーバーシュート量の指定値を、位置決め完了範囲とすることで、位置決め動作における整定時間を最短にできることが分かる。実際の運用においては、位置指令の動作パターンや位置決め完了範囲がさまざまに異なり、粘性摩擦係数の最適値も異なったものとなる。これを探索することで、各動作に最適な設定値を見つけることができる。

[0041] なお、位置決め動作において、オーバーシュート量が位置決め完了範囲を越えるのは通常望ましくないため、これを考慮するなら上記指定値にマージンを持たせるのがよい。また、同じ粘性摩擦係数による位置決め動作を複数回実行して、オーバーシュート量の平均値をとって測定ばらつきの影響を抑えるのもよい。さらに、オーバーシュート量の最大値をとって、ばらつきを考慮したマージンの代用とするのもよい。

[0042] ステップ1における粘性摩擦係数 $K_w$ の初期値の選択には、粘性摩擦を推定する各種アルゴリズムの推定結果を使用するのがよい。例えば、モータ速度とトルク指令を入力とする最小二乗法を用いれば、粘性摩擦係数は容易に推定できる。また、動作波形を観測することで、加速開始時点から加速終了時点までのトルク指令変化をモータ速度変化で除することでも、粘性摩擦係数の推定は可能である。

[0043] ステップ2の位置決め動作実行は、本実施の形態では上位コントローラ11より与えられる位置指令 $Prc$ で行われるが、位置指令生成部を内蔵するモータ駆動装置12であれば、これを自ら作り出したほうが、位置決め動作や評価指標測定の制御を行いやすいことはいうまでもない。

[0044] ステップ4-1における粘性摩擦係数の変更では、上記の例によるように、推定値 $K_w = 10$ を中心に0から推定値の2倍の20までを振るといった方法のほかにも、最初から一定の刻み値で粘性摩擦係数を0から変えていく、あるいは2分探索を用いて粘性摩擦係数を探索するなど、さまざまな探索

方法が考えられる。

[0045] (実施の形態3)

図8は実施の形態3におけるサーボ調整部15が実行する粘性摩擦の補償処理のフローチャートである。

[0046] ステップ1、2、4、4-1については図4と同じだが、本実施の形態では、ステップ3で評価指標測定部24は位置決め整定時間を測定する。また、試行回数実行後に、ステップ5では位置決め整定時間が最小となる粘性摩擦係数 $K_w$ を出力する。

[0047] このように、本実施の形態では、サーボ調整部15は、位置決め整定時間が最小となるような粘性摩擦係数 $K_w$ の最適値を決定する。そして、サーボ調整部15は、このように決定した最適な粘性摩擦係数 $K_w$ を粘性摩擦算出部23に設定する。

[0048] この方法でも、図7の位置決め整定時間の変化とあわせてみると分かるように、実施の形態2と同じ粘性摩擦係数 $K_w = 8$ が選択される。この方法の利点は、低周波数域の共振点が存在する場合などで位置偏差が振動的となり、オーバーシュート量が位置決め完了範囲内に収まらない場合でも、位置決め整定時間を基準とした最適値を算出できることにある。したがって、実施の形態2の方法と併用するのもよい。

[0049] 以上、本発明のモータ駆動装置は、平滑化された速度指令を用いた粘性摩擦補償を行うことで、モータ速度を用いた粘性摩擦補償より遅れが少なく、外乱の影響を受けない安定した補償が可能となる。また、位置決め制御においては、粘性摩擦推定値をそのまま適用する場合にくらべて、整定時間を短縮することができる。

[0050] なお、本発明で述べたサーボ調整部15は、各実施の形態でモータ駆動装置の内部に設けた一例を挙げて説明したが、すべての機能をモータ駆動装置の外部に設けてもなんら発明の効果を妨げるものではない。

### 産業上の利用可能性

[0051] 本発明のモータ駆動装置は、サーボモータの制御において、適切な粘性摩

擦補償ができるため、サーボモータを制御するモータ駆動装置として有用である。

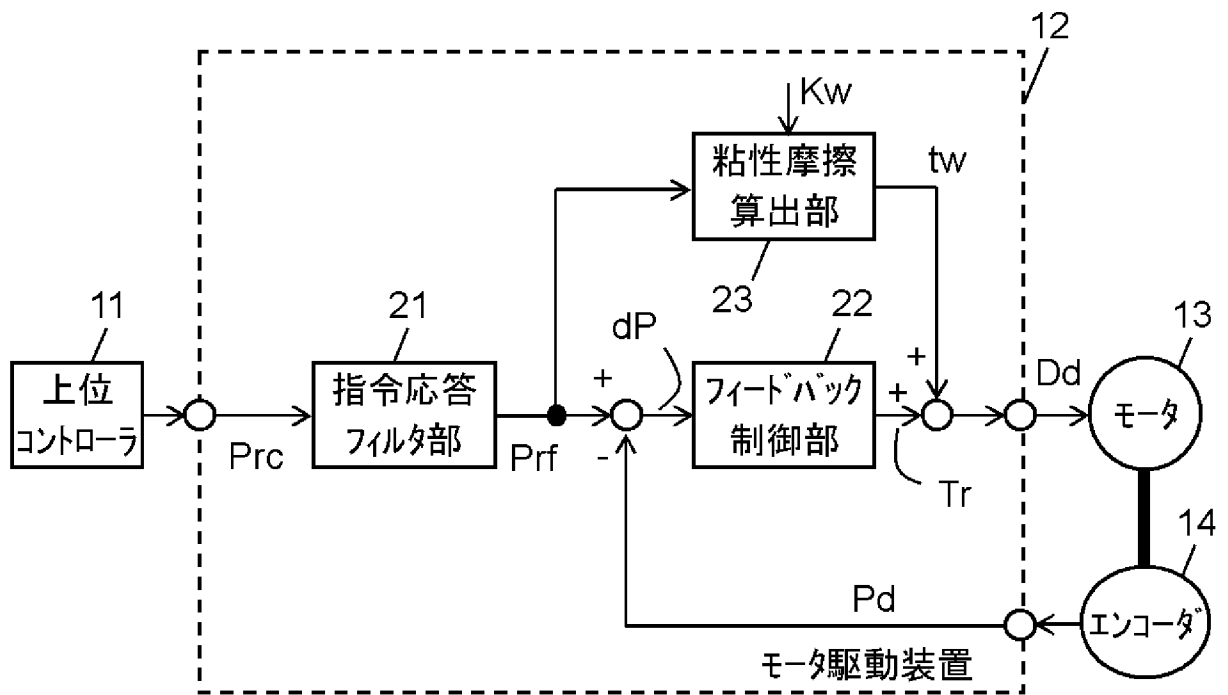
### 符号の説明

- [0052] 1 1 上位コントローラ  
1 2, 3 2 モータ駆動装置  
1 3 モータ  
1 4 エンコーダ  
1 5 サーボ調整部  
2 1 指令応答フィルタ部  
2 2 フィードバック制御部  
2 3 粘性摩擦算出部  
2 4 評価指標測定部

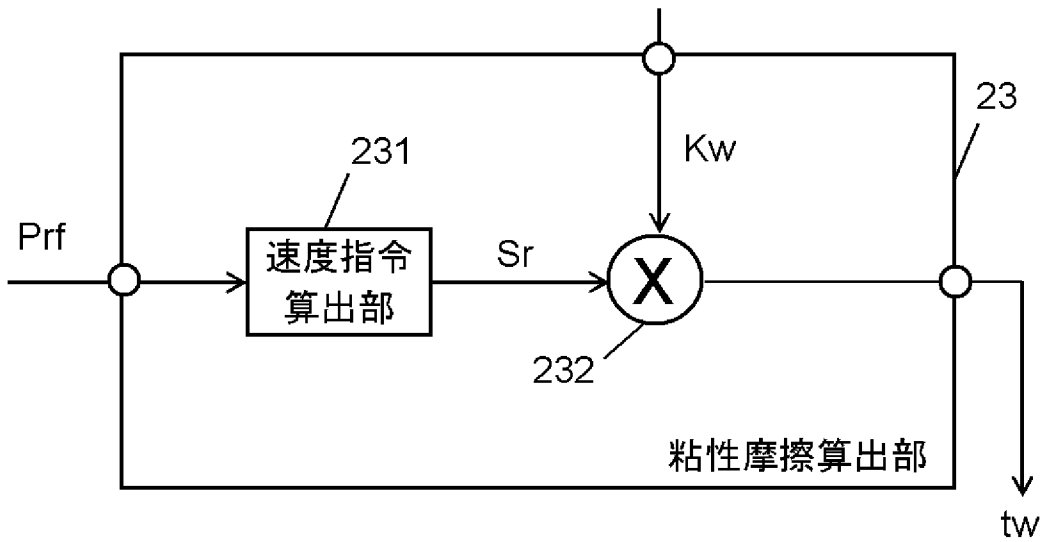
## 請求の範囲

- [請求項1] 実動作が指令に追従するようにフィードバック制御しながらモータを駆動するモータ駆動装置であって、  
トルク指令を出力して前記フィードバック制御を行うフィードバック制御部と、  
速度指令に粘性摩擦係数を乗じて粘性摩擦トルク補償値を算出する粘性摩擦算出部とを備え、  
粘性摩擦トルク補償値を前記トルク指令に加算した駆動信号に基づき前記モータを駆動することを特徴とするモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記指令としての位置指令を平滑化して、フィルタ後位置指令を生成する指令応答フィルタ部をさらに備え、  
前記速度指令を、前記フィルタ後位置指令の差分から生成することを特徴とする、請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記位置指令とモータ位置あるいは負荷位置とを入力してオーバーシュート量を測定する評価指標測定部と、  
前記粘性摩擦係数を変化させて、複数回位置決め動作を行い、オーバーシュート量が指定値となる粘性摩擦係数を決定するサーボ調整部とをさらに備えたことを特徴とする請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項4] 前記位置指令とモータ位置あるいは負荷位置とを入力して位置決め整定時間を測定する評価指標測定部と、  
前記粘性摩擦係数を変化させて、複数回位置決め動作を行い、位置決め整定時間が最小となる粘性摩擦係数を決定するサーボ調整部とをさらに備えたことを特徴とする請求項2に記載のモータ駆動装置。

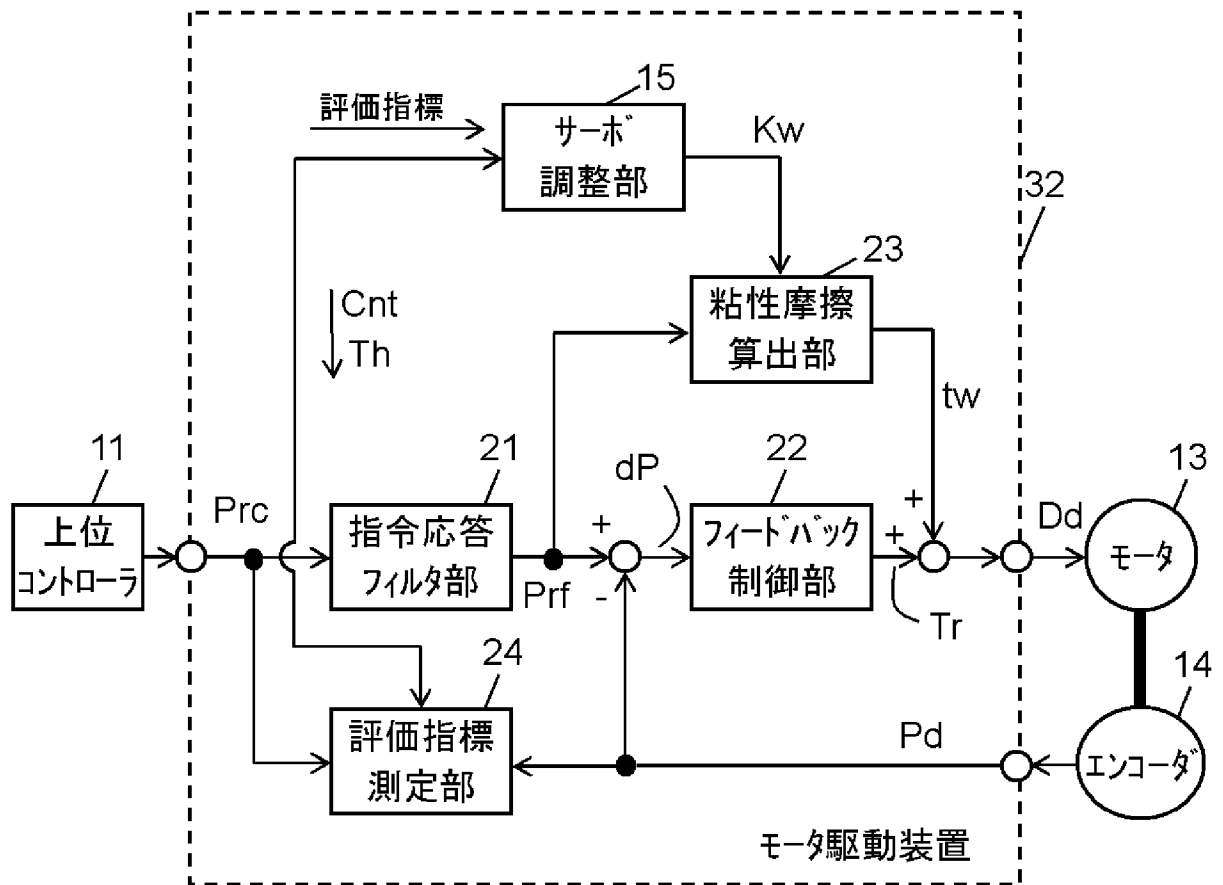
[図1A]



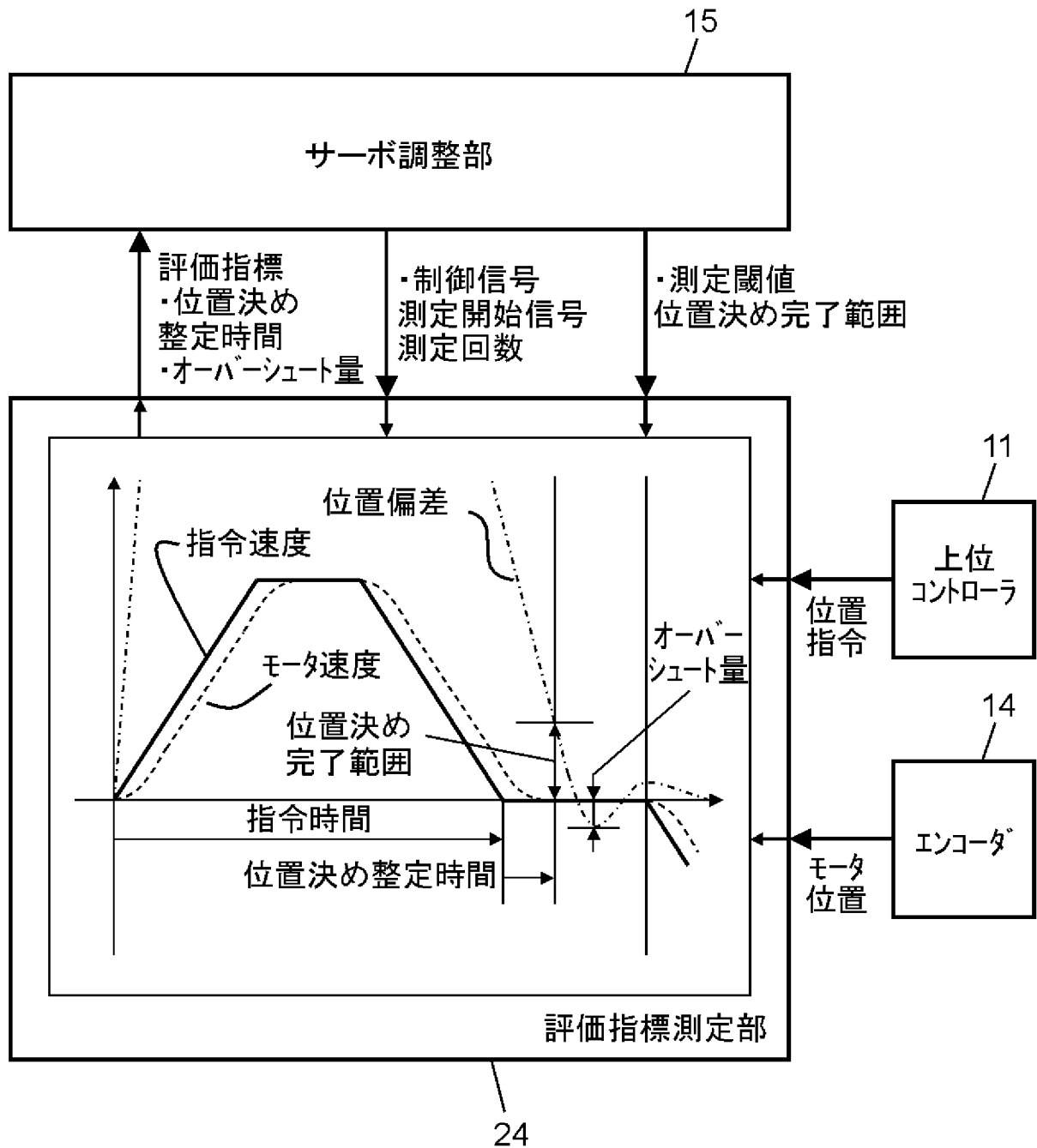
[図1B]



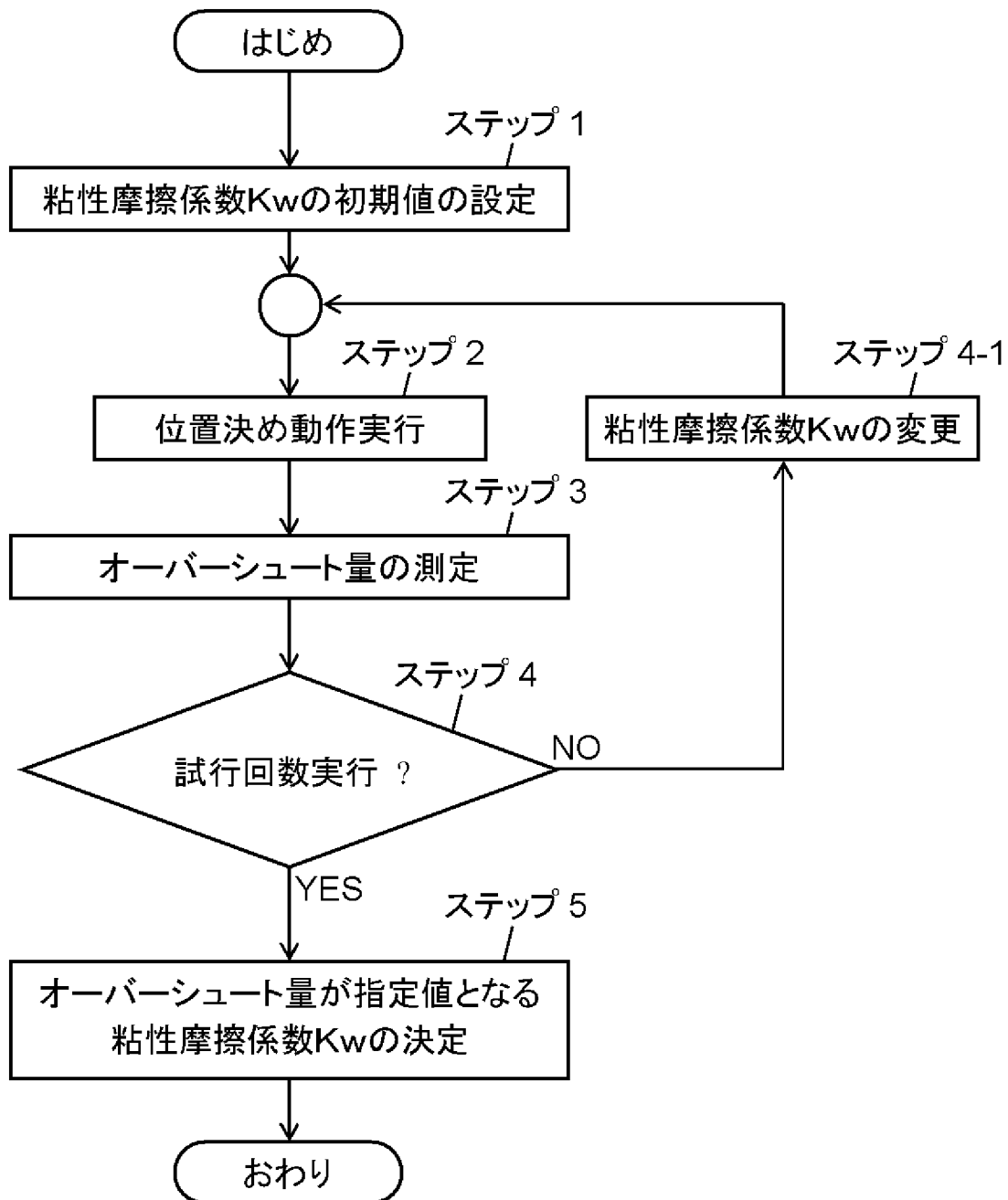
[図2]



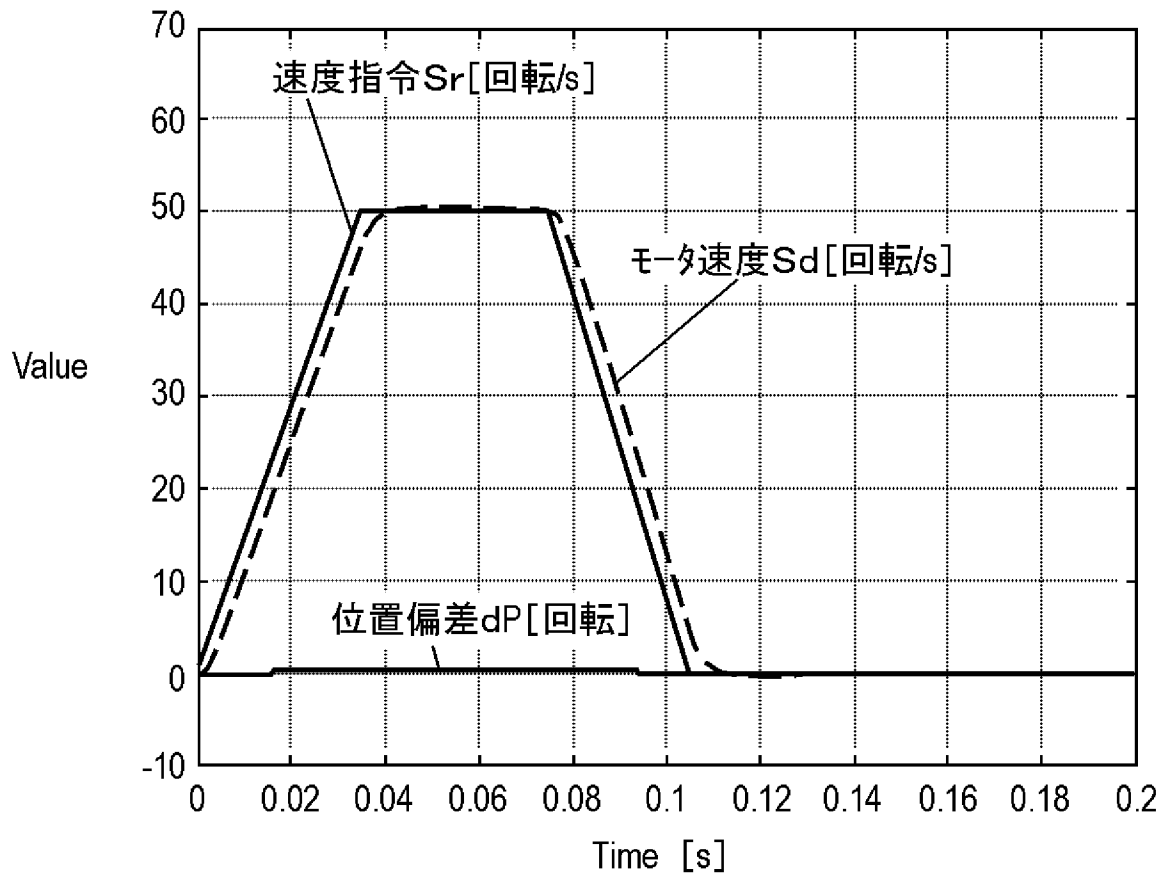
[図3]



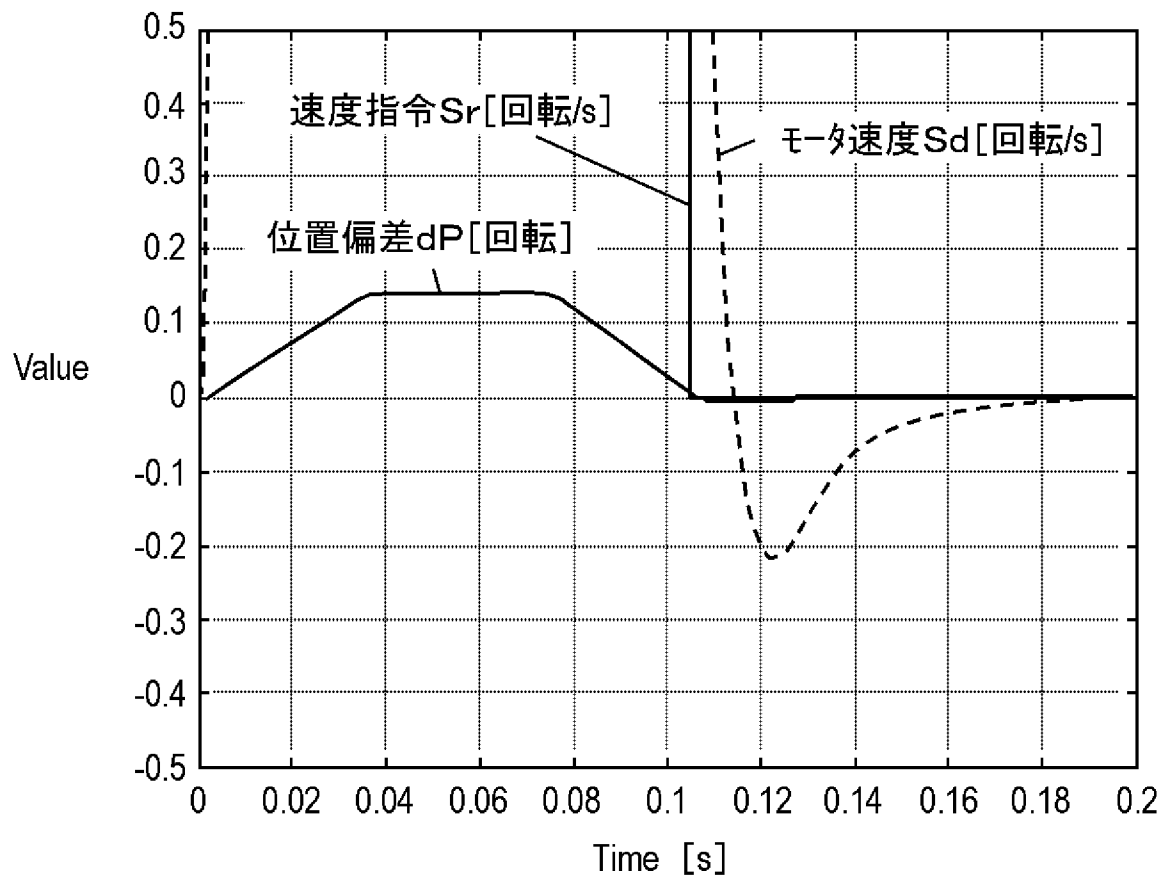
[図4]



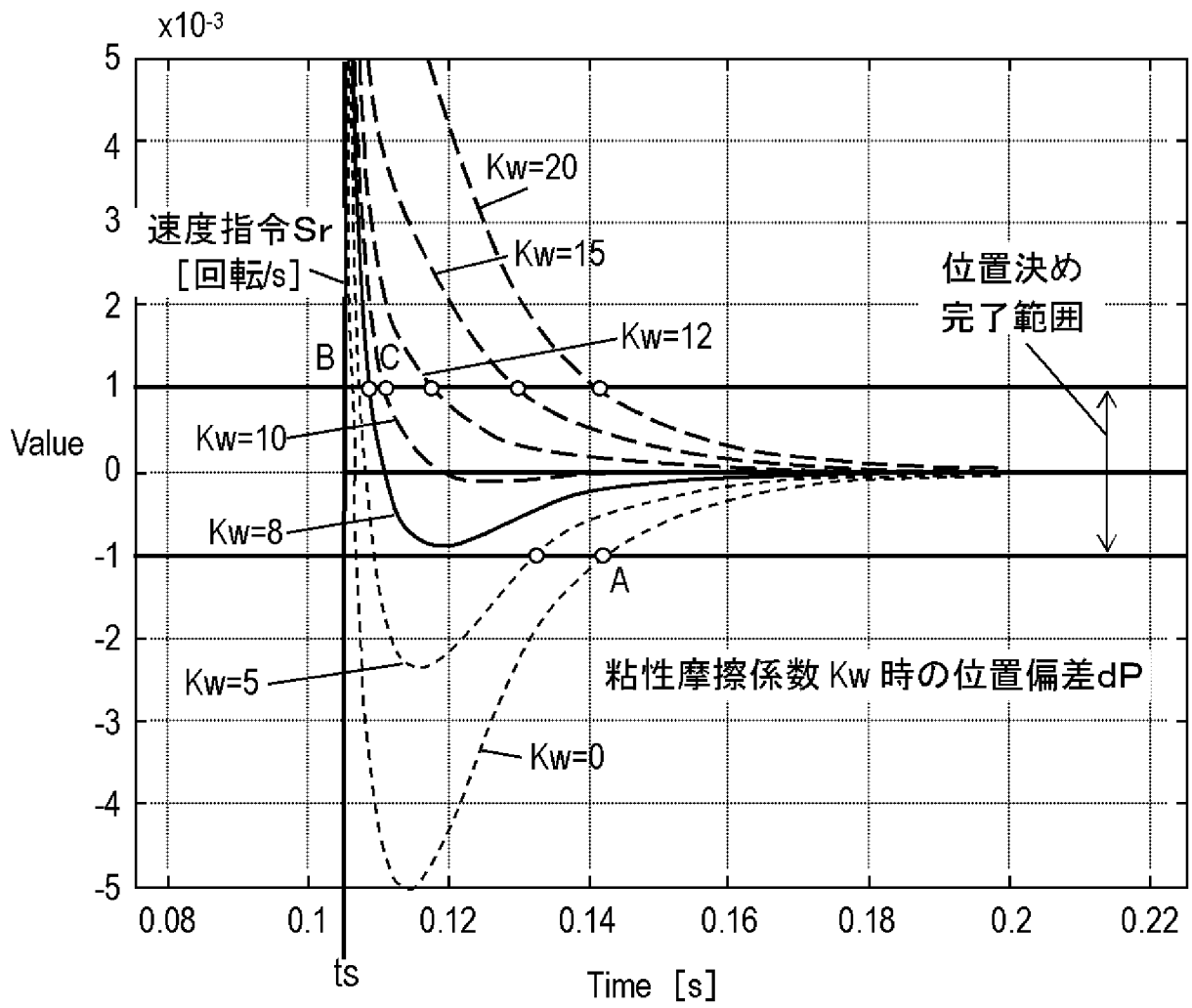
[図5]



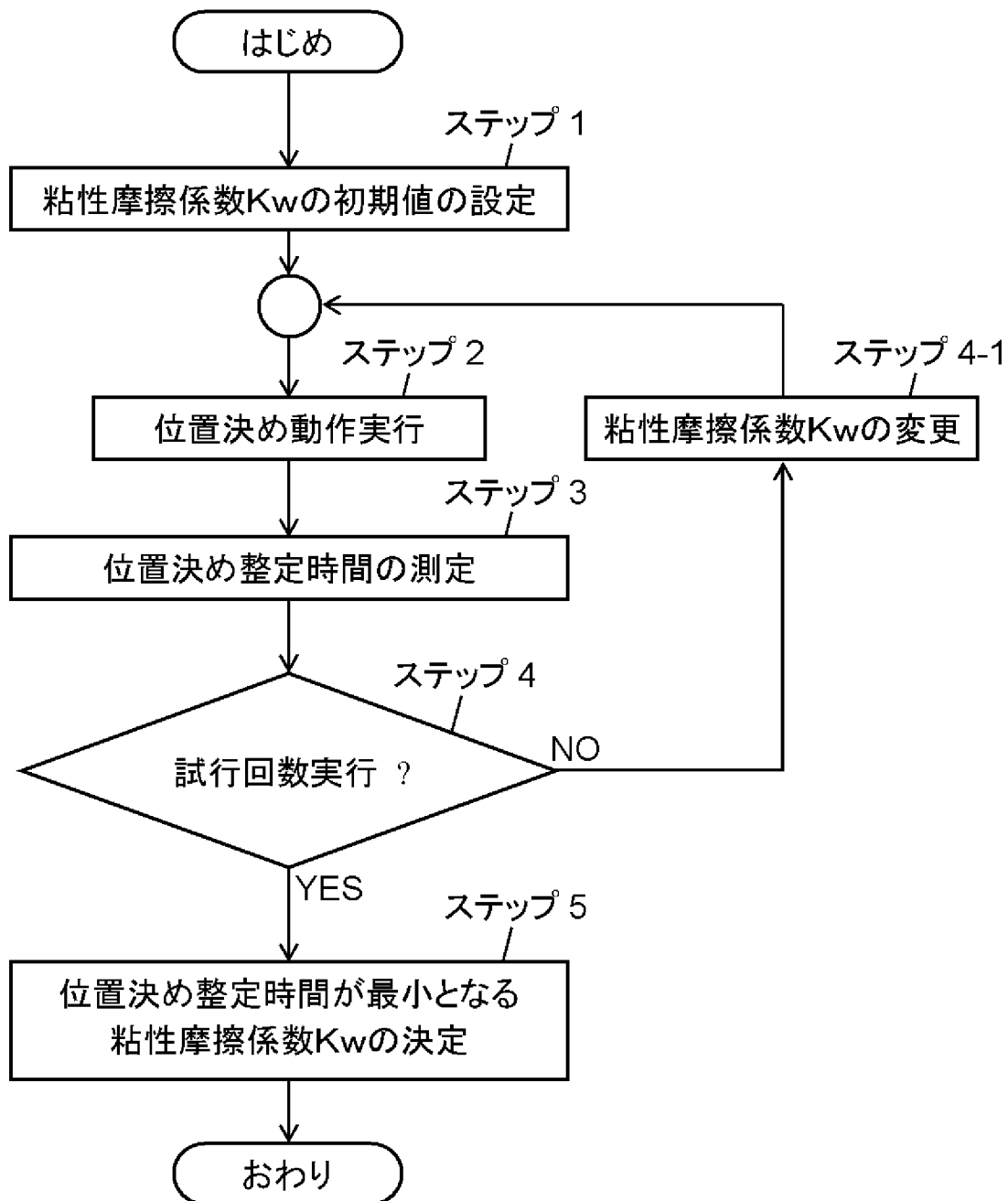
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001934

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P29/00(2006.01)i, G05B11/36(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)

H02P29/00, G05B11/36

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2012-130160 A (Fujitsu Ltd.), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraphs [0015] to [0042]; fig. 1B (Family: none)	1 2-4
X Y	JP 2006-197778 A (Yaskawa Electric Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), claims; paragraphs [0028] to [0030], [0066] to [0068]; fig. 3 (Family: none)	1 2-4
Y	JP 2009-70396 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), claims; paragraphs [0008] to [0011]; fig. 1 & US 2004/0183494 A1 & DE 102004008406 A1 & CN 1523465 A	2-4

 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  
12 June, 2014 (12.06.14)

Date of mailing of the international search report  
24 June, 2014 (24.06.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001934

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-135344 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), claims; paragraphs [0020] to [0063] & DE 102006045820 A1 & CN 1963702 A	3-4
Y	JP 6-242803 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 September 1994 (02.09.1994), claims (Family: none)	3-4
A	JP 2000-172341 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 June 2000 (23.06.2000), paragraphs [0024] to [0033]; fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 9-171410 A (Yaskawa Electric Corp.), 30 June 1997 (30.06.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02P29/00(2006.01)i, G05B11/36(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. H02P29/00, G05B11/36		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年		
国際調査で使用した電子データベース（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 請求項の番号
X Y	JP 2012-130160 A（富士通株式会社）2012.07.05, 段落【0015】 - 【0042】, 第1B図（ファミリーなし）	1 2-4
X Y	JP 2006-197778 A（株式会社安川電機）2006.07.27, 特許請求の範囲, 段落【0028】 - 【0030】, 【0066】 - 【0068】, 第3図（ファミリーなし）	1 2-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 12.06.2014	国際調査報告の発送日 24.06.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 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） 田村 耕作 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 9618

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 請求項の番号
Y	JP 2009-70396 A (三菱電機株式会社) 2009.04.02, 特許請求の範囲, 段落【0008】-【0011】, 第1図 & US 2004/0183494 A1 & DE 102004008406 A1 & CN 1523465 A	2-4
Y	JP 2007-135344 A (株式会社日立産機システム) 2007.05.31, 特許請求の範囲, 段落【0020】-【0063】 & DE 102006045820 A1 & CN 1963702 A	3-4
Y	JP 6-242803 A (松下電器産業株式会社) 1994.09.02, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3-4
A	JP 2000-172341 A (三菱電機株式会社) 2000.06.23, 段落【0024】-【0033】, 第1図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 9-171410 A (株式会社安川電機) 1997.06.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4