

(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
2016 年 7 月 28 日(28.07.2016)

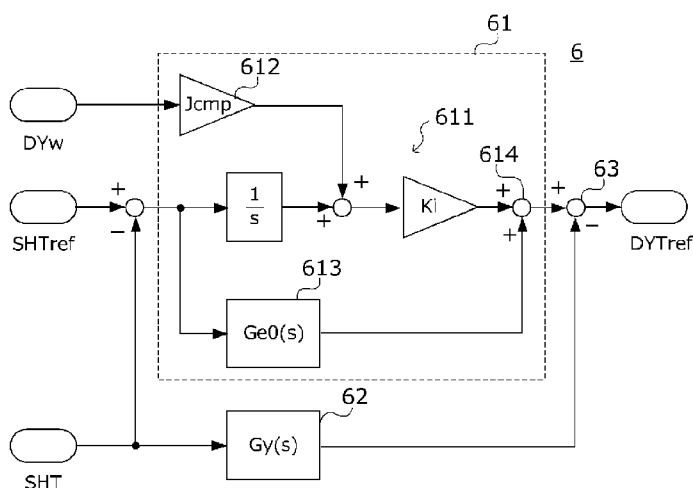


(10) 国際公開番号
WO 2016/117394 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 15/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050519
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 8 日(08.01.2016)
- (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 2015-007752 2015 年 1 月 19 日(19.01.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社明電舎(MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 秋山 岳夫(AKIYAMA, Takao); 〒1416029 東京都品川区大崎 2 丁目 1 番 1 号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 浅倉 伸彦(ASAKURA, Nobuhiko); 〒1416029 東京都品川区大崎 2 丁目 1 番 1 号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI, Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-7-12 サピアタワー Tokyo (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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: CONTROL DEVICE FOR DYNAMOMETER SYSTEM

(54) 発明の名称: ダイナモメータシステムの制御装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a control device for a dynamometer system, with which, by a simple method, an unloaded state can be reproduced highly accurately when a test piece is started. A dynamo control device 6 is provided with: an integral control input computation unit 611 for computing the integral value of axle torque deviation, and multiplying the sum thereof and a correction value by an integral gain to compute an integral control input; a correction value computation unit 612 for multiplying an inertia compensation quantity Jcmp by the dynamo rotation frequency to compute a correction value; a non-integral control input computation unit 613 for designating, as a non-integral control input, the output of a prescribed transmission function Ge0(s) having axle torque deviation as input; and a totaling unit 614 for totaling the integral control input and the non-integral control input in order to generate a torque current command signal to the dynamometer. The transmission function Ge0(s) of the non-integral control input computation unit 613 is derived by separating the integrator from a transmission function Ge(s) having an axle torque control function, in such a way as to satisfy the

relational equation ($Ge(s) = Ki/s + Ge0(s)$).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/117394 A1



簡易な方法により、供試体の始動時に精度良く無負荷状態を再現できるダイナモメータシステムの制御装置を提供すること。ダイナモ制御装置6は、軸トルク偏差の積分値を算出し、これと補正值との和に積分ゲインを乗算し積分操作量を算出する積分操作量演算部611と、ダイナモ回転数に慣性補償量 J_{cmp} を乗算することにより補正值を算出する補正值演算部612と、軸トルク偏差を入力とした所定の伝達関数 $G_{e0}(s)$ の出力を非積分操作量とする非積分操作量演算部613と、積分操作量と非積分操作量とを合算することによりダイナモメータに対するトルク電流指令信号を生成する合算部614と、を備える。ここで、非積分操作量演算部613の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、関係式 $(G_e(s) = K_i / s + G_{e0}(s))$ を満たすように、軸トルク制御機能を有する伝達関数 $G_e(s)$ から積分器を分離することによって導出される。

明 細 書

発明の名称： ダイナモメータシステムの制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ダイナモメータシステムの制御装置に関する。

背景技術

[0002] 図5は、ダイナモメータシステム100の構成を示す図である。

ダイナモメータシステム100は、供試体としてのエンジンEと、動力吸収体としてのダイナモメータDと、これらエンジンEとダイナモメータDと結合する結合軸Sと、スロットルアクチュエータ110を介してエンジンEを制御するエンジン制御装置120と、インバータ130を介してダイナモメータDを制御するダイナモ制御装置140と、ダイナモメータDの出力軸の回転数を検出するエンコーダ150と、結合軸SとダイナモメータDの出力軸との結合部の軸トルク（振れトルク）を検出する軸トルクセンサ160と、を備える。

[0003] エンジン制御装置120は、試験項目ごとに予め定められた態様でエンジンEの出力を制御し、ダイナモ制御装置140は、エンコーダ150や軸トルクセンサ160の出力等に基づいて、ダイナモメータDの回転数やトルクを制御する（例えば、特許文献1、2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-149085号公報

特許文献2：特開2014-224722号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで上記のようなダイナモメータシステム100では、エンジン始動時のエンジン回転数をエンジン単体始動でのエンジン回転数相当に制御する場合、エンジンEからみて結合軸S及びダイナモメータDが接続されてい

いかなのような無負荷状態に制御する必要がある。このような制御は、例えば、空ぶかし時におけるエンジンの特性を測定するレーシング試験において必要とされる。このような無負荷状態は、エンジンEとダイナモメータDとの間の結合軸Sにおける振れトルクを0 [Nm] に制御することで実現される。

[0006] 図6は、従来のシステム100において上記無負荷状態を実現した場合における、エンジン始動時の回転数変化を示す図である。より具体的には、従来のシステム100において振れトルクが生じないようにダイナモ制御装置140に入力する軸トルク指令値を0とした場合におけるエンジン始動時の回転数変化を示す図である。図6には、システム100による測定結果、すなわちエンコーダ150によって測定された回転数を細実線で示す。また図6には、エンジンEと結合軸Sとを切り離しエンジンEを無負荷状態にして測定された回転数、すなわち無負荷制御時の理想となる値を太破線で示す。

[0007] 図6に示されるように、従来のシステム100において軸トルク指令値を0 [Nm] とし、軸トルクセンサの検出値を0 [Nm] に制御するだけでは、結合軸Sのうち軸トルクセンサ160よりエンジンE側の部分の慣性をエンジンEで負担せねばならないため、始動時のエンジン回転数は無負荷状態に相当する理想値より小さくなる。

[0008] なお理論的には、軸トルクセンサ160の位置をよりエンジンEのクランクシャフト側に近づければ結合軸Sの慣性もダイナモメータDで負担させることができる。しかしながら、軸トルクセンサ160をエンジンEに近づけるほどエンジンEの熱が伝わりやすくなるため、温度ドリフトによる測定値の変化の影響が大きくなる。また、軸トルクセンサ160をエンジンEに近づけるほどエンジンEの振動が伝わりやすくなり、測定精度が低下する。以上のような理由から、軸トルクセンサ160の位置はエンジンEよりもダイナモメータDに近い方が好ましく、したがって上記の課題は顕著なものとなる。

[0009] また特許文献2では、軸トルク制御回路の軸トルク指令値にダイナモメー

タの角速度の擬似微分値（角加速度に相当）と所定のシャフト慣性補償値とを掛け合わせたものを重畳することにより、上記課題を解決しようとしている。ところが特許文献2の発明では、擬似微分を特徴付けるためのカットオフ周波数の適切な値を試行錯誤で決定する必要がある、手間がかかる。カットオフ周波数が適切な値より低すぎると慣性補償制御の応答が低くなり、逆に高すぎると制御が不安定になる可能性がある。

[0010] 本発明は、簡易な方法により、供試体の始動時に精度良く無負荷状態を再現できるダイナモメータシステムの制御装置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

[0011] (1) 上記目的を達成するため本発明は、ダイナモメータ（例えば、後述のダイナモメータD）と、供試体（例えば、後述のエンジンE）と、前記ダイナモメータ及び前記供試体を連結する軸（例えば、後述の結合軸S）と、前記軸に作用するトルクを検出する軸トルクセンサ（例えば、後述の軸トルクセンサ7）と、前記ダイナモメータの回転数を検出する回転数検出器（例えば、後述のエンコーダ8）と、を備えたダイナモメータシステム（例えば、後述のダイナモメータシステム1）の制御装置（例えば、後述のダイナモ制御装置6）を提供する。制御装置は、前記軸トルクセンサの検出値とその指令値との偏差の積分値を算出し、当該積分値と所定の補正值との和に積分ゲイン（例えば、後述の積分ゲイン K_i ）を乗算し積分操作量を算出する積分操作量演算部（例えば、後述の積分操作量演算部611）と、前記回転数検出器の検出値に所定の補正係数（例えば、後述の慣性補償量 J_{cmp} ）を乗算することにより前記補正值を算出する補正值演算部（例えば、後述の補正值演算部612）と、前記偏差を入力とした所定の伝達関数の出力を非積分操作量とする非積分操作量演算部（例えば、後述の非積分操作量演算部613）と、前記積分操作量と前記非積分操作量とを合算することにより前記ダイナモメータに対するトルク電流指令信号を生成する合算部（例えば、後述の合算部614）と、を備える。ここで、前記非積分操作量演算部の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、 K_i を前記積分ゲインとし、 s をラプラス演算子とし

、 $G_e(s)$ を前記偏差が入力されると当該偏差が無くなるようなトルク電流指令信号を出力する伝達関数とし、下記式（１）を満たすように定められる。

[数1]

$$G_e(s) = \frac{K_i}{s} + G_{e0}(s) \quad (1)$$

[0012] （２）この場合、前記伝達関数 $G_e(s)$ は、 μ 設計法又は H_∞ 設計方法と称される制御系設計方法に基づいて設計されることが好ましい。

発明の効果

[0013] （１）本発明では、軸トルクセンサの検出値とその指令値との偏差（以下、単に「軸トルク偏差」ともいう）からトルク電流指令信号までの伝達関数を、積分操作量演算部と非積分操作量演算部とに分ける。そして、積分操作量演算部では、軸トルク偏差の積分値と所定の補正值との和を算出し、この和に積分ゲインを乗算することによって積分操作量を算出する。ここで特に本発明では、軸トルク偏差の積分値に、回転数検出器の検出値に所定の補正係数を乗算して得られる補正值を重畳することにより、供試体側からの見掛け上の供試体の慣性が補正係数に応じた分だけ小さくなるような慣性補償制御を行うことができる。したがって、供試体にかかる負担を従来と比較して低減できるので、レーシング試験では供試体のみの性能を精度良く評価することができる。また本発明によれば、なんらかの設計方法を実行することによって軸トルク制御機能を有する伝達関数 $G_e(s)$ が得られていれば、この伝達関数 $G_e(s)$ を、上記式（１）が満たされるように積分器と非積分器とに分離するだけで、このような慣性補償制御機能を追加できる。すなわち本発明では、特許文献２のような従来技術では必要であったパラメータの細かな調整が不要である。したがって本発明によれば、軸トルク制御機能を有する既知の伝達関数に対して簡易な方法で上述のような慣性補償制御機能を追加することができる。

[0014] （２） μ 設計法や H_∞ 設計方法等の所謂ロバスト制御設計方法では、所望

の制御目的を達成するような伝達関数を数値的に導出するため、設計指標の変更を設計結果に反映させることが困難である。よって従来では、上述のような慣性補償制御機能を付与しようとする、規定の手順に従ってまた新たに数値計算を行うことによって伝達関数を導出する必要があり、手間がかかる。これに対し本発明では、上述のように一旦、伝達関数 $G_e(s)$ が得られれば、これを上記式(1)に基づいて分離することにより、簡易な方法で慣性補償制御機能を追加できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態に係るダイナモ制御装置が用いられたダイナモメータシステムの構成を示す図である。

[図2]本実施形態に係るダイナモ制御装置による軸トルク制御の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図3]軸トルク制御機能を備えるコントローラの構成を示すブロック図である。

[図4]上記実施形態に係るダイナモメータシステムによるレーシング試験の結果を示す図である。

[図5]従来のダイナモメータシステムの構成を示す図である。

[図6]従来のダイナモメータシステムによるレーシング試験の結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本実施形態に係るダイナモ制御装置6が用いられたダイナモメータシステム1の構成を示す図である。ダイナモメータシステム1は、供試体としてのエンジンEと、このエンジンEと結合軸Sを介して連結されたダイナモメータDと、スロットルアクチュエータ2を介してエンジンEを制御するエンジン制御装置5と、ダイナモメータDに電力を供給するインバータ3と、インバータ3を介してダイナモメータDを制御するダイナモ制御装置6

と、結合軸Sの捩れトルクを検出する軸トルクセンサ7と、ダイナモメータDの出力軸SDの回転数を検出するエンコーダ8と、を備える。

[0017] なお結合軸Sには、クラッチ、トランスミッション、及びプロペラシャフト等のエンジンEと共に車両に搭載されることが予定された機械部品を用いてもよいし、これら車両用の機械部品とは別に準備した高剛性の試験用シャフトを用いてもよい。

[0018] 軸トルクセンサ7は、エンジンEからダイナモメータDまで延びる結合軸Sのうち、エンジンEよりもダイナモメータDに近い部分に作用する捩れトルクを、例えば結合軸Sのねじれ方向の歪み量から検出し、検出値に略比例した信号をダイナモ制御装置6に送信する。

[0019] エンジン制御装置5は、所定のタイミングでエンジンEを始動した後、予め定められた態様によってエンジンEの出力を制御する。

[0020] ダイナモ制御装置6は、エンジンEで発生した動力が予め定められた態様で吸収されるように、軸トルクセンサ7及びエンコーダ8の検出信号に基づいてダイナモメータDで発生させるべきトルク値に相当するトルク電流指令信号を生成し、インバータ3へ入力する。

[0021] 図2は、本実施形態に係るダイナモ制御装置6による軸トルク制御の制御回路の構成を示すブロック図である。

[0022] 図3は、図2のダイナモ制御装置6の元となるコントローラCの構成を示す図である。図3のコントローラCは、軸トルクセンサの検出値 SHT とその指令値 SHT_{ref} が入力されると、その偏差($SHT_{ref} - SH T$ 、以下単に「軸トルク偏差」ともいう)が無くなるようなトルク電流指令信号を生成する軸トルク制御機能を備える。図2に示す本実施形態に係るダイナモ制御装置6は、図3の2自由度のコントローラCに慣性補償制御機能を追加することによって構成される。このような軸トルク制御機能を備える2自由度のコントローラC及びこれを構成する伝達関数 $G_e(s)$ 及び $G_y(s)$ は、例えば本願出願人による特許第3775284号の図6の実施形態に示されたコントローラが用いられる。なお、軸トルク制御機能を備えるコン

トローラC及びこれを構成する伝達関数 $G_e(s)$ 及び $G_y(s)$ を設計する方法としては、例えば特許第3775284号に示された μ 設計法に基づくものに限らない。例えば、 μ 設計法その他、 H_∞ 制御等の他のロバスト制御設計方法に基づいて設計されたものを用いてもよい。

[0023] 図2に戻って、ダイナモ制御装置6は、軸トルク偏差($SHT_{ref} - SHT$)及びダイナモ回転数(すなわち、エンコーダの検出値 DY_w)を入力とした第1コントローラ61と、軸トルクセンサの検出値 SHT を入力とした第2コントローラ62と、第1コントローラ61の出力から第2コントローラ62の出力を減算することによってトルク電流指令信号 DY_{Tref} を生成する減算器63と、を備える。

[0024] 第2コントローラ62は、軸トルクセンサの検出値 SHT を入力とした伝達関数 $G_y(s)$ を備える。この伝達関数 $G_y(s)$ は、上述の軸トルク制御機能を有するコントローラCを構成する伝達関数 $G_y(s)$ (図3参照)と同じものが用いられる。

[0025] 第1コントローラ61は、積分操作量演算部611と、補正值演算部612と、非積分操作量演算部613と、合算部614と、を備える。

[0026] 積分操作量演算部611は、軸トルク偏差($SHT_{ref} - SHT$)の積分値を算出し、この積分値と補正值演算部612によって算出される補正值との和を算出し、この和に積分ゲイン K_i を乗算することによって積分操作量を算出する。

[0027] 補正值演算部612は、ダイナモ回転数 DY_w に所定の慣性補償量 J_{cmp} を乗算することによって、上述の積分操作量に対する補正值($DY_w \times J_{cmp}$)を算出する。後に詳細に説明するように、ダイナモ制御装置6では、このような補正值($DY_w \times J_{cmp}$)を用いて積分操作量を補正することにより、エンジン側からの見掛け上の慣性が慣性補償量 J_{cmp} 分だけ小さくなるような慣性補償制御機能が付与される。

[0028] 非積分操作量演算部613は伝達関数 $G_{e0}(s)$ を備える。非積分操作量演算部613は、この伝達関数 $G_{e0}(s)$ に軸トルク偏差(SHT_{ref}

f - S H T) を入力して得られる出力を非積分操作量とする。この非積分操作量演算部 6 1 3 の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、軸トルク制御機能を有する伝達関数 $G_e(s)$ から、下記式 (2) を満たすように積分ゲイン K_i の積分器を分離することによって得られるものが用いられる。この伝達関数 $G_e(s)$ は、より具体的には、図 3 に示す軸トルク制御機能を有するコントローラ C の伝達関数 $G_e(s)$ 、すなわち上述の第 2 コントローラ 6 2 の伝達関数 $G_y(s)$ と共に導出された伝達関数 $G_e(s)$ が用いられる。

[数2]

$$G_e(s) = \frac{K_i}{s} + G_{e0}(s) \quad (2)$$

[0029] 合算部 6 1 4 は、積分操作量演算部 6 1 1 の出力である積分操作量と、非積分操作量演算部 6 1 3 の出力である非積分操作量とを合算する。合算部 6 1 4 の出力は、上述のようにトルク電流指令信号 $DYTr_{ef}$ の一部となる。

[0030] 次に、以上のようにして構成されたダイナモ制御装置 6 (図 2 参照) が慣性補償制御機能を有することを説明する。簡単のため、エンジンとダイナモメータとを連結するシャフトを剛体 (ばね係数 K_c が ∞) とすると、制御対象の運動方程式は下記式 (3-1) ~ (3-3) に示すような 2 慣性系モデルによって記述される。

[数3]

$$EGJ \cdot s \cdot EGw = EGT + SHT \quad (3-1)$$

$$SHT = \frac{K_c}{s} \cdot (DYw - EGw) \quad (3-2)$$

$$DYJ \cdot s \cdot DYw = -SHT + DYT \quad (3-3)$$

[0031] また、慣性補償制御機能の動作の適切性は、その低域特性を解析することによって判明する。よって、図 2 に示すダイナモ制御装置 6 の低域特性に寄与する部分のみを抜き出し、さらに指令値 SHT_{ref} を 0 とすると、下記式 (4) が得られる。

[数4]

$$DYT = Ki \cdot \left(\frac{1}{s} \cdot (0 - SHT) \right) + Jcmp \cdot DYw \quad (4)$$

[0032] これら式(3-1)～(3-3)及び式(4)を用いると、エンジントルクEGTに対するエンジン角加速度($s \cdot EGw$)の比(エンジントルクから角加速度までの伝達関数)は、下記式(5)となる。また、この伝達関数の低域極限($s = 0$)はエンジンからの見掛け上の慣性モーメントの逆数となるが、これは、下記式(5)から得られるように $1 / (EGJ - Jcmp)$ となる。すなわち、エンジンからの見掛け上の慣性モーメントはEGJからEGJ - Jcmpとなり、図2のダイナモ制御装置6によれば慣性補償量Jcmpの分だけ慣性補償されることが明らかとなった。

[数5]

$$\frac{s \cdot EGw}{EGT} = \frac{Ki + s}{(EGJ - Jcmp) \cdot Ki + (EGJ + DYJ) \cdot s} \quad (5)$$

[0033] 次に、以上のように構成されたダイナモ制御装置6を備えたダイナモメータシステム1の効果について説明する。

図4は、図2のダイナモ制御装置6を利用したダイナモメータシステム1におけるエンジン始動時のエンジン回転数の変化を示す図である。図4には、図2のダイナモ制御装置6を利用したシステムによる測定結果を細実線で示す。また、エンジンとシャフトとを切り離しエンジンを実際に無負荷状態にして測定した場合の結果、すなわち慣性補償制御時の理想となる値を太破線で示す。図4に示すように、細実線と太破線とはほぼ一致する。上述のように慣性補償制御機能が追加されたダイナモ制御装置6を用いたシステムによれば、エンジン始動時にはダイナモメータでシャフト慣性が補償されるため、エンジン単体相当の始動波形が得られることが検証された。すなわち、本実施形態のダイナモ制御装置6を利用することにより、エンジンからみて無負荷状態が実現される。

符号の説明

- [0034] 1 …ダイナモメータシステム
 6 …ダイナモ制御装置
 6 1 1 …積分操作量演算部
 6 1 2 …補正值演算部
 6 1 3 …非積分操作量演算部
 6 1 4 …合算部
 7 …軸トルクセンサ
 8 …エンコーダ 8（回転数検出器）
 E …エンジン（供試体）
 S …結合軸（軸）

請求の範囲

[請求項1]

ダイナモメータと、供試体と、前記ダイナモメータ及び前記供試体を連結する軸と、前記軸に作用するトルクを検出する軸トルクセンサと、前記ダイナモメータの回転数を検出する回転数検出器と、を備えたダイナモメータシステムの制御装置であって、

前記軸トルクセンサの検出値とその指令値との偏差の積分値を算出し、当該積分値と所定の補正值との和に積分ゲインを乗算し積分操作量を算出する積分操作量演算部と、

前記回転数検出器の検出値に所定の補正係数を乗算することにより前記補正值を算出する補正值演算部と、

前記偏差を入力とした所定の伝達関数の出力を非積分操作量とする非積分操作量演算部と、

前記積分操作量と前記非積分操作量とを合算することにより前記ダイナモメータに対するトルク電流指令信号を生成する合算部と、を備えることを特徴とするダイナモメータシステムの制御装置。

ここで、前記非積分操作量演算部の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、 K_i を前記積分ゲインとし、 s をラプラス演算子とし、 $G_e(s)$ を前記偏差が入力されると当該偏差が無くなるようなトルク電流指令信号を出力する伝達関数とし、下記式を満たすように定められる。

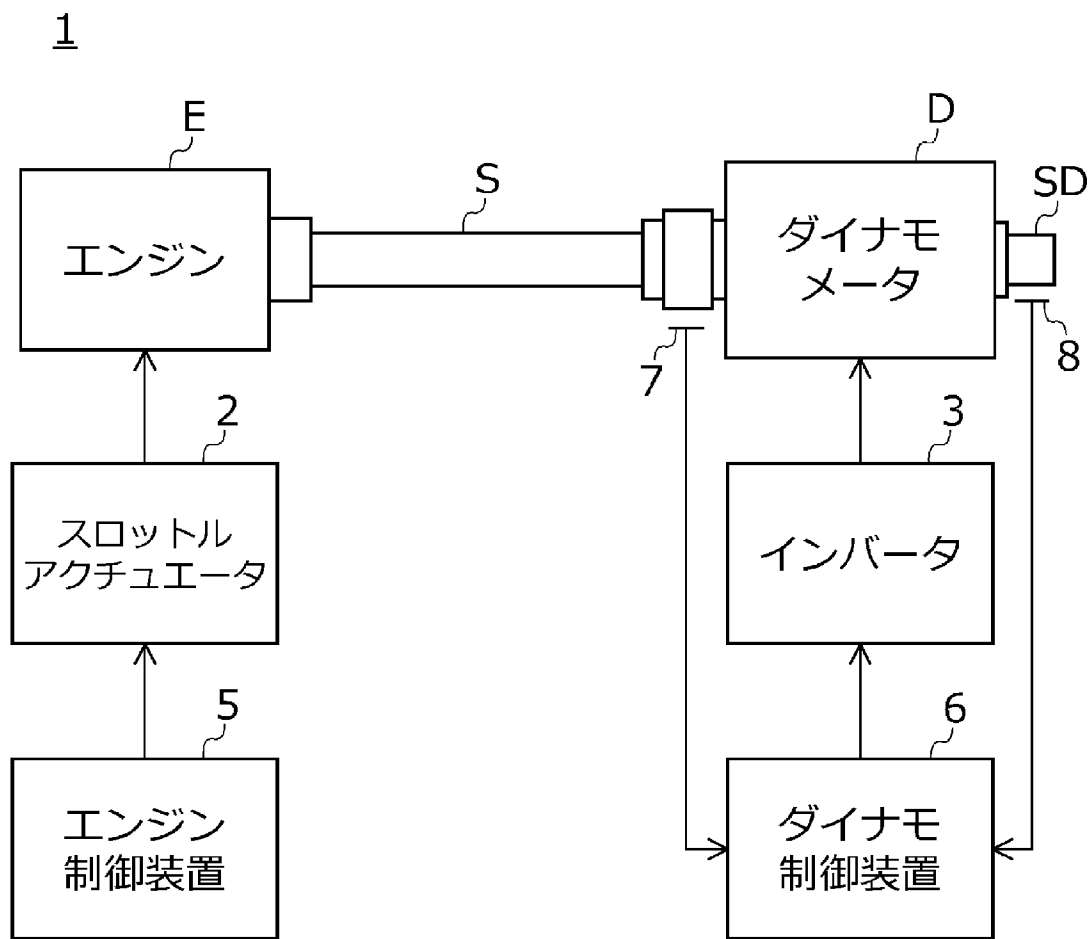
[数1]

$$G_e(s) = \frac{K_i}{s} + G_{e0}(s)$$

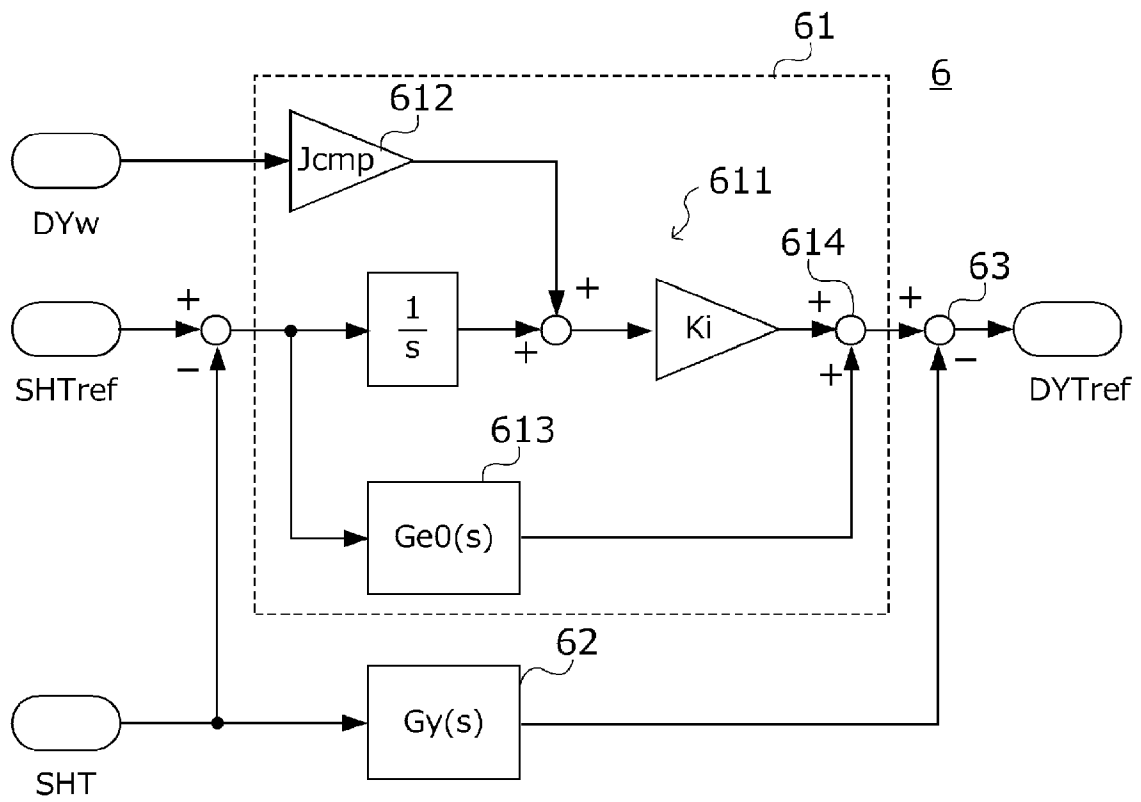
[請求項2]

前記伝達関数 $G_e(s)$ は、 μ 設計法又は H_∞ 設計方法と呼称される制御系設計方法に基づいて設計されることを特徴とする請求項1に記載のダイナモメータシステムの制御装置。

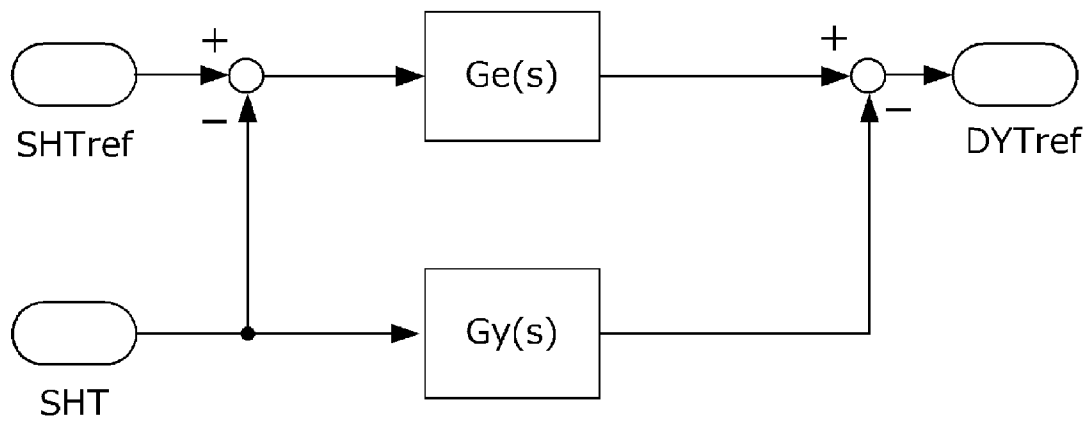
[図1]



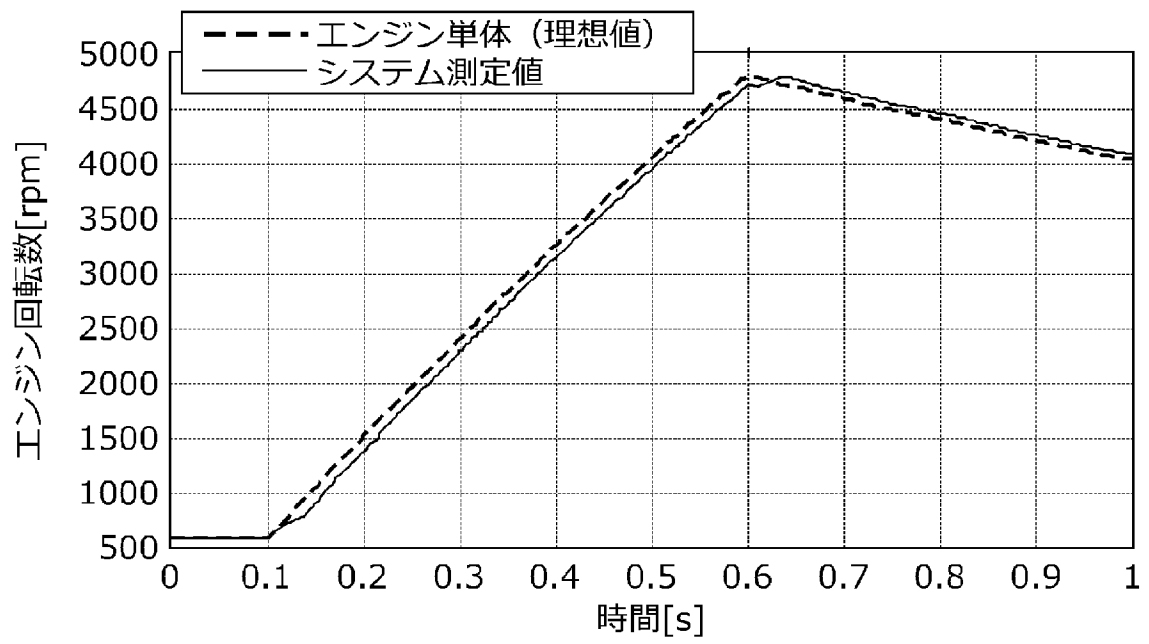
[図2]



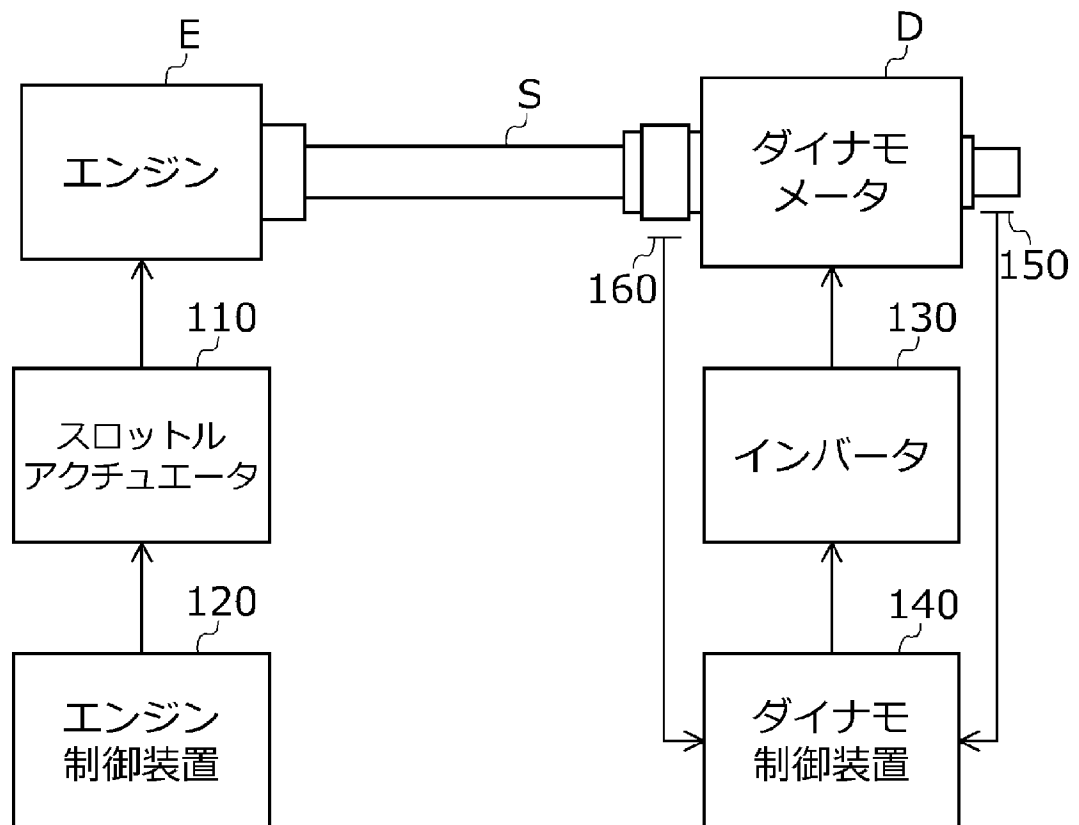
[図3]

C

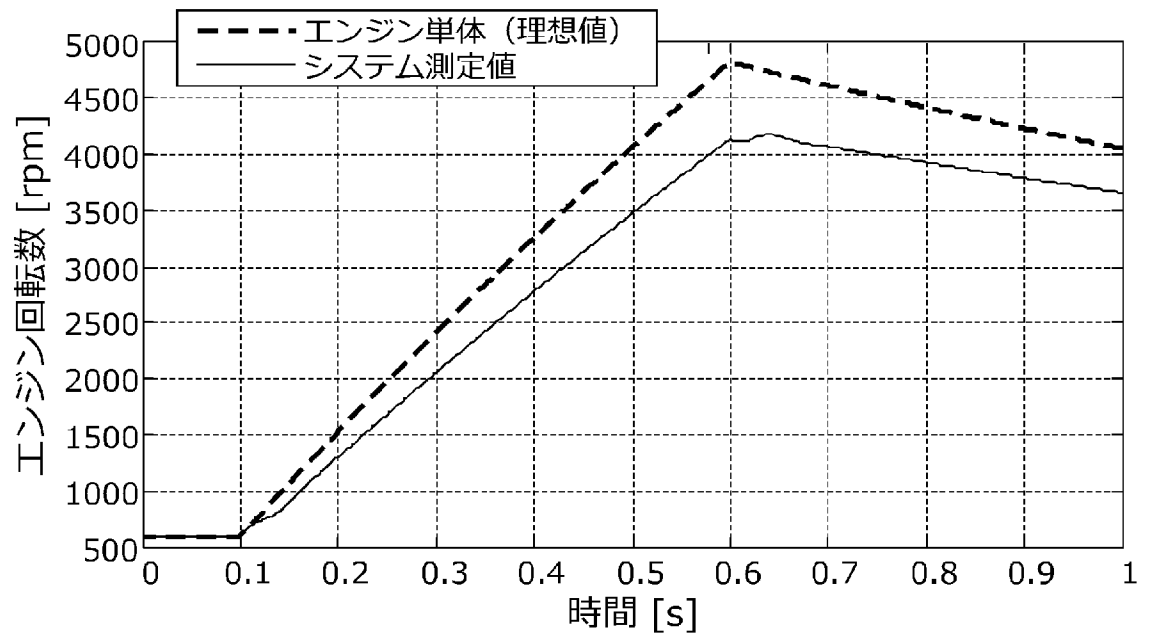
[図4]



[図5]

100

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01M15/04(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) G01M15/04				
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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016				
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.		
A	JP 2014-224722 A (Meidensha Corp.), 04 December 2014 (04.12.2014), & WO 2014/185222 A1	1-2		
A	JP 2013-53977 A (Meidensha Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), (Family: none)	1-2		
A	JP 5605127 B2 (Meidensha Corp.), 15 October 2014 (15.10.2014), & JP 2012-68199 A	1-2		
A	JP 2013-53978 A (Meidensha Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), (Family: none)	1-2		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 03 March 2016 (03.03.16)		Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)		
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.		

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01M15/04 (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 (I P C))

Int.Cl. G01M15/04

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で利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
A	JP 2014-224722 A (株式会社明電舎) 2014. 12. 04, & WO 2014/185222 A1	1-2
A	JP 2013-53977 A (株式会社明電舎) 2013. 03. 21, (ファミリーなし)	1-2
A	JP 5605127 B2 (株式会社明電舎) 2014. 10. 15, & JP 2012-68199 A	1-2
A	JP 2013-53978 A (株式会社明電舎) 2013. 03. 21, (ファミリーなし)	1-2

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

03. 03. 2016

国際調査報告の発送日

15. 03. 2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/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)

萩田 裕介

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2 J

3102