(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
2018年11月15日(15.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/207832 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 3/22 (2006.01) *G05B 13/04* (2006.01)
G01M 13/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/017967

(22) 国際出願日： 2018年5月9日(09.05.2018)

(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 2017-092819 2017年5月9日(09.05.2017) 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: 高橋 利道 (**TAKAHASHI Toshimichi**); 〒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).

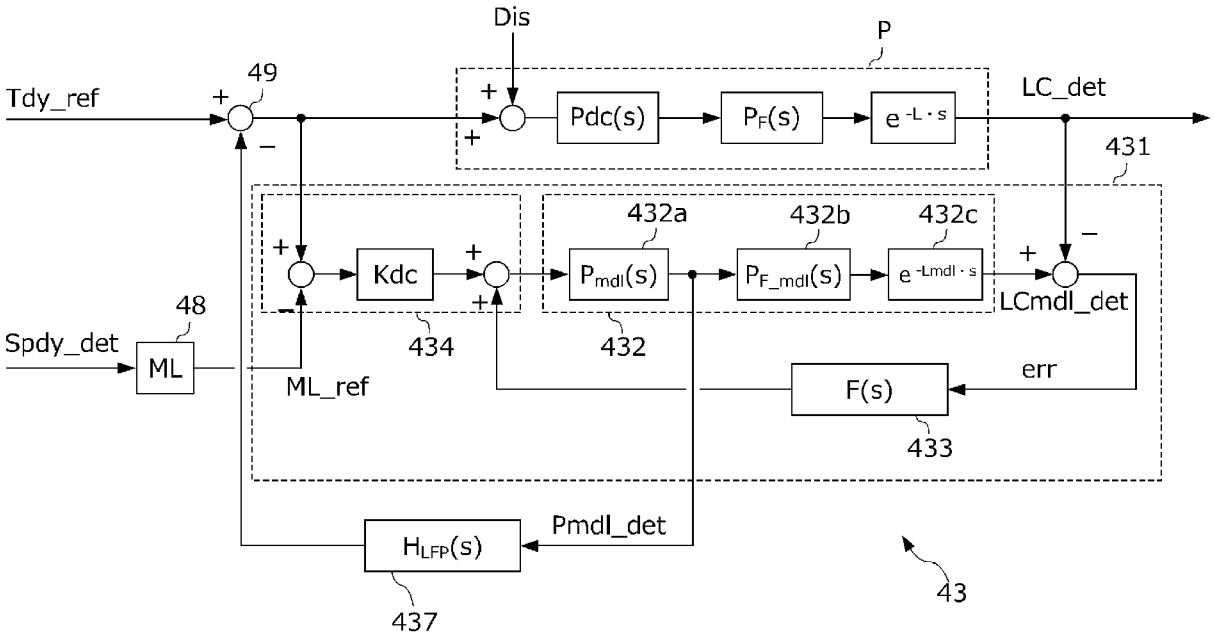
(74) 代理人: 正林 真之，外(**SHOBAYASHI Masayuki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１－７－１２ サピアタワー Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

WO 2018/207832 A1

(54) **Title:** DYNAMOMETER SYSTEM CONTROL DEVICE

(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 dynamometer system control device that can perform control with high responsiveness and stability and can perform highly accurate measurements even when the configuration of a load connected to a dynamometer body is changed. Provided is a dynamometer system control device that comprises: a mechanical loss arithmetic unit 48 that generates a loss compensation signal corresponding to loss torque generated in a dynamometer body in a state where a load is connected, on the basis of an angular velocity detection signal; a characteristic vibration suppression control circuit 43 that generates a compensation signal in order to suppress a characteristic vibration

［続葉有］

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), ユーラシア (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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

of a swinging element; and a torque current command signal generating unit 49 that generates a torque current command signal by subtracting the compensation signal from an upper level torque command signal. The characteristic vibration suppression control circuit 43 is provided with a normative model arithmetic unit 432, a deviation compensator 433, a model input generating unit 434, and a differential compensator 437 that generates a correction signal by subjecting a torque signal obtained by the normative model arithmetic unit 432 to a differential operation.

(57) 要約:目的は、ダイナモメータ本体に接続される負荷の構成を変えても高応答で安定した制御が可能でありかつ高い精度で計測が可能なダイナモメータシステムの制御装置を提供すること。ダイナモメータシステムの制御装置は、角速度検出信号に基づいて、負荷が接続されている状態におけるダイナモメータ本体に発生する損失トルクに相当する損失補償信号を生成する機械損失演算部４８と、揺動子の固有振動が抑制されるよう補正信号を生成する固有振動抑制制御回路４３と、上位トルク指令信号から補正信号を減算することでトルク電流指令信号を生成するトルク電流指令信号生成部４９と、を備える。固有振動抑制制御回路４３は、規範モデル演算部４３２と、偏差補償器４３３と、モデル入力生成部４３４と、規範モデル演算部４３２で得られるトルク信号に微分演算を施すことで補正信号を生成する微分補償器４３７と、を備える。

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] エンジンベンチシステム、ドライブトレインベンチシステム、及びシャシダイナモメータシステム等の揺動式のダイナモメータを搭載したダイナモメータシステムでは、その制御及び計測に係るトルクを検出するためのセンサとしてロードセルが用いられる。ロードセルは、ダイナモメータの揺動子に作用するトルクを、揺動子から延びるトルクアームを介して検出する。このような構造上、ロードセルの出力信号は、実際にダイナモメータで検出されるトルク以外に、揺動子の固有振動に伴うトルク変動成分が重畳されたものとなるが、この変動成分は、システムの制御や計測において本来は不要な成分である。

[0003] そこで近年では、ロードセルの出力信号から、不要なトルク変動成分を除去する技術が提案されている（特許文献１及び２参照）。特許文献１，２に記載のダイナモメータシステムの制御装置では、揺動子の固有振動を抑制するような補正信号を固有振動抑制制御回路によって生成するとともに、上位の制御装置によって生成される上位トルク指令信号をこの補正信号で補正したものダイナモメータへ入力することにより、揺動子そのものの振動を抑制し、変動成分の少ないロードセルの検出信号を得る。これら特許文献１，２に記載の固有振動抑制制御回路は、ダイナモメータシステムの入出力特性を模した規範モデルを用いることによって、揺動子の固有振動を抑制するような補正信号を生成する。

[0004] これら特許文献１，２に記載のダイナモメータシステムによれば、固有振動抑制制御回路を用いて揺動子そのものの振動を抑制することにより、例えば、ロードセルの出力信号に含まれる変動成分を、フィルタ技術を利用して

事後的に除去した場合と比べれば、高応答かつ安定した制御を実現することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００６－１８４１３５号公報

特許文献2：特開２０１３－２４６１５２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところでダイナモメータの出力軸には、様々な負荷が接続される。より具体的には、シャシダイナモメータシステムであれば、供試体である車両の駆動輪が設置されるローラや設定慣性を実現するための複数のフライホイール等の付帯機器がこの負荷に該当する。またドライブトレインベンチシステムであれば、供試体であるドライブトレインの入力軸とダイナモメータの出力軸との間に設けられる中間軸や増速器等の付帯機器がこの負荷に該当し、エンジンベンチシステムであれば、供試体であるエンジンの出力軸とダイナモメータの出力軸との間に設けられる中間軸等の付帯機器がこの負荷に該当する。

[0007] しかしながらダイナモメータにこれら負荷を接続すると、その分だけダイナモメータにおける機械損失も増加する。またこれら負荷はダイナモメータに着脱自在に設けられているため、この機械損失は作業者による負荷の設定具合によって変化するが、特許文献１，２に記載のダイナモメータシステムの制御装置では、ダイナモメータにおいて発生する機械損失や、このような負荷を設けることによる機械損失の変化については十分に考慮されていない。

[0008] すなわち、ダイナモメータ本体に接続される負荷の構成等を変えると、発生する機械損失も変化し、実機と固有振動抑制制御回路で規定される規範モデルとの間に誤差が生じてしまう。このため、制御の応答性やロードセルに

よる計測精度が低下するおそれがある。

[0009] 本発明は、ダイナモメータ本体に接続される負荷の構成を変えても高応答で安定した制御が可能でありかつ高い精度で計測が可能な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

[0010] （１）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）は、揺動式のダイナモメータ本体（例えば、後述のダイナモメータ本体２）と、当該ダイナモメータ本体の出力軸に接続された負荷（例えば、後述のローラ６Ｌ，６Ｒ及びフライホイール７１，７２，７３）と、トルク電流指令信号に応じて前記ダイナモメータ本体に電力を供給するインバータ（例えば、後述のインバータ３）と、前記ダイナモメータ本体の揺動子（例えば、後述の揺動子２１）に発生するトルクを、当該揺動子から延びるトルクアーム（例えば、後述のトルクアーム２６）を介して検出するトルクセンサ（例えば、後述のロードセル２８）と、前記出力軸の角速度を検出する角速度センサ（例えば、後述のエンコーダ２９）と、を備える。このダイナモメータシステムの制御装置（例えば、後述の制御装置４）は、前記角速度センサの検出信号（例えば、後述の角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔ）に基づいて、前記負荷が接続されている状態の前記ダイナモメータ本体で発生する損失トルクに相当する損失補償信号（例えば、後述の損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆ）を生成する損失演算部（例えば、後述の機械損失演算部４８）と、前記トルク電流指令信号、前記トルクセンサの検出信号（例えば、後述のロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔ）、及び前記損失補償信号を用いることによって前記揺動子の固有振動が抑制されるように上位トルク指令信号に対する補正信号を生成する固有振動抑制制御回路（例えば、後述の固有振動抑制制御回路４３）と、前記上位トルク指令信号から前記補正信号を減算することによって生成した前記トルク電流指令信号を前記インバータへ入力するトルク電流指令信号生成部（例えば、後述のトルク電流指令信号生成部４９）と、を備え、前記固有振動抑制制御回路は、前記ダイナモメータシステムにお

ける前記トルク電流指令信号から前記トルクセンサの検出信号までの特性を模した入出力特性を有する規範モデル演算部（例えば、後述の規範モデル演算部４３２）と、前記規範モデル演算部からの出力トルク信号と前記トルクセンサの検出信号との偏差（例えば、後述の偏差ｅｒｒ）を用いて当該偏差が小さくなるようなフィードバック信号を生成する偏差補償器（例えば、後述の偏差補償器４３３）と、前記トルク電流指令信号から前記損失補償信号を減算して得られるトルク信号と前記フィードバック信号とを用いて前記規範モデル演算部への入力トルク信号を生成するモデル入力生成部（例えば、後述のモデル入力生成部４３４）と、前記規範モデル演算部で得られるトルク信号（例えば、後述のトルク信号Ｐｍｄｌ＿ｄｅｔ）に微分演算を施すことによって前記補正信号を生成する微分補償器（例えば、後述の微分補償器４３７）と、を備えることを特徴とする。

[0011] （２）この場合、前記損失演算部は、前記角速度センサの検出信号の値と当該値に応じた前記損失補償信号の値との対応関係を定めたルックアップテーブルを格納する記憶媒体を備え、前記角速度センサの検出信号の値を用いて前記ルックアップテーブルを検索することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することが好ましい。

[0012] （３）この場合、前記負荷は前記出力軸に接続される１又は複数の付帯機器を含み、前記記憶媒体には、前記ダイナモメータ本体と当該ダイナモメータ本体に接続される前記付帯機器との組み合わせ毎に異なる前記ルックアップテーブルが複数格納され、前記損失演算部は、作業者の操作に応じて前記複数のルックアップテーブルのうちの１つを選択し、前記角速度センサの検出信号の値を用いて前記選択したルックアップテーブルを検索することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することが好ましい。

[0013] （４）この場合、前記損失演算部は、前記角速度センサの検出信号の値を入力とし当該入力に応じた前記損失補償信号の値を出力とする演算式を格納する記憶媒体を備え、前記角速度センサの検出信号の値を前記演算式に入力することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することが好ましい

。

[0014] （５）この場合、前記負荷は前記出力軸に接続される１又は複数の付帯機器を含み、前記記憶媒体には、前記ダイナモメータ本体と当該ダイナモメータ本体に接続される前記付帯機器との組み合わせ毎に異なる前記演算式が複数格納され、前記損失演算部は、作業者の操作に応じて前記複数の演算式のうちの１つを選択し、前記角速度センサの検出信号の値を前記選択した演算式に入力することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することが好ましい。

発明の効果

[0015] （１）本発明では、上位トルク指令信号から、固有振動抑制制御回路によって生成される補正信号を減算することによってトルク電流指令信号を生成し、これを負荷が接続されたダイナモメータ本体のインバータへ入力する。揺動子を備えたダイナモメータ本体において、インバータへの入力からトルクセンサの出力までの伝達関数は２次遅れ標準形によって近似的に表現される。そこで本発明の固有振動抑制制御回路では、ダイナモメータシステムにおけるトルク電流指令信号からトルクセンサの検出信号までの特性を模した入出力特性を有する規範モデル演算部で得られるトルク信号に対し、微分補償器で微分演算を施すことによって補正信号を生成し、上位トルク指令信号からこの補正信号を減算することによってトルク電流指令信号を生成する。本発明ではこのような補正信号を用いることにとり、揺動子の固有振動を抑制するようにダイナモメータ本体にダンピングを与えることができる。本発明の制御装置では、このような微分補償器を備えた固有振動抑制制御回路を設けることにより、揺動子の固有振動そのものを抑制し、ひいてはトルクセンサの検出信号から不要なトルク変動成分を除去できる。したがって本発明によれば、カットオフ（遮断）周波数の低いフィルタリング技術を用いることなくトルクセンサから安定した検出信号を得ることができる。またこのような固有振動抑制制御回路を用いて揺動子の固有振動を抑制することにより、高応答で安定した制御を実現することができる。

[0016] またダイナモメータ本体に接続される負荷の構成を変えると、発生する機械損失も変化し、実機と固有振動抑制制御回路で規定される規範モデルとの間に誤差が生じてしまうおそれがある。そこで本発明の損失演算部では、角速度センサの検出信号に基づいて、負荷が接続されている状態のダイナモメータ本体に発生する損失トルクに相当する損失補償信号を生成し、固有振動抑制制御回路では、トルク電流指令信号と、トルクセンサの検出信号と、損失補償信号と、を用いることによって補正信号を生成する。より具体的には、固有振動抑制制御回路では、トルク電流指令信号から上記損失補償信号を減算して得られるトルク信号と、偏差補償器によって算出されるフィードバック信号と、を用いて規範モデル演算部への入力トルク信号を生成し、このような入力トルク信号を規範モデル演算部に入力した場合に得られるトルク信号を用いて補正信号を生成する。これにより、ダイナモメータ本体に接続される負荷の構成が変化し、ひいては機械損失が変化し、実機と固有振動抑制制御回路で規定される規範モデルとの間に誤差が生じた場合であっても、この誤差は損失補償信号によって補償される。したがって本発明の制御装置によれば、機械損失が変化しても高応答で安定した制御が可能でありかつ高い精度で計測が可能となる。

[0017] （２）本発明の損失演算部では、角速度センサの検出信号の値を用いて、予め定められたルックアップテーブルを検索することによって損失補償信号を生成する。これにより、角速度センサの検出信号に応じた損失補償信号を速やかに生成することができる。

[0018] （３）ダイナモメータ本体と、このダイナモメータ本体の出力軸に負荷として接続される付帯機器との組み合わせが変わると、ダイナモメータ本体で発生する機械損失の大きさも変化する。そこで本発明では、記憶媒体にダイナモメータ本体とこのダイナモメータ本体に接続される付帯機器との組み合わせ毎に異なる複数のルックアップテーブルを格納しておき、作業者の操作に応じて複数のルックアップテーブルのうちの１つを選択し、さらに角速度センサの検出信号の値を用いて選択したルックアップテーブルを検索するこ

とによって損失補償信号を生成する。これにより、ダイナモメータ本体に接続される付帯機器の組み合わせが変化した場合であっても、この変化に応じて適切な大きさの損失補償信号を容易に生成することができる。

[0019] （４）本発明の損失演算部では、角速度センサの検出信号の値を、予め定められた演算式に入力することによって損失補償信号を生成する。これにより、角速度センサの検出信号に応じた損失補償信号を速やかに生成することができる。

[0020] （５）本発明では、記憶媒体にダイナモメータ本体と、このダイナモメータ本体の出力軸に負荷として接続される付帯機器との組み合わせ毎に異なる複数の演算式を格納しておき、作業者の操作に応じて複数の演算式のうちの１つを選択し、さらに角速度センサの検出信号の値を選択した演算式に入力することによって損失補償信号を生成する。これにより、ダイナモメータ本体に接続される付帯機器の組み合わせが変化した場合であっても、この変化に応じて適切な大きさの損失補償信号を容易に生成することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施形態に係る揺動式のダイナモメータシステムの構成を示す図である。

[図2]上記ダイナモメータシステムを、ダイナモメータの軸方向に沿って視た図である。

[図3]上記ダイナモメータシステムの制御装置の構成を示すブロック図である。

[図4]上記制御装置の機械損失演算部における演算結果の一例を示す図である。

[図5]上記制御装置の固有振動抑制制御回路の構成を示すブロック図である。

[図6]上記制御装置の効果を検証するために行った試験の結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。

図１は、本実施形態に係る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、揺動式のダイナモメータ本体２と、このダイナモメータ本体２の出力軸２２に負荷として設けられたローラ６Ｌ，６Ｒ及び複数のフライホイール７１，７２，７３と、これらローラ６Ｌ，６Ｒ及びフライホイール７１～７３を出力軸２２と同軸で回転可能に支持する支持台８と、ダイナモメータ本体２に電力を供給するインバータ３と、ダイナモメータ本体２を制御する制御装置４と、を備えた、所謂機械慣性式のシャシダイナモメータシステムである。

[0023] ローラ６Ｌ，６Ｒには、それぞれ試験対象である車両（図示せず）の左右両輪が載置される。フライホイール７１～７３は、それぞれ異なる質量を有し、出力軸２２に対し着脱自在に設けられている。このダイナモメータシステム１を用いて試験車両の排気や燃費等の試験を行う際には、フライホイール７１～７３を適宜組み合わせて出力軸２２に設けることにより、この試験車両の重量に応じた等価慣性質量を設定する。

[0024] 図２は、ダイナモメータ本体２を軸方向に沿って視た図である。ダイナモメータ本体２は、円筒状の揺動子２１と、この揺動子２１内に回転可能に支持された出力軸２２と、揺動子２１を設置面Ｇに固定された基台２４上で周方向に沿って揺動可能に支持するペデスタル２５と、揺動子２３に発生するトルクを検出するロードセル２８と、ロータ２２の回転数を検出するエンコーダ２９と、を備える。

[0025] 揺動子２１の側部には、径方向に沿って外側へ延びるトルクアーム２６が設けられている。ロードセル２８は、トルクアーム２６の先端部と設置面Ｇとの間に設けられる。ロードセル２８は、トルクアーム２６と設置面Ｇとの間に作用する荷重（ダイナモメータ本体２の出力トルク）に応じた検出信号（以下、「ロードセルトルク検出信号」ともいう）を制御装置４に送信する。

[0026] また、このトルクアーム２６の先端部には、トルクアーム２６の加速度を検出する加速度センサ３０が設けられている。加速度センサ３０は、ロード

セル２８の荷重方向に沿ったトルクアーム２６の加速度に応じた検出信号を制御装置４に送信する。エンコーダ２９は、出力軸２２の角速度に応じたパルス信号（以下、「角速度検出信号」ともいう）を、制御装置４に送信する。

[0027] 制御装置４は、ロードセル２８、エンコーダ２９、及び加速度センサ３０の検出信号等に基づいてダイナモメータ本体２に対するトルク電流指令信号を生成し、インバータ３に入力する。インバータ３は、このトルク電流指令信号に応じた電力をダイナモメータ本体２に供給する。

[0028] 以下、以上のような揺動式のダイナモメータシステム１の制御装置４の構成について説明する。

[0029] 図３は、制御装置４の構成を示すブロック図である。図３において、制御対象Ｐは、図１及び図２を参照して説明したインバータ、ダイナモメータ本体、ロードセル、及び加速度センサ等を含んで構成される。制御装置４は、トルク電流指令信号に対する上位トルク指令信号を生成する上位制御部４１と、上位制御部４１から出力される上位トルク指令信号を補正するための補正信号を生成する固有振動抑制制御回路４３と、ロードセルのロードセルトルク検出信号を補正する補正回路４７と、エンコーダの角速度検出信号に基づいてダイナモメータ本体で発生する機械損失トルクに相当する損失補償信号を生成する機械損失演算部４８と、トルク電流指令信号生成部４９と、を備える。

[0030] 上位制御部４１は、図示しない処理によって定められた制御指令と、後述の補正回路４７を経ることによってトルク脈動やノイズ等が除かれたロードセルトルク検出信号と、角度検出信号と、を用いることによって上位トルク指令信号を生成する。トルク電流指令信号生成部４９は、上位制御部４１によって生成された上位トルク指令信号から、後述の固有振動抑制制御回路４３によって生成された補正信号を減算することによってトルク電流指令信号を生成し、これをインバータへ入力する。

[0031] 補正回路４７は、トルク変換部４７１と、加算部４７３と、ローパスフィ

ルタ４７５と、を備える。トルク変換部４７１は、加速度センサの検出信号から所定の周波数以下の直流成分を除いた後、その位相を１８０度反転させ、さらに所定の係数を乗算することによってトルク信号を生成する。加算部４７３は、ロードセルトルク検出信号にトルク変換部４７１によって生成されたトルク信号を加算することにより、ロードセルトルク検出信号からトルク脈動成分を除去する。またローパスフィルタ４７５は、加算部４７３によって生成されたトルク信号から高調波のノイズを除去することにより、トルク脈動やノイズ等が除かれたロードセルトルク検出信号を、上位制御部４１へ入力する。

[0032] 機械損失演算部４８は、角速度検出信号に基づいて、ダイナモメータシステム１における付帯機器であるローラ及びフライホイールが接続されている状態のダイナモメータ本体に発生する機械損失トルクを推定し、これを損失補償信号として出力する。

[0033] 図４は、機械損失演算部４８における演算結果の一例を示す図である。図４において横軸は機械損失演算部４８の入力に相当する角速度［ｒａｄ／ｓ］であり、縦軸は機械損失演算部４８の出力に相当する機械損失トルク［Ｎｍ］である。図４に示すように機械損失演算部４８では、角速度の値が大きくなるほど機械損失トルクを大きな値にする。

[0034] 固有振動抑制制御回路４３は、インバータへのトルク電流指令信号と、後述の補正回路４７を経ていないロードセルトルク検出信号と、機械損失演算部４８によって生成される損失補償信号と、に基づいて、揺動子の固有振動が抑制されるように上位トルク指令信号に対する補正信号を生成する。

[0035] 図５は、固有振動抑制制御回路４３の構成を示すブロック図である。なお図４では、上位トルク指令信号を“Ｔｄｙ＿ｒｅｆ”と表記し、ロードセルトルク検出信号を“ＬＣ＿ｄｅｔ”と表記し、外乱トルクを“Ｄｉｓ”と表記し、角速度検出信号を“ＳＰｄｙ＿ｄｅｔ”と表記し、損失補償信号を“ＭＬ＿ｒｅｆ”と表記する。

[0036] また制御対象Ｐは、インバータへの入力からロードセルの出力までの間に

おける直流ゲイン特性及び振動特性を表す伝達関数“Ｐｄｃ（ｓ）”と、検出特性（ローパスフィルタ特性）を表す伝達関数“$Ｐ_{Ｆ}$（ｓ）”と、検出無駄時間特性を表す伝達関数“$ｅ^{－Ｌ・ｓ}$（ｓ）”と、を組み合わせて構成される。

[0037] 固有振動抑制制御回路４３は、制御対象Ｐに含まれる直流ゲイン特性、振動特性、検出特性、検出無駄時間特性、及び機械損失特性を考慮した演算を行うモデル補償回路４３１と、このモデル補償回路４３１において得られるトルク信号Ｐｍｄｌ＿ｄｅｔに微分演算を施すことによって補正信号を生成する微分補償器４３７と、を備える。

[0038] 微分補償器４３７の伝達関数“$Ｈ_{ＬＦＰ}$（ｓ）”は、例えば下記式（１）に示すような擬似微分特性を有するものが用いられる。下記式（１）において、“ωｎ”は、揺動子の固有振動数である。また伝達関数“１／$Ｇ_{ＬＦＰ}$（ｓ）”は、相対次数１以上の任意の関数である。また係数“Ｋ”は、任意の実数であり、その具体的な値は、揺動子の固有振動が抑制されるように０から１の範囲内で設定される。なお、このような微分補償器４３７を用いて生成した補正信号を用いて上位トルク指令信号を補正することにより、揺動子の固有振動が抑制される理由については、本願出願人による特開２０１３－２４６１５２号に記載されているので、ここでは詳細な説明を省略する。

[数1]

$$H_{LPF}(s)=\frac{2\cdot K\cdot s}{\omega n}\cdot\frac{1}{G_{LPF}(s)} \qquad (1)$$

[0039] モデル補償回路４３１は、制御対象Ｐにおける入力であるトルク電流指令信号から出力であるロードセルトルク検出信号までの特性を模した入出力特性を有する規範モデル演算部４３２と、規範モデル演算部４３２からの出力トルク信号ＬＣｍｄｌ＿ｄｅｔとロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔとの偏差ｅｒｒを用いて、この偏差ｅｒｒが小さくなるようなフィードバック信号を生成する偏差補償器４３３と、制御対象Ｐに入力されるトルク電流指令信号と偏差補償器４３３からのフィードバック信号と機械損失演算部４８

からの損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆとを用いることによって規範モデル演算部４３２への入力トルク信号を生成するモデル入力生成部４３４と、を備える。

[0040] モデル入力生成部４３４は、制御対象Ｐへ入力されるトルク電流指令信号から機械損失演算部４８からの損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを減算して得られるトルク信号に所定のゲインＫｄｃを乗算する。このゲインＫｄｃは、制御対象Ｐの直流ゲイン特性を補償するための定数である。またモデル入力生成部４３４は、ゲインＫｄｃを乗じて得られるトルク信号と偏差補償器４３３からのフィードバック信号とを合算することによって規範モデル演算部４３２への入力トルク信号を生成する。

[0041] 規範モデル演算部４３２は、制御対象Ｐにおける振動特性を模した演算を行う振動特性補償演算部４３２ａと、検出特性を模した演算を行う検出特性補償演算部４３２ｂと、検出無駄時間特性を模した演算を行う無駄時間特性補償演算部４３２ｃと、を組み合わせて用いることにより、制御対象Ｐにおけるトルク電流指令信号からロードセルトルク検出信号までの特性を模した演算を行う。

[0042] 振動特性補償演算部４３２ａは、モデル入力生成部４３４からの入力トルク信号を、制御対象Ｐの振動特性を模した伝達関数P_{mdl}（ｓ）に入力することによって得られるトルク信号P_{mdl_det}を検出特性補償演算部４３２ｂ及び微分補償器４３７へ入力する。ここで振動特性補償演算部４３２ａにおける伝達関数P_{mld}（ｓ）には、揺動子の固有振動数ωｎ及びダンピング係数ζを用いた下記式（２）に示すような２次遅れ標準形で表されるものが用いられる。

[数2]

$$P_{mdl}(s)=\frac{\omega n^2}{s^2+2\cdot\varsigma\cdot\omega n\cdot s+\omega n^2} \qquad (2)$$

[0043] 検出特性補償演算部４３２ｂは、振動特性補償演算部４３２ａからのトル

ク信号P_{mdl_det}を、制御対象Ｐの検出特性を模した伝達関数P_{F_mdl}（ｓ）に入力することによって得られるトルク信号を無駄時間特性補償演算部４３２ｃへ入力する。ここで検出特性補償演算部４３２ｂにおける伝達関数P_{F_mdl}（ｓ）には、ローパスフィルタ特性を有するものが用いられる。

[0044] 無駄時間特性補償演算部４３２ｃは、検出特性補償演算部４３２ｂからのトルク信号を、制御対象Ｐの検出無駄時間特性を模した伝達関数$e^{-Lmdl\cdot s}$に入力することによって得られる信号を出力トルク信号ＬＣｍｄｌ＿ｄｅｔとして出力する。ここで“Ｌｍｄｌ”は、無駄時間であり予め定められた値が用いられる。

[0045] 偏差補償器４３３は、規範モデル演算部４３２からの出力トルク信号ＬＣｍｄｌ＿ｄｅｔからロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔを減算して得られる偏差ｅｒｒが小さくなるようにフィードバック信号を出力する。この偏差補償器４３３の伝達関数“Ｆ（ｓ）”は、例えば下記式（３）で表される。下記式（３）において、係数“ＫＧ”は調整ゲインであり、その具体的な値は０から１の範囲内で定められる。また下記式（３）において、伝達関数“１／F_{LPF}（ｓ）”は、相対次数１以上の任意の伝達関数である。

[数3]

$$F(s)=KG\cdot\frac{1}{F_{LPF}(s)} \qquad (3)$$

[0046] 以上のような本実施形態に係るダイナモメータシステム１の制御装置４によれば、以下の効果を奏する。

（１）制御装置４では、上位トルク指令信号Ｔｄｙ＿ｒｅｆから、固有振動抑制制御回路４３によって生成される補正信号を減算することによってトルク電流指令信号を生成し、これをローラ６Ｌ，６Ｒやフライホイール７１～７３等の負荷が接続されたダイナモメータ本体２のインバータ３へ入力する。揺動子２１を備えたダイナモメータ本体２において、インバータ３への入力からロードセル２８の出力までの伝達関数は２次遅れ標準形によって近

似的に表現される。そこで固有振動抑制制御回路４３では、ダイナモメータシステム１におけるトルク電流指令信号からロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔまでの特性を模した入出力特性を有する規範モデル演算部４３２で得られるトルク信号Ｐｍｄｌ＿ｄｅｔに対し、微分補償器４３７で微分演算を施すことによって補正信号を生成し、上位トルク指令信号からこの補正信号を減算することによってトルク電流指令信号を生成する。制御装置４ではこのような補正信号を用いることにとり、揺動子２１の固有振動を抑制するようにダイナモメータ本体２にダンピングを与えることができる。制御装置４では、このような微分補償器４３７を備えた固有振動抑制制御回路４３を設けることにより、揺動子の固有振動そのものを抑制し、ひいてはロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔから不要なトルク変動成分を除去できる。したがって制御装置４によれば、カットオフ周波数の低いフィルタリング技術を用いることなくロードセル２８から安定した検出信号を得ることができる。またこのような固有振動抑制制御回路４３を用いて揺動子２１の固有振動を抑制することにより、高応答で安定した制御を実現することができる。

[0047] またダイナモメータ本体２に負荷として接続される付帯機器の構成（例えば、フライホイールの組み合わせ）が変化すると、発生する機械損失も変化し、実機と規範モデル演算部４３２で規定される規範モデルとの間に誤差が生じてしまうおそれがある。そこで制御装置４の機械損失演算部４８では、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔに基づいて、付帯機器が接続されている状態のダイナモメータ本体２に発生する機械損失トルクに相当する損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成し、固有振動抑制制御回路４３では、トルク電流指令信号と、ロードセルトルク検出信号ＬＣ＿ｄｅｔと、損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆと、を用いることによって補正信号を生成する。より具体的には、固有振動抑制制御回路４３では、トルク電流指令信号から損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを減算して得られるトルク信号と、偏差補償器４３３によって算出されるフィードバック信号と、を用いて規範モデル演算部４３２への入力トルク信号を生成し、このような入力トルク信号を規範モデル演算部４３２に入力

した場合に得られるトルク信号Ｐｍｄｌ＿ｄｅｔを用いて補正信号を生成する。これにより、ダイナモメータ本体２に接続される付帯機器の構成が変化し、ひいては機械損失トルクが変化し、実機と規範モデル演算部４３２で規定される規範モデルとの間に誤差が生じた場合であっても、この誤差は損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆによって補償される。したがって制御装置４によれば、ダイナモメータ本体２に接続される負荷が変化しても高応答で安定した制御が可能でありかつ高い精度で計測が可能となる。

[0048] 図６は、本実施形態の制御装置４の効果を検証するために行った試験の結果を示す図である。この試験では、上位トルク指令信号の値を２００［Ｎｍ］とした定常状態において時刻３．９秒で外乱トルクを重畳した場合におけるロードセルトルク検出信号の変化を測定した。図６において破線は、機械損失演算部４８によって算出した損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを固有振動抑制制御回路４３に入力しなかった場合におけるロードセルトルク検出信号の変化を示し、実線は損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを固有振動抑制制御回路４３に入力した場合におけるロードセルトルク検出信号の変化を示す。この図６に示すように、損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを入力することにより、ロードセルトルク検出信号の振幅を小さくすることができる。このため、本実施形態の制御装置４によれば、高応答で安定したトルク制御を実現することができる。

実施例 １

[0049] 次に、実施例１の機械損失演算部について説明する。実施例１の機械損失演算部は、角速度検出信号の値とこの値に応じた損失補償信号の値との対応関係を定めたルックアップテーブルを格納する記憶媒体を備え、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値を用いて上記ルックアップテーブルを検索することによって得られる値の損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。

[0050] 上述のように、複数のフライホイール７１～７３は、ダイナモメータシステム１における複数の付帯機器を構成し、これらは適宜組み合わせてダイナモメータ本体２に接続することができる。そこで記憶媒体には、ダイナモメ

ータ本体２と、このダイナモメータ本体２に接続される付帯機器との組み合わせ（本実施例では、複数のフライホイールの組み合わせ）毎に異なるルックアップテーブルを複数格納しておく。そして制御装置の利用時には、作業者が実際のダイナモメータ本体２に接続するフライホイールの組み合わせに応じて上記複数のルックアップテーブルのうちの１つを選択できるようにしておき、機械損失演算部は、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値を用いて、作業者の操作によって選択されたルックアップテーブルを検索することによって得られる値の損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。

[0051] 実施例１の機械損失演算部を用いた制御装置によれば、以下の効果を奏する。

（２）本実施例の機械損失演算部では、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値を用いて、予め定められたルックアップテーブルを検索することによって損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。これにより、損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを速やかに生成することができる。

[0052] （３）ダイナモメータ本体２に接続される付帯機器の組み合わせが変わると、ダイナモメータ本体で発生する機械損失の大きさも変化する。本実施例の機械損失演算部では、付帯機器の組み合わせ毎に異なるルックアップテーブルを記憶媒体に格納しておくことにより、ダイナモメータ本体に接続される付帯機器の組み合わせが変化した場合であっても、この変化に応じて適切な大きさの損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを容易に生成することができる。

実施例 2

[0053] 次に、実施例２の機械損失演算部について説明する。実施例２の機械損失演算部は、角速度検出信号の値を入力とし、この入力に応じた損失補償信号の値を出力する演算式を格納する記憶媒体を備え、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値をこの演算式に入力することによって得られる値の損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。

[0054] ここで演算式とは、例えば、下記式（４）に示すような角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの２次式が用いられる。また下記式（４）において、“Ａ”

、“Ｂ”、“Ｃ”は、最小二乗法等の推定方法や既知の最適化法によって定められる係数である。

[数4]

$$ML\_ref = A + B \cdot SPdy\_\det + C \cdot SPdy\_\det^2 \qquad (4)$$

[0055] また実施例１の機械損失演算部と同様、記憶媒体には、ダイナモメータ本体２に接続される付帯機器の組み合わせ（本実施例では、複数のフライホイールの組み合わせ）毎に異なる演算式を複数格納しておく。そして制御装置の利用時には、作業者が実際のダイナモメータ本体２に接続する付帯機器の組み合わせに応じて上記複数の演算式のうちの１つを選択できるようにしておき、機械損失演算部は、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値を、作業者の操作によって選択された演算式に入力することによって得られる値の損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。

[0056] 実施例２の機械損失演算部を用いた制御装置によれば、以下の効果を奏する。

（４）本実施例の機械損失演算部では、角速度検出信号ＳＰｄｙ＿ｄｅｔの値を、予め定められた演算式に入力することによって損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを生成する。これにより、損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを速やかに生成することができる。

[0057] （５）本実施例の機械損失演算部では、ダイナモメータ本体２に接続する付帯機器の組み合わせ毎に異なる演算式を記憶媒体に格納しておくことにより、ダイナモメータ本体に接続される付帯機器の組み合わせが変化した場合であっても、この変化に応じて適切な大きさの損失補償信号ＭＬ＿ｒｅｆを容易に生成することができる。

[0058] 以上本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限らない。本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜変更してもよい。

例えば上記実施形態では、本発明の制御装置を、車両を供試体とするシャ

シダイナモメータシステムに適用した場合について説明したが、本発明はこれに限らない。本発明の制御装置は、車両のエンジンを供試体とするエンジンベンチシステムや、車両のドライブトレインを供試体とするドライブトレインベンチシステムに適用することもできる。

[0059] エンジンベンチシステムでは、ダイナモメータ本体の出力軸とエンジンの出力軸との間には中間軸が付帯機器として用いられる。このため、本発明の制御装置をエンジンベンチシステムに適用する場合、上記機械損失演算部の記憶媒体には、ダイナモメータ本体とこのダイナモメータ本体に接続される付帯機器との組み合わせ毎に異なるルックアップテーブルや演算式を格納しておくことにより、エンジンベンチシステムにおいても、上記（１）～（５）と同様の効果を奏する。

[0060] またドライブトレインベンチシステムでは、ダイナモメータ本体の出力軸とドライブトレインの入力軸との間には中間軸や増速器等が付帯機器として用いられる。このため、本発明の制御装置をドライブトレインベンチシステムに適用する場合、上記機械損失演算部の記憶媒体には、ダイナモメータ本体とこのダイナモメータ本体に接続される付帯機器との組み合わせ毎に異なるルックアップテーブルや演算式を格納しておくことにより、ドライブトレインベンチシステムにおいても、上記（１）～（５）と同様の効果を奏する。

符号の説明

[0061] １…ダイナモメータシステム

２…ダイナモメータ本体

２１…揺動子

２６…トルクアーム

２８…ロードセル

２９…エンコーダ（角速度センサ）

３…インバータ

４…制御装置

４３…固有振動抑制制御回路

４３２…規範モデル演算部

４３３…偏差補償器

４３４…モデル入力生成部

４３７…微分補償器

４９…トルク電流指令信号生成部

６Ｌ，６Ｒ…ローラ（負荷）

７１，７２，７３…フライホイール（負荷）

請求の範囲

[請求項1] 揺動式のダイナモメータ本体と、当該ダイナモメータ本体の出力軸に接続された負荷と、トルク電流指令信号に応じて前記ダイナモメータ本体に電力を供給するインバータと、前記ダイナモメータ本体の揺動子に発生するトルクを、当該揺動子から延びるトルクアームを介して検出するトルクセンサと、前記出力軸の角速度を検出する角速度センサと、を備えるダイナモメータシステムの制御装置であって、

前記角速度センサの検出信号に基づいて、前記負荷が接続されている状態の前記ダイナモメータ本体で発生する損失トルクに相当する損失補償信号を生成する損失演算部と、

前記トルク電流指令信号、前記トルクセンサの検出信号、及び前記損失補償信号を用いることによって前記揺動子の固有振動が抑制されるように上位トルク指令信号に対する補正信号を生成する固有振動抑制制御回路と、

前記上位トルク指令信号から前記補正信号を減算することによって生成した前記トルク電流指令信号を前記インバータへ入力するトルク電流指令信号生成部と、を備え、

前記固有振動抑制制御回路は、

前記ダイナモメータシステムにおける前記トルク電流指令信号から前記トルクセンサの検出信号までの特性を模した入出力特性を有する規範モデル演算部と、

前記規範モデル演算部からの出力トルク信号と前記トルクセンサの検出信号との偏差を用いて当該偏差が小さくなるようなフィードバック信号を生成する偏差補償器と、

前記トルク電流指令信号から前記損失補償信号を減算して得られるトルク信号と前記フィードバック信号とを用いて前記規範モデル演算部への入力トルク信号を生成するモデル入力生成部と、

前記規範モデル演算部で得られるトルク信号に微分演算を施すこと

によって前記補正信号を生成する微分補償器と、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。

[請求項2] 前記損失演算部は、前記角速度センサの検出信号の値と当該値に応じた前記損失補償信号の値との対応関係を定めたルックアップテーブルを格納する記憶媒体を備え、前記角速度センサの検出信号の値を用いて前記ルックアップテーブルを検索することによって得られる値の前記損失補償信号を生成す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。

[請求項3] 前記負荷は前記出力軸に接続される１又は複数の付帯機器を含み、

前記記憶媒体には、前記ダイナモメータ本体と当該ダイナモメータ本体に接続される前記付帯機器との組合せ毎に異なる前記ルックアップテーブルが複数格納され、

前記損失演算部は、作業者の操作に応じて前記複数のルックアップテーブルのうちの１つを選択し、前記角速度センサの検出信号の値を用いて前記選択したルックアップテーブルを検索することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することを特徴とする請求項２に記載のダイナモメータシステムの制御装置。

[請求項4] 前記損失演算部は、前記角速度センサの検出信号の値を入力とし当該入力に応じた前記損失補償信号の値を出力とする演算式を格納する記憶媒体を備え、前記角速度センサの検出信号の値を前記演算式に入力することによって得られる値の前記損失補償信号を生成す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。

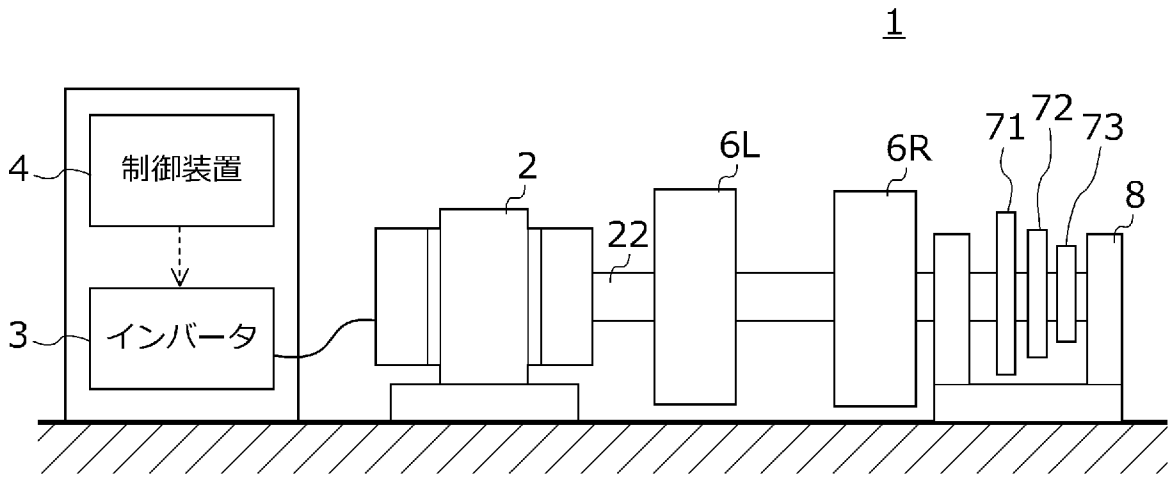
[請求項5] 前記負荷は前記出力軸に接続される１又は複数の付帯機器を備え、

前記記憶媒体には、前記ダイナモメータ本体と当該ダイナモメータ本体に接続される前記付帯機器との組み合わせ毎に異なる前記演算式が複数格納され、

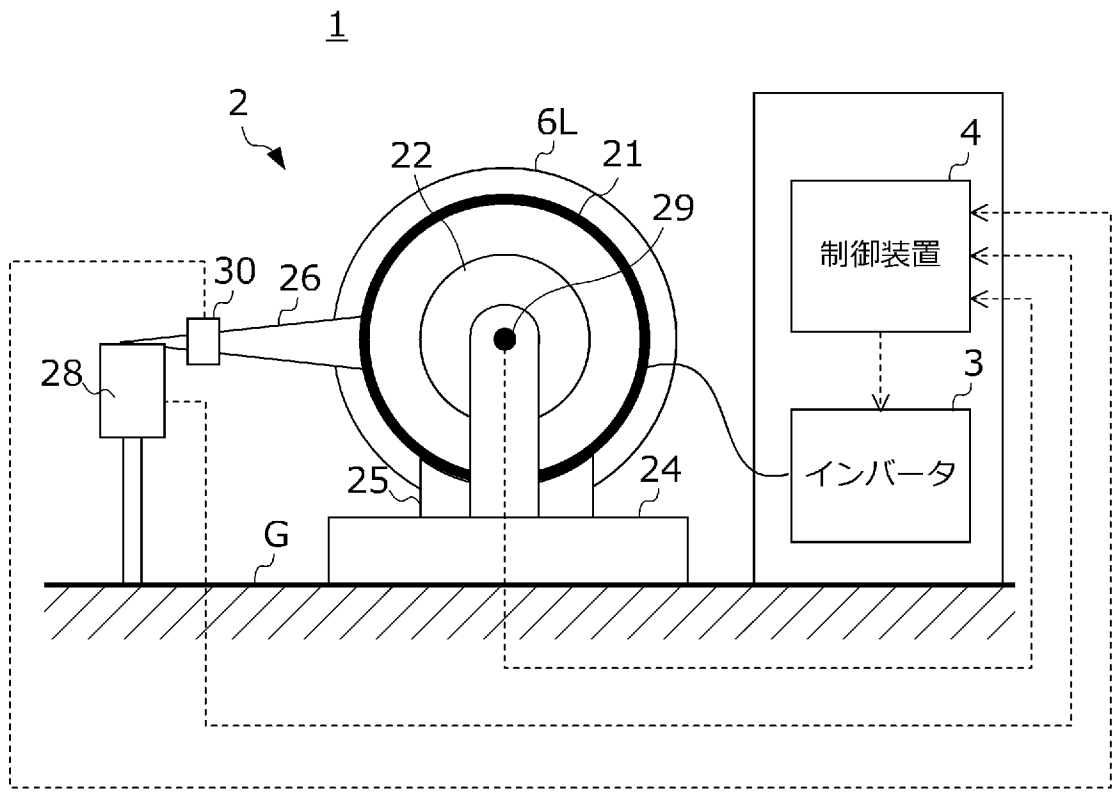
前記損失演算部は、作業者の操作に応じて前記複数の演算式のうちの１つを選択し、前記角速度センサの検出信号の値を前記選択した演

算式に入力することによって得られる値の前記損失補償信号を生成することを特徴とする請求項４に記載のダイナモメータシステムの制御装置。

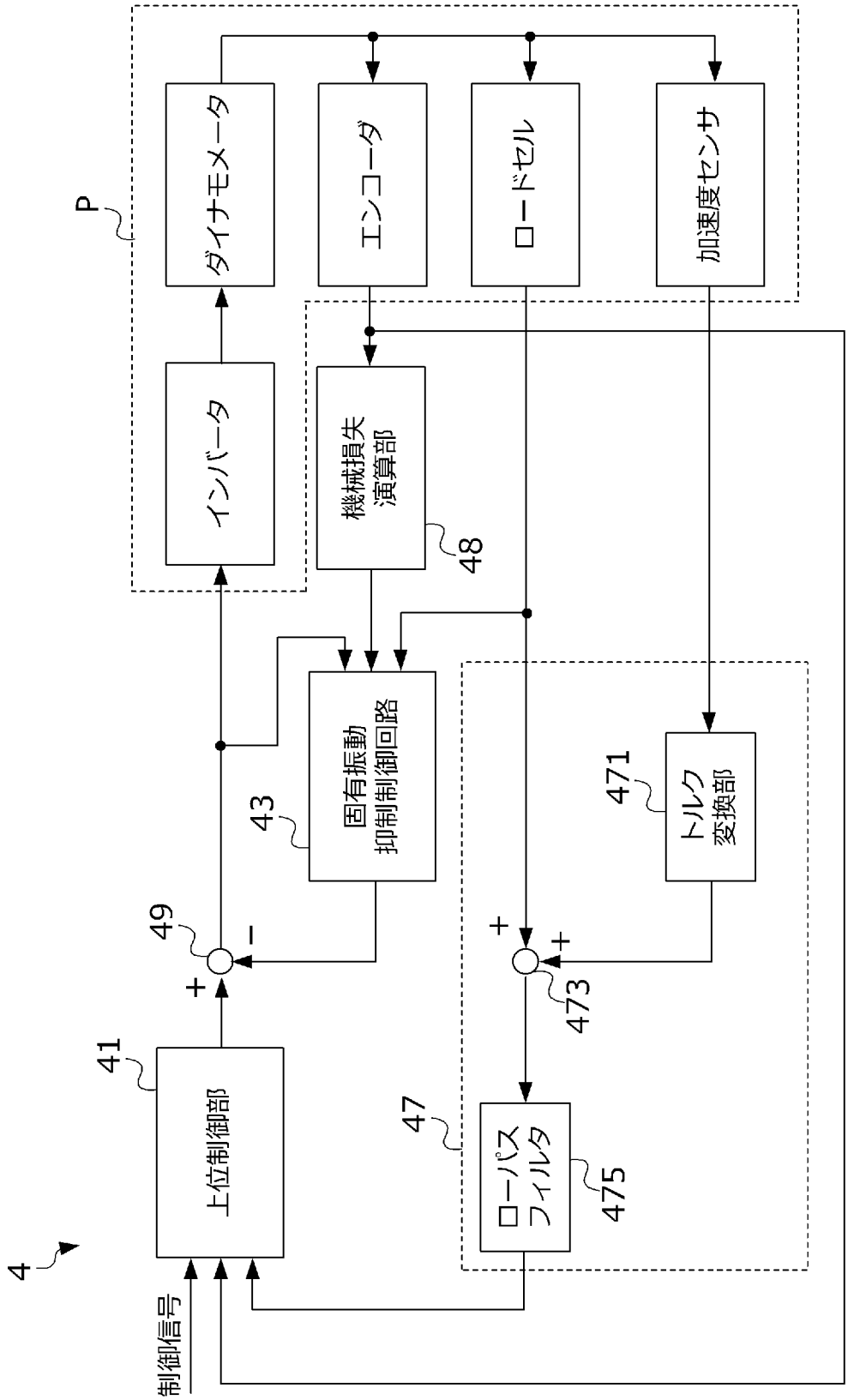
[図1]


1
4
制御装置
3
インバータ
2
22
6L
6R
71
72
73
8

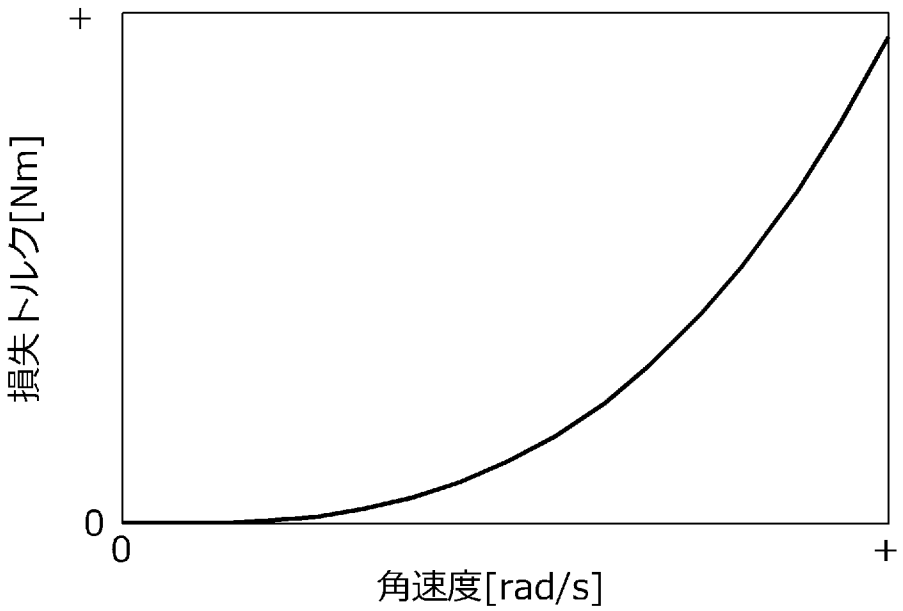
[図2]


1
2
22
6L
21
29
30
26
28
25
24
G
4
制御装置
3
インバータ

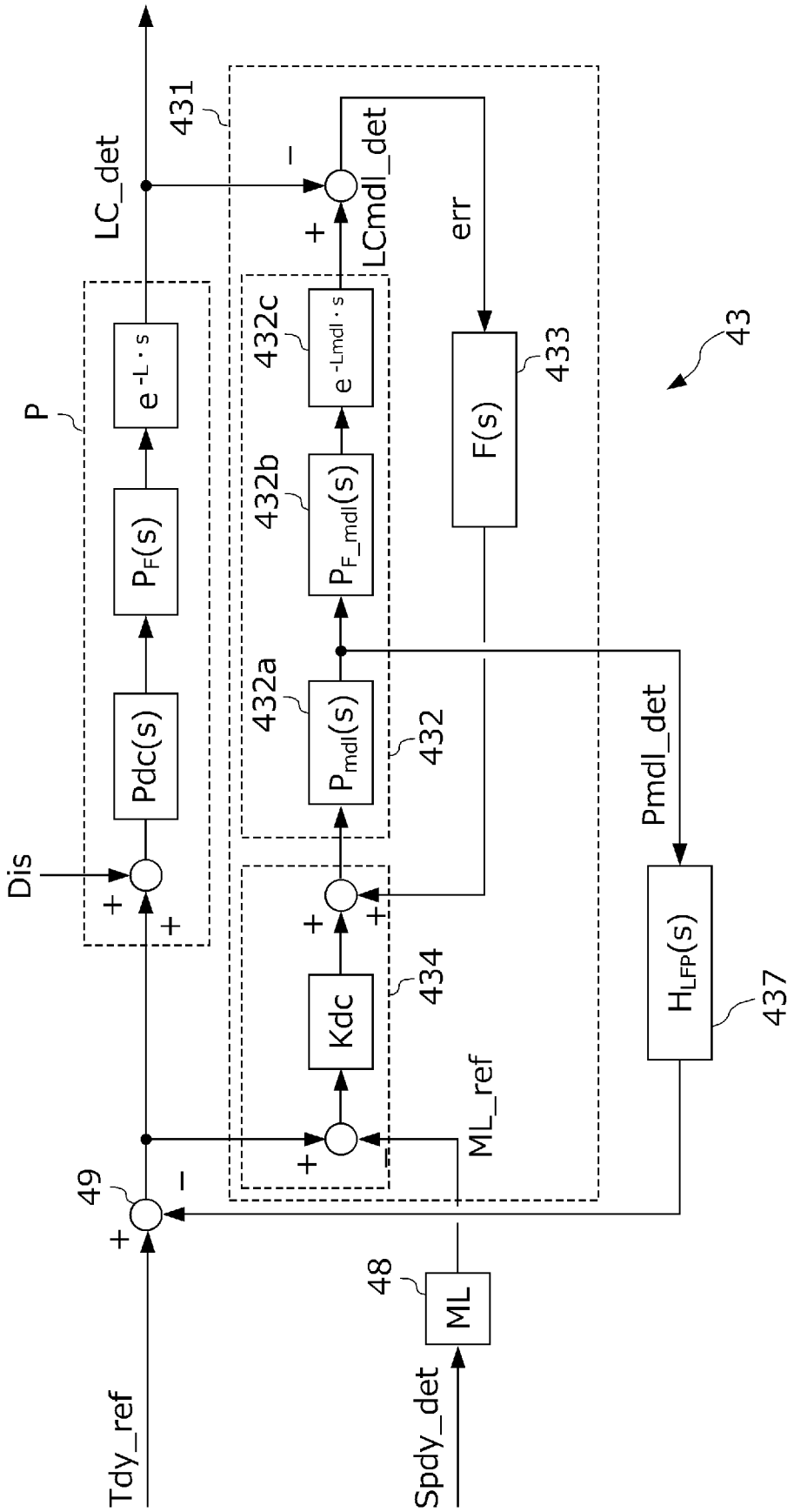
[図3]


P
ダイナモメータ
エンコーダ
ロードセル
加速度センサ
インバータ
機械損失
演算部
48
固有振動
抑制制御回路
43
トルク
変換部
471
49
+
−
+
+
473
41
上位制御部
47
ローパス
フィルタ
475
4
制御信号

[図4]

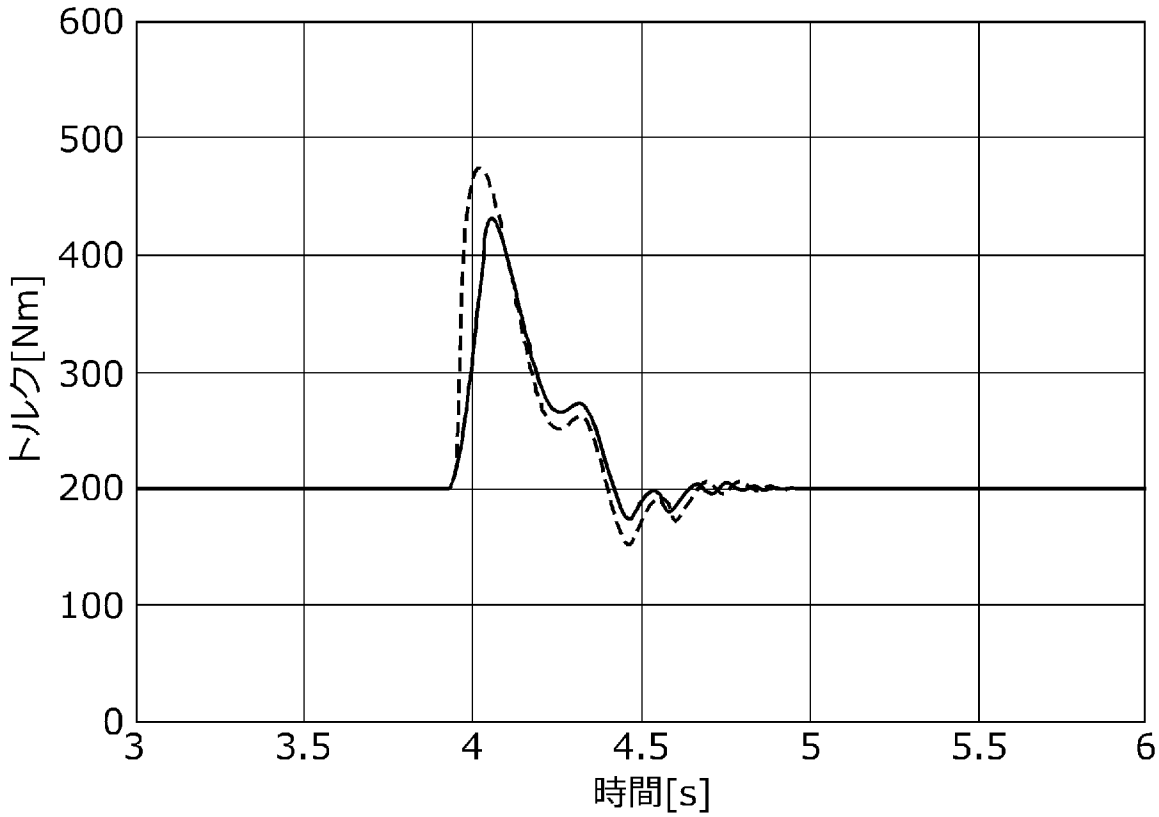


[図5]



Tdy_ref
Spdy_det
ML
48
49
ML_ref
Kdc
434
Pmdl(s)
432a
432
Pmdl_det
$H_{LFP}(s)$
437
$P_{F\_mdl}(s)$
432b
$e^{-Lmdl \cdot s}$
432c
F(s)
433
LCmdl_det
err
431
LC_det
P
Pdc(s)
$P_F(s)$
$e^{-L \cdot s}$
Dis
43

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/017967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01L3/22(2006.01)i, G01M13/02(2006.01)i, G05B13/04(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)
Int.Cl. G01L3/22, G01M13/02, G01M17/007, G05B13/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2010-19652 A (MEIDENSHA CORPORATION) 28 January 2010, entire text, all drawings & WO 2010/004870 A1	1-5
A	JP 2016-520841 A (AVL LIST GMBH) 14 July 2016, entire text, all drawings & US 2016/0116367 A1 & WO 2014/195238 A1 & AT 512483 A2 & CN 105452833 A	1-5
A	JP 2009-287987 A (MEIDENSHA CORPORATION) 10 December 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	US 4680959 A (GENERAL MOTORS CORP.) 21 July 1987, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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 05 June 2018 (05.06.2018)	Date of mailing of the international search report 12 June 2018 (12.06.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１７９６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/22(2006.01)i, G01M13/02(2006.01)i, G05B13/04(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/22, G01M13/02, G01M17/007, G05B13/04

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
A	JP 2010-19652 A (株式会社明電舎) 2010.01.28, 全文, 全図 & WO 2010/004870 A1	1-5
A	JP 2016-520841 A (アー・ファウ・エル・リスト・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツング) 2016.07.14, 全文, 全図 & US 2016/0116367 A1 & WO 2014/195238 A1 & AT 512483 A2 & CN 105452833 A	1-5

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．０６．２０１８	１２．０６．２０１８

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）　２Ｆ　４７４１
公文代　康祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

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
A	JP 2009-287987 A (株式会社明電舎) 2009.12.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 4680959 A (GENERAL MOTORS CORP.) 1987.07.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5