



高応答かつ安定した制御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。ダイナモメータの制御装置5 Aは、ロードセルの出力信号 LC_det に基づいてトルク指令信号を出力するトルク制御装置6と、揺動子の固有振動が抑制されるようにトルク指令信号を補正し、制御入力信号としてインバータに入力する固有振動抑制回路7と、を備える。固有振動抑制回路7は、オブザーバ演算部8 Aの振動出力演算部8 1 Aにおいて2次遅れ標準形の近似式を用いて算出されたロードセルの近似信号 $Pmdl_det$ に微分演算を施す微分補償器7 1と、トルク指令信号 Tdy_ref から微分補償器7 1の出力信号を減算することによってトルク指令信号を補正する減算器7 2とを備えることを特徴とする。

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] 揺動式のダイナモメータを搭載したエンジンダイナモメータシステムやシャシ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（特許文献1参照）。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。そこで従来、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）。

[0003] 特許文献1及び2の技術では、揺動子やトルクアームに、ロードセルとは別に加速度センサを設けておき、この加速度センサの出力信号とロードセルの出力信号とを所定の手順で合成することによって、ロードセルの出力信号から揺動子の固有振動に伴う変動を除去する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-184135号公報

特許文献2：特開昭58-90135号公報

特許文献3：特開平1-138836号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 以上のように、揺動式のダイナモメータを備えた従来のシステムでは、ロ

ードセルの出力信号に含まれる変動成分は、揺動子の固有振動に伴うノイズとしてこれを除去する場合が多い。しかしながら従来のシステムでは、揺動子の固有振動自体を抑制するようにはしていないことから、特に制御応答を高めようとしたときに、この固有振動に起因する共振によってハンチングや発散などの不安定現象が発生するおそれがある。このため、従来の揺動式ダイナモメータシステムでは、高応答かつ安定した制御が困難である。

[0006] 本発明は、高応答かつ安定した制御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

[0007] (1) 上記目的を達成するため本発明は、負荷に接続された揺動式のダイナモメータ（例えば、後述のダイナモメータ2）と、当該ダイナモメータ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（例えば、後述のトルクアーム27）を介して検出するロードセル（例えば、後述のロードセル26）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、後述の制御装置5, 5A, 5B, 5C, 5D）を提供する。この制御装置は、前記ロードセルの出力信号に基づいて主信号（ Tdy_ref ）を出力する主制御装置（例えば、後述のトルク制御装置6）と、前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記主信号を補正し、制御入力信号（ Tdy_ref' ）として前記インバータに入力する固有振動抑制手段（例えば、後述の固有振動抑制回路7）と、を備え、前記固有振動抑制手段は、前記ロードセルの出力信号（ LC_det ）又は所定の近似式を用いて算出された前記ロードセルの近似信号（ $Pmdl_det$ ）に微分演算を施す微分補償器（例えば、後述の微分補償器71）と、前記主信号から前記微分補償器の出力信号を減算することによって当該主信号を補正する減算器（例えば、後述の減算器72）とを備えることを特徴とする。

[0008] (1) 揺動子を備えたダイナモメータにおいて、インバータへの入力から

ロードセル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ところ、本発明では、このような制御対象への制御入力信号を微分補償器で補正することにより、揺動子の固有振動を抑制するように制御対象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手段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の出力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、従来では必要であった加速度センサを機械装置に設けることなくロードセルから安定した出力信号を得ることができる。また、このような固有振動抑制手段によって揺動子の固有振動を抑制することにより、主制御装置では安定かつ高応答なダイナモメータの制御が可能になる。

[0009] (2) この場合、前記制御装置は、前記インバータに入力される制御入力信号又はこれに比例した信号と所定のフィードバック信号との和を入力として、前記インバータの入力から前記ロードセルの出力までを所定のダンピング係数及び前記揺動子の固有振動数によって特徴付けられる近似式に基づいて前記近似信号を出力する振動出力演算部（例えば、後述の振動出力演算部81A）と、前記近似信号を所定の無駄時間だけ遅らせる無駄時間遅れ要素（例えば、後述の $e^{-L_{md} \cdot s}$ ）を備えた遅れ補償器（例えば、後述の遅れ補償器82A、82B）と、前記遅れ補償器の出力信号（ LC_{mcldet} ）と前記ロードセルの出力信号（ LC_{det} ）との偏差（ err ）が最小になるように前記振動出力演算部へ前記フィードバック信号を出力する偏差補償器（例えば、後述の偏差補償器83A）と、をさらに備え、前記微分補償器は、前記遅れ補償器に入力される前記近似信号を入力とすることが好ましい。

[0010] (2) インバータの入力からロードセルの出力までの系には、様々な遅れが含まれる。本発明では、揺動子の固有振動数及びダンピング係数によって特徴付けられた近似式に基づいて近似信号を出力する振動出力演算部を設けた上、遅れ補償器及び偏差補償器によって所定の無駄時間分の位相進み補償

した近似信号を微分補償器に入力することにより、外乱及び遅れの影響を低減しながら揺動子の固有振動をより確実に抑制できる。

[0011] (3) この場合、前記遅れ補償器は、前記無駄時間遅れ要素（例えば、後述の $e^{-L_{mdl} \cdot s}$ ）と、前記近似信号からノイズを除去するローパスフィルタ要素（例えば、後述の $P_{F_mdl}(s)$ ）とを接続して構成されることが好ましい。

[0012] (3) インバータの入力からロードセルの出力までの系には、高域の周波数領域のノイズを除去するためのフィルタが設けられる場合がある。本発明では、遅れ補償器を、無駄時間遅れ要素及びローパスフィルタ要素を接続して構成することにより、無駄時間分の位相進み補償、及び実際のロードセルの検出特性を補償した近似信号を微分補償器に入力できる。これにより、より確実に揺動子の固有振動を抑制できる。

[0013] (4) この場合、前記制御装置は、前記インバータに入力される制御入力信号に所定の係数を乗算する比例要素（例えば、後述の比例要素 84C）と、当該比例要素の出力信号と前記フィードバック信号との和を前記振動出力演算部に入力する加算器（例えば、後述の加算器 85C）と、をさらに備えることが好ましい。

[0014] (4) インバータの入力からロードセルの出力までの系には、その直流ゲイン特性を適正なものに補正するために、制御入力信号に所定の係数を乗算した信号をインバータに入力する場合がある。本発明では、インバータに入力される制御入力信号に所定の係数を乗算したものとフィードバック信号との和を振動出力演算部に入力することにより、上記直流ゲイン特性の補正を考慮した近似信号を微分補償器に入力できる。これにより、より確実に揺動子の固有振動を抑制できる。

[0015] (5) この場合、前記近似式は、 ω_n を前記揺動子の固有振動数とし、 ζ をダンピング係数とし、 s をラプラス演算子とし、下記伝達関数 $P_{mdl}(s)$ で定義され、前記微分補償器の伝達関数は、 K を0より大きく1より小さい任意の定数とし、 $1/G_{LPF}(s)$ を相対次数1以上の任意の伝達関数とし、

擬似微分特性を有する下記伝達関数 $H_{LPF}(s)$ で定義されることが好ましい。
。

[数1]

$$P_{mdl}(s) = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (1-1)$$

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

[0016] (5) 上記 $P_{mdl}(s)$ と $H_{LPF}(s)$ をフィードバック結合して構成される系の閉ループ伝達関数 $G(s)$ は、高周波数域における検出ノイズを低減するために導入される $1/G_{LPF}(s)$ を近似的に 1 とすると、下記式 (2) のようになる。したがって本発明によれば、微分補償器の係数 K の大きさを調整することによって、固有振動数における共振点を抑制するように好ましい周波数応答特性を容易に実現することができる。

[数2]

$$G(s) = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot (\zeta + K) \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (2)$$

発明の効果

[0017] 本発明によれば、加速度センサを機械装置に設けることなくロードセルから安定した出力信号を得ることができる。また、このような固有振動抑制手段によって揺動子の固有振動を抑制することにより、主制御装置では安定かつ高応答なダイナモメータの制御が可能になる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1] 本発明の一実施形態に係るダイナモメータシステムの構成を模式的に示す図である。

[図2] 実施例 1 の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図3] インバータへの入力からロードセルの出力までの伝達関数のステップ応答例を示す図である。

[図4] 閉ループ伝達関数のボード線図である。

[図5]実施例2の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図6]実施例3の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図7]実施例4の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図8]実施例5の制御装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 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、揺動式のダイナモメータシステム1の構成を模式的に示す図である。

システム1は、揺動式のダイナモメータ2と、トルク電流指令信号に応じた電力をダイナモメータ2に供給するインバータ3と、これらの図示しない制御装置と、を含んで構成される。

[0020] ダイナモメータ2は、円筒状の固定子21と、この固定子21に回転可能に支持された回転子22と、これら固定子21及び回転子22で構成される揺動子23を基台24上で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26と、を備える。

[0021] 回転子22の回転軸には、図示しない負荷が接続されている。揺動子23には、略水平に延びるトルクアーム27が設けられている。ロードセル26は、基台24上に設けられる。また、トルクアーム27とロードセル26は、トルクアーム27の先端部に設けられた連結部材28を介して接続される。負荷からの駆動力が回転軸に伝達すると、回転子22にトルクが発生しその反作用として固定子21にトルクが発生する。これら揺動子23に発生するトルクは、トルクアーム27及び連結部材28を介してロードセル26により検出される。

[0022] 以下、ロードセル26を備えたダイナモメータシステム1の制御装置の構成について、実施例ごとに説明する。

実施例 1

[0023] 図2は、実施例1のダイナモメータシステムの制御装置5の構成を示すブロック図である。

図2において、制御対象9は、図1を参照して説明したインバータ、ダイナモメータ、及びロードセルなどを含んで構成される。制御装置5は、図2に示す制御系におけるメジャーループを構成する主制御装置としてのトルク制御装置6と、マイナーループを構成する固有振動抑制回路7と、を備える。

[0024] トルク制御装置6は、ロードセルの出力信号 LC_det 及びその目標値 LC_det_tgt などの入力に基づいて、トルク電流指令信号 Tdy_ref を出力する。なお、主制御装置としては、制御入力信号としてのトルク電流指令信号 Tdy_ref を出力するものであれば、トルクを制御するものに限らず、位置、速度、走行抵抗などを制御するものに置き換えてもよい。

[0025] 固有振動抑制回路7は、ダイナモメータの揺動子の固有振動が抑制されるようにトルク電流指令信号 Tdy_ref を補正し、これを制御入力信号 Tdy_ref' として制御対象9に入力する。固有振動抑制回路7は、ロードセルの出力信号 LC_det に微分演算を施す微分補償器71と、トルク制御装置6のトルク電流指令信号 Tdy_ref から微分補償器71の出力信号を減算することによって、トルク電流指令信号 Tdy_ref を補正する減算器72と、を備える。

[0026] 図3は、インバータへの入力からロードセルの出力までの伝達関数 $P(s)$ のステップ応答例を示す図である。図3に示すように、ロードセルの出力信号は、揺動子の固有振動によって振動的な挙動を示す。そこで、この伝達関数 $P(s)$ を、揺動子の固有振動数 ω_n 及びダンピング係数 ζ によって、下記式(3)で示すような2次遅れ標準形で近似する。

[数3]

$$P(s) = \frac{LC_det}{Tdy_ref'} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2} \quad (3)$$

[0027] また、微分補償器71の伝達関数を $H(s)$ とすると、入力 Tdt_ref と出力 LC_det との比、すなわち閉ループ伝達関数 $G(s)$ は、下記

式（４）のように表される。

[数4]

$$G(s) = \frac{LC_det}{Tdy_ref} = \frac{P(s)}{1 + P(s) \cdot H(s)} = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2 + H(s) \cdot \omega n^2} \quad (4)$$

[0028] このとき、微分補償器 7 1 の伝達関数 $H(s)$ を、任意の係数 K （例えば、 $0 < K < 1$ ）及び固有振動数 ωn によって下記式（５－１）のように定義すると、伝達関数 $G(s)$ に対し、下記式（５－２）が導出される。

[数5]

$$H(s) = \frac{2 \cdot K \cdot s}{\omega n} \quad (5-1)$$

$$G(s) = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot (\zeta + K) \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \Delta \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (5-2)$$

[0029] 上記式（５－２）は、微分補償器 7 1 を設けることによって ωn の固有振動を抑制するように制御対象 9 にダンピングを与えることができることを意味する。したがって本実施例の制御装置 5 によれば、微分補償器 7 1 を設けた上、その係数 K の値を 0 から 1 の範囲内で適切な値に調整することにより、ダンピング項の係数 $\Delta \zeta$ を調整し、揺動子の固有振動を抑制することができる（図 4 のボード線図参照）。

[0030] なお、微分補償器 7 1 の伝達関数は、上記式（５－１）で定義されるような完全微分特性を有する伝達関数 $H(s)$ に限らない。この他、微分補償器 7 1 の伝達関数は、高域の周波数帯域における検出ノイズを低減すべく、下記式（６）で定義されるような擬似微分特性を有する伝達関数 $H_{LPF}(s)$ を用いてもよい。下記式（６）において、伝達関数 $1/G_{LPF}(s)$ は、相対次数 1 以上の任意の関数である。

[数6]

$$H_{LPF}(s) = \frac{2 \cdot K \cdot s}{\omega n} \cdot \frac{1}{G_{LPF}(s)} \quad (6)$$

実施例 2

[0031] 図5は、実施例2のダイナモメータの制御装置5Aの構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置5Aは、実施例1の制御装置5と比較してオブザーバ演算部8Aをさらに備える点で異なる。以下の制御装置5Aの説明において、実施例1の制御装置5と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0032] オブザーバ演算部8Aは、振動出力演算部81Aと、遅れ補償器82Aと、偏差補償器83Aと、を備える。

振動出力演算部81Aは、インバータに入力されるトルク電流指令信号 $T_{dy_ref'}$ と偏差補償器83Aから出力される後述のフィードバック信号との和を入力として、下記式(7)に示す近似式に基づいて近似信号 P_{mdl_det} を出力する。振動出力演算部81Aから出力される近似信号 P_{mdl_det} は、遅れ補償器82A及び微分補償器71に入力される。

[数7]

$$P_{mdl}(s) = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (7)$$

[0033] 遅れ補償器82Aは、近似信号 P_{mdl_det} を所定の無駄時間 L_{mdl} だけ遅らせる無駄時間遅れ要素 $e^{-L_{mdl} \cdot s}$ を備える。

偏差補償器83Aは、遅れ補償器82Aの出力信号 LC_{mdl_det} からロードセルの出力信号 LC_det を減算して得られる偏差 e_{rr} が最小に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83Aの伝達関数 $F(s)$ は、例えば、係数 KG を調整ゲイン($0 < KG < 1$)とし、 $1/F_{LPF}(s)$ を相対次数1以上の任意の伝達関数として、下記式(8)で表される。

[数8]

$$F(s) = KG \cdot \frac{1}{F_{LPF}(s)} \quad (8)$$

[0034] 図5に示すように、制御対象9Aには無駄時間 L に相当する遅れがあると

ころ、上述のような振動出力演算部 8 1 A 及び遅れ補償器 8 2 A を設けることにより、微分補償器 7 1 には、ロードセル出力 LC_det に対し無駄時間分の位相進み補償した近似信号 $Pmdl_det$ を入力できる。また、負荷側から制御対象 9 A に外乱トルク Dis が加わると、この外乱の影響は偏差 err を介して振動出力演算部 8 1 A に入力される。したがって、本実施例の制御装置 5 A によれば、外乱及び遅れの影響を低減しながら揺動子の固有振動を確実に抑制できる。

実施例 3

[0035] 図 6 は、実施例 3 のダイナモメータシステムの制御装置 5 B の構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置 5 B は、実施例 2 の制御装置 5 A と比較してオブザーバ演算部 8 B の構成が異なる。以下の制御装置 5 B の説明において、実施例 2 の制御装置 5 B と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0036] オブザーバ演算部 8 B の遅れ補償器 8 2 B は、近似信号 $Pmdl_det$ を所定の無駄時間 $Lmdl$ だけ遅らせる無駄時間遅れ要素 $e^{-Lmdl \cdot s}$ と、近似信号 $Pmdl_det$ からノイズを除去するローパスフィルタ要素 $P_{F_mdl}(s)$ と、を接続して構成される。

[0037] 制御対象 9 B には高域の周波数領域のノイズを除去するためのフィルタ $P_F(s)$ が設けられる場合がある。本実施例によれば、遅れ補償器 8 2 B を、無駄時間遅れ要素 $e^{-Lmdl \cdot s}$ 及びローパスフィルタ要素 $P_{F_mdl}(s)$ を接続して構成することにより、無駄時間分の位相進み補償、及びフィルタを備えた実際のロードセルの検出特性を補償した近似信号 $Pmdl_det$ を微分補償器 7 1 に入力できる。これにより、より確実に揺動子の固有振動を抑制できる。

実施例 4

[0038] 図 7 は、実施例 4 のダイナモメータシステムの制御装置 5 C の構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置 5 C は、実施例 2 の制御装置 5 A と比較してオブザーバ演算部 8 C の構成が異なる。以下の制御装置 5 C の説明において、実施例 2 の制御装置 5 A と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0039] インバータに入力されるトルク電流指令と実際に発生するトルクとの間で僅かながら定常的なずれが生じる場合がある。そこで、実際のダイナモメータシステムでは、このずれを無くするために直流ゲイン特性が補正される場合がある。この直流ゲイン特性の補正を考慮すると、インバータへの入力からロードセルの出力までの伝達関数 $P_{dc}(s)$ は、係数 K_C を導入して、上記式 (3) に替えて下記式 (9) で近似される。

[数9]

$$P_{dc}(s) = \frac{LC_det}{Tdy_ref'} = \frac{K_{dc} \cdot \omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2} \quad (9)$$

[0040] オブザーバ演算部 8 C は、この直流ゲイン特性を補償するため、制御入力信号 Tdy_ref' に直流ゲイン K_{dc} を乗算する比例要素 8 4 C をさらに備える。加算器 8 5 C は、この比例要素 8 4 C の出力信号と偏差補償器 8 3 A からのフィードバック信号との和を振動出力演算部 8 1 A に入力する。

[0041] 本実施例によれば、直流ゲイン K_{dc} を乗じた制御入力信号 Tdy_ref' を振動出力演算部 8 1 A に入力することにより、無駄時間の位相進み補償、直流ゲイン特性補償した近似信号 P_{mdl_det} を微分補償器 7 1 に入力できる。これにより、より確実に揺動子の固有振動を抑制できる。

実施例 5

[0042] 図 8 は、実施例 5 のダイナモメータシステムの制御装置 5 D の構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置 5 D は、実施例 4 の制御装置 5 C と比較してオブザーバ演算部 8 C の構成が異なる。以下の制御装置 5 D の説明において、実施例 4 の制御装置 5 C と同じ構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0043] オブザーバ演算部 8 D の遅れ補償器 8 2 B は、近似信号 P_{mdl_det} を所定の無駄時間 L_{mdl} だけ遅らせる無駄時間遅れ要素 $e^{-L_{mdl} \cdot s}$ と、近似信号 P_{mdl_det} からノイズを除去するローパスフィルタ要素 $P_{F_mdl}(s)$ と、を接続して構成される。

本実施例によれば、無駄時間分の位相進み補償、実際のロードセルの検出特性補償、及び直流ゲイン特性補償した近似信号 P_{mdl_det} を微分補償器 7 1 に入力できる。これにより、より確実に揺動子の固有振動を抑制できる。

符号の説明

- [0044] 1…ダイナモメータシステム
2…ダイナモメータ
2 3…揺動子
2 6…ロードセル
2 7…トルクアーム
3…インバータ
5, 5 A, 5 B, 5 C, 5 D…制御装置
6…トルク制御装置（主制御装置）
7…固有振動抑制回路（固有振動抑制手段）
7 1…微分補償器
7 2…減算器
8 A, 8 B, 8 C, 8 D…オブザーバ演算部
8 1 A…振動出力演算部
8 2 A, 8 2 B…遅れ補償器
8 3 A…偏差補償器
8 4 C…比例要素
8 5 C…加算器

請求の範囲

[請求項1]

負荷に接続された揺動式のダイナモメータと、
当該ダイナモメータに電力を供給するインバータと、
前記ダイナモメータ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ロードセルと、を備えたダイナモメータシステムの制御装置であって、
前記ロードセルの出力信号に基づいて主信号を出力する主制御装置と、
前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記主信号を補正し、制御入力信号として前記インバータに入力する固有振動抑制手段と、を備え、
前記固有振動抑制手段は、前記ロードセルの出力信号又は所定の近似式を用いて算出された前記ロードセルの近似信号に微分演算を施す微分補償器と、前記主信号から前記微分補償器の出力信号を減算することによって当該主信号を補正する減算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]

前記インバータに入力される制御入力信号又はこれに比例した信号と所定のフィードバック信号との和を入力として、前記インバータの入力から前記ロードセルの出力までを所定のダンピング係数及び前記揺動子の固有振動数によって特徴付けられる近似式に基づいて前記近似信号を出力する振動出力演算部と、
前記近似信号を所定の無駄時間だけ遅らせる無駄時間遅れ要素を備えた遅れ補償器と、
前記遅れ補償器の出力信号と前記ロードセルの出力信号との偏差が最小になるように前記振動出力演算部へ前記フィードバック信号を出力する偏差補償器と、をさらに備え、
前記微分補償器は、前記遅れ補償器に入力される前記近似信号を入力と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] 前記遅れ補償器は、前記無駄時間遅れ要素と、前記近似信号からノイズを除去するローパスフィルタ要素とを接続して構成され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] 前記インバータに入力される制御入力信号に所定の係数を乗算する比例要素と、

当該比例要素の出力信号と前記フィードバック信号との和を前記振動出力演算部に入力する加算器と、をさらに備えることを特徴とする請求項2又は3に記載のダイナモメータシステムの制御装置。

[請求項5] 前記近似式は、 ω_n を前記揺動子の固有振動数とし、 ζ をダンピング係数とし、 s をラプラス演算子とし、下記伝達関数 $P_{mdl}(s)$ で定義され、

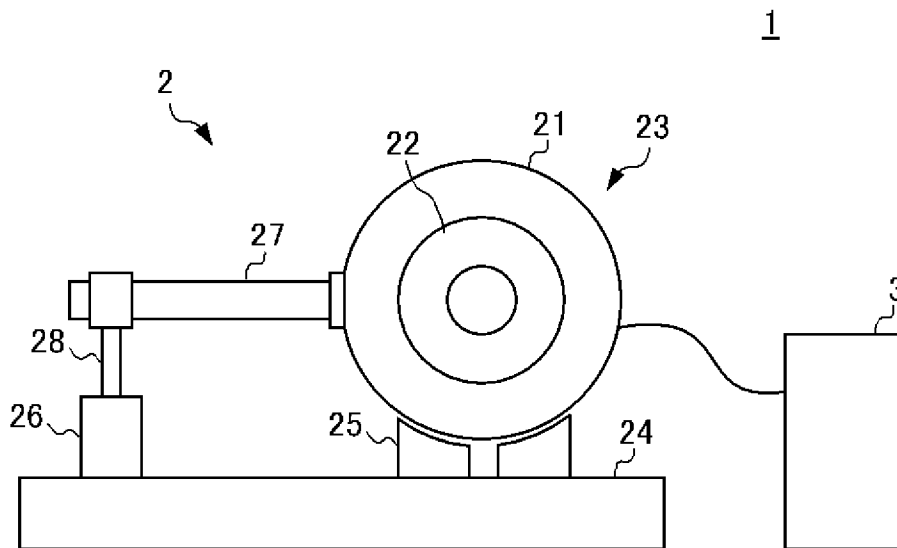
前記微分補償器の伝達関数は、 K を0より大きく1より小さい任意の定数とし、 $1/G_{LPF}(s)$ を相対次数1以上の任意の伝達関数とし、擬似微分特性を有する下記伝達関数 $H_{LPF}(s)$ で定義されることを特徴とする請求項2から4の何れかに記載のダイナモメータの制御装置。

[数1]

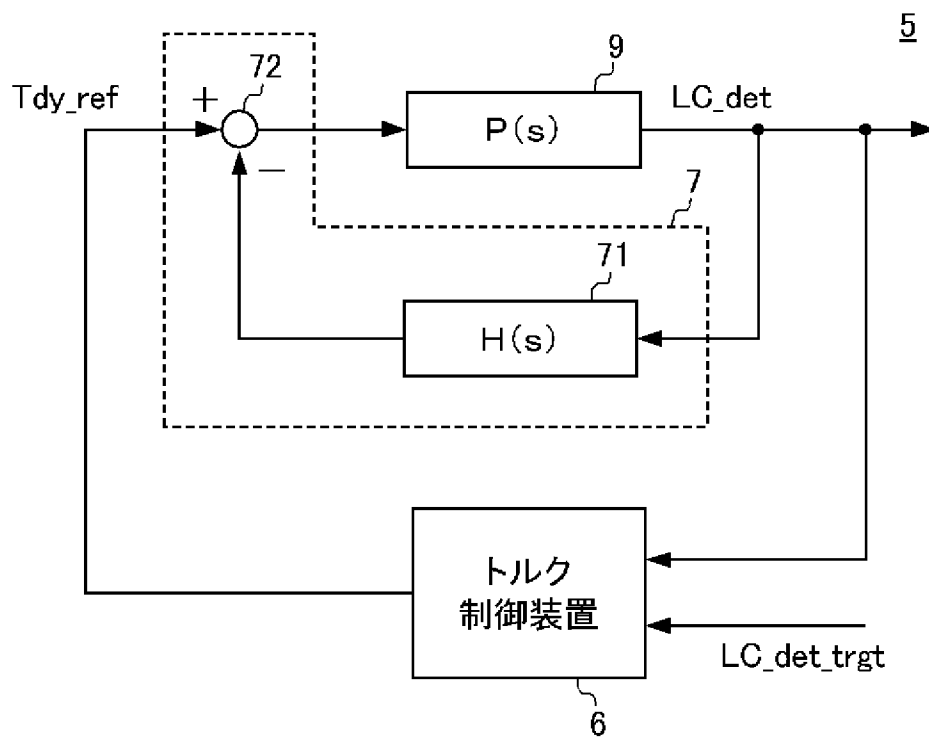
$$P_{mdl}(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2} \quad (1-1)$$

$$H_{LPF}(s) = \frac{2 \cdot K \cdot s}{\omega_n} \cdot \frac{1}{G_{LPF}(s)} \quad (1-2)$$

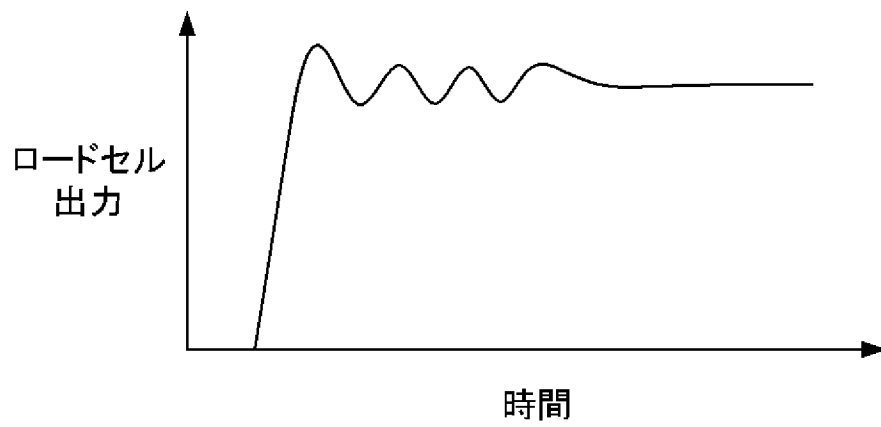
[図1]



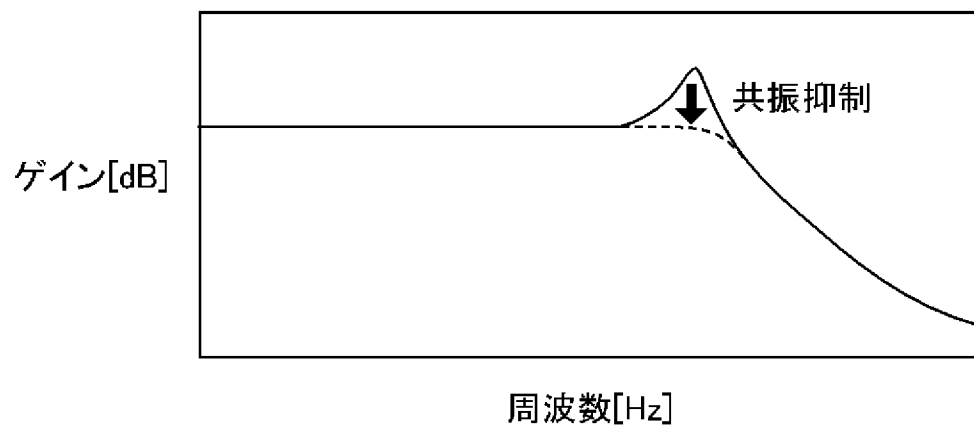
[図2]



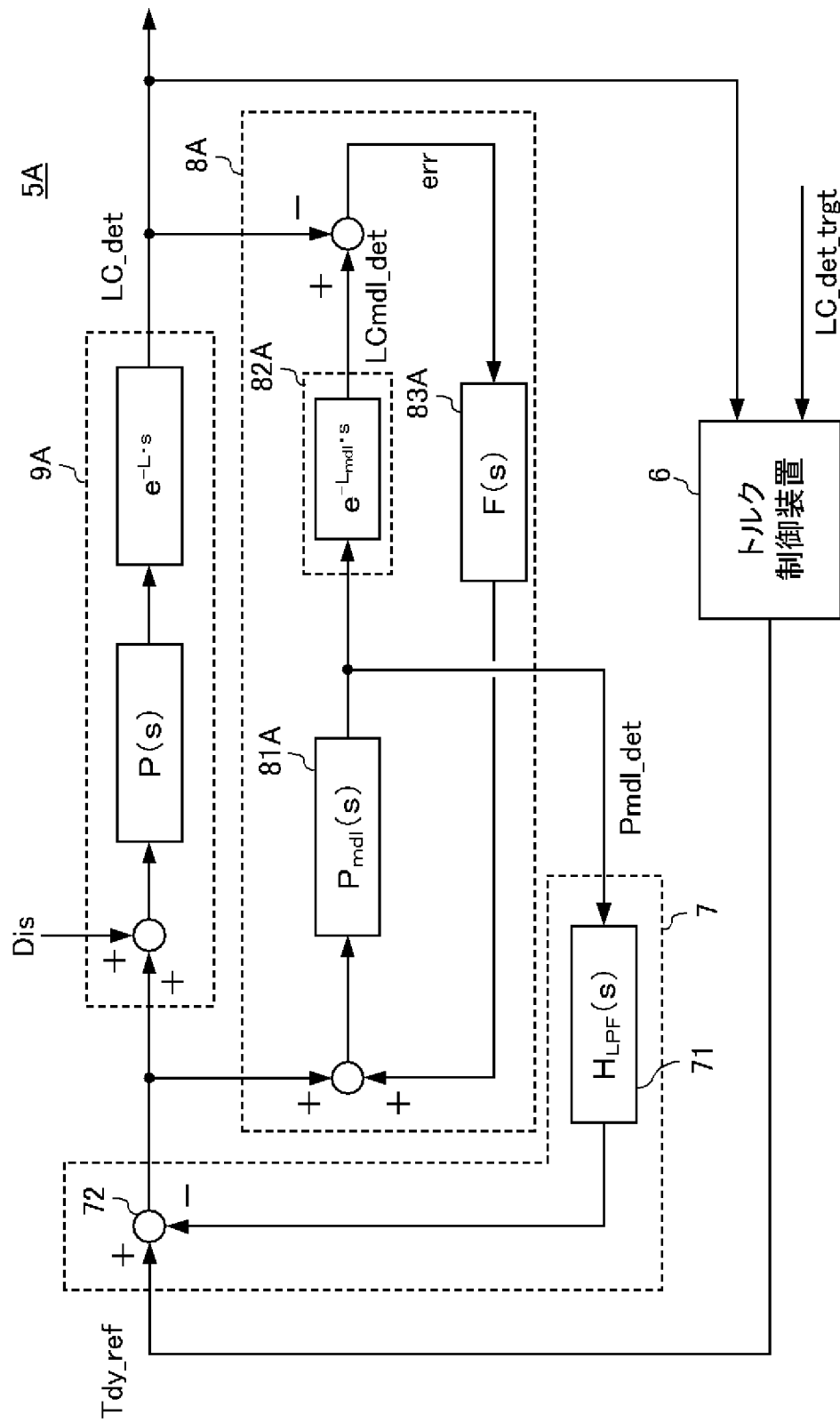
[図3]



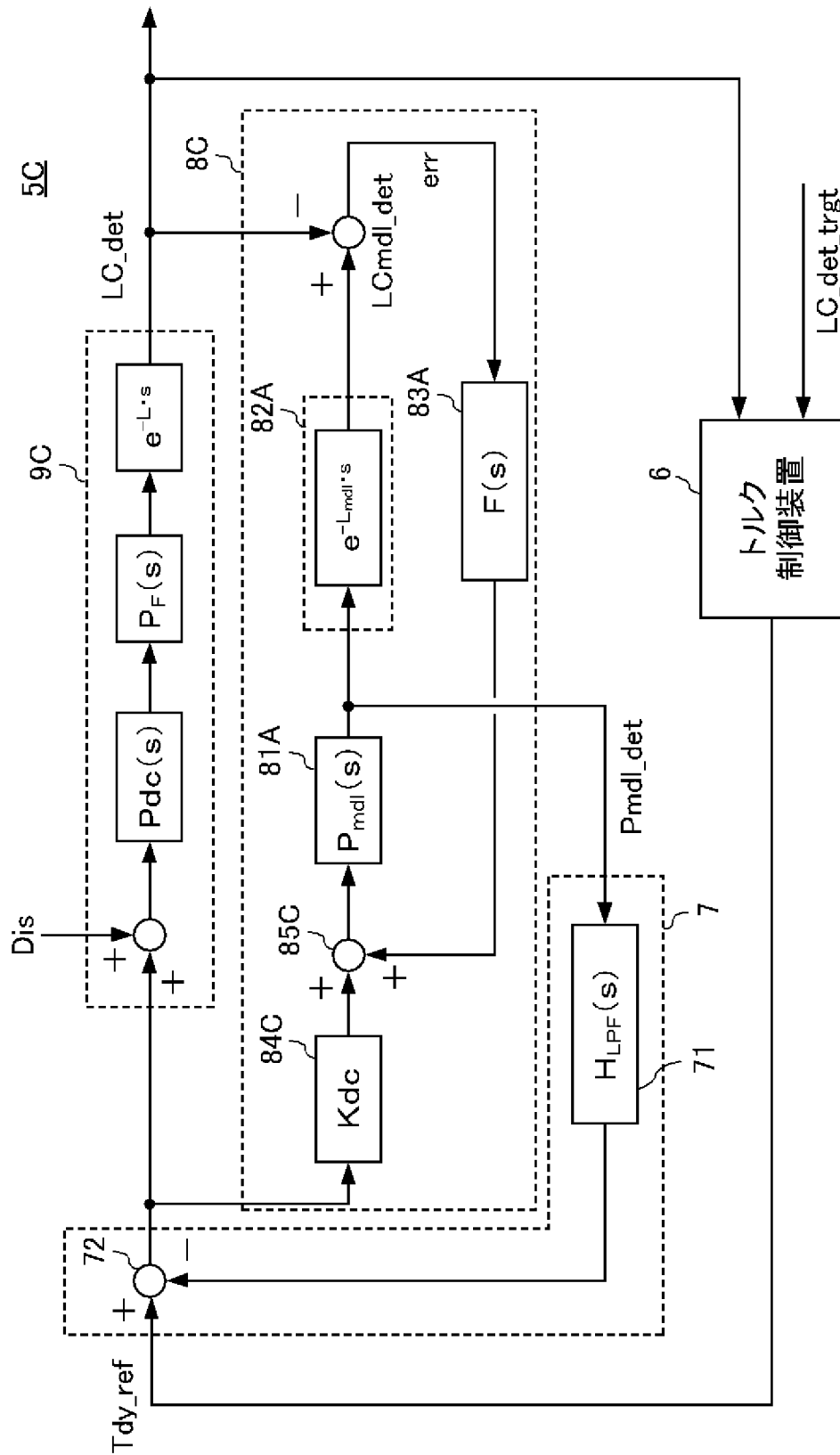
[図4]



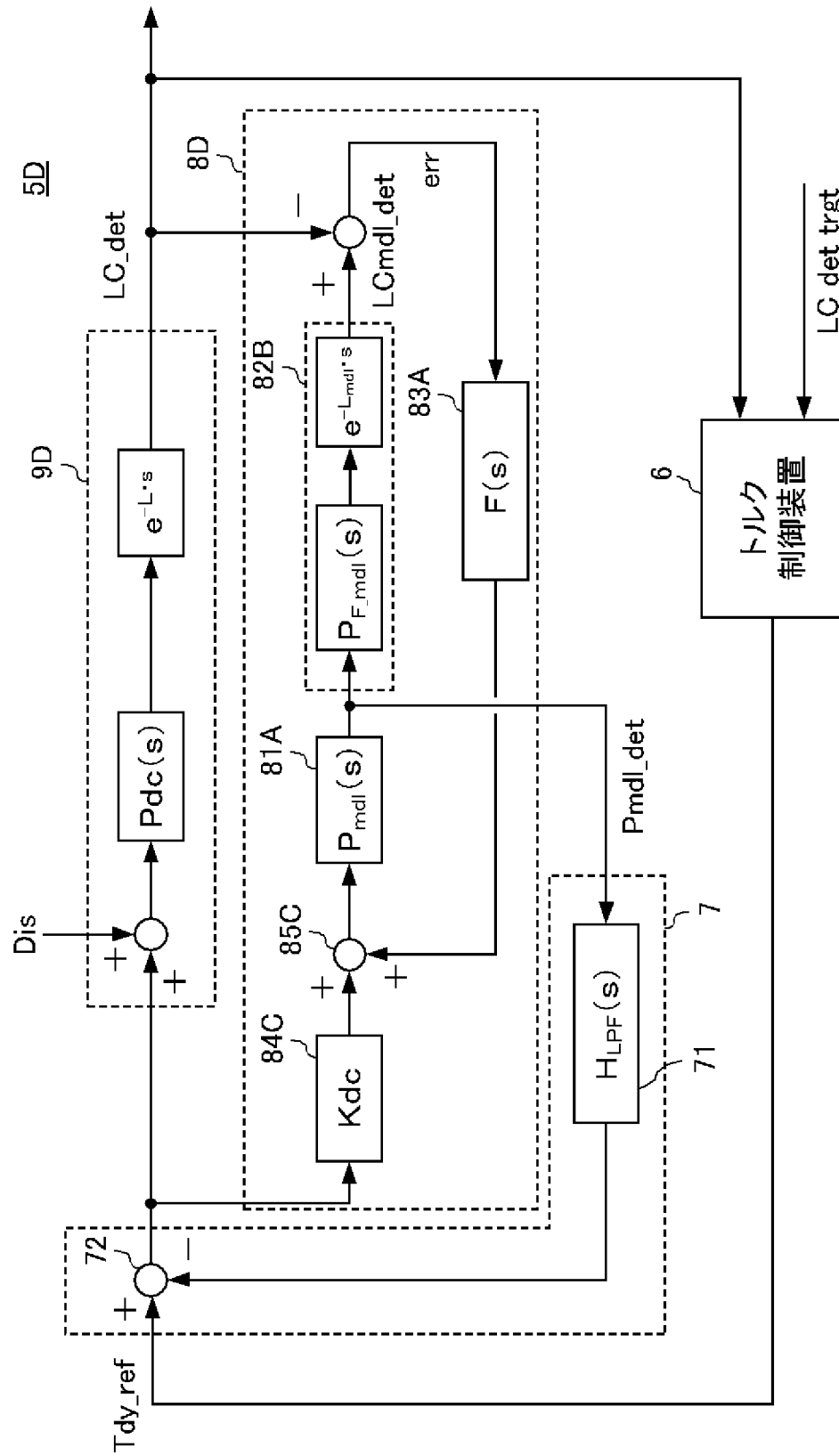
[図5]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/064771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L3/22(2006.01) i, G01M17/007(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)

G01L3/22, G01M17/007

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	JP 2010-019652 A (Meidensha Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), paragraphs [0021] to [0039]; fig. 1 to 7 & WO 2010/004870 A1	1 2-5
Y A	JP 2798217 B2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 September 1998 (17.09.1998), column 4, line 49 to column 6, line 18; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 2-5
A	JP 2011-161987 A (NSK Ltd.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0029] to [0044]; fig. 3 (Family: none)	2-5

☒ 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
26 July, 2013 (26.07.13)

Date of mailing of the international search report
06 August, 2013 (06.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/064771

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 2008-070119 A (Meidensha Corp.), 27 March 2008 (27.03.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01L3/22(2006.01)i, G01M17/007(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. G01L3/22, G01M17/007

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y A	JP 2010-019652 A（株式会社明電舎）2010.01.28 段落【0021】－【0039】、【図1】－【図7】 & WO 2010/004870 A1	1 2-5
Y A	JP 2798217 B2（三菱重工業株式会社）1998.09.17 第4欄第49行－第6欄第18行、【第1図】－【第2図】 （ファミリーなし）	1 2-5

☒ 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

2 6 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 8 . 2 0 1 3

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）

續山 浩二

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

4 4 5 4

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 2011-161987 A (日本精工株式会社) 2011.08.25 段落【0029】－【0044】、【図3】 (ファミリーなし)	2-5
A	JP 2008-070119 A (株式会社明電舎) 2008.03.27 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5