

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-246152

(P2013-246152A)

(43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)

(51) Int.Cl.

G01L 3/22 (2006.01)

F I

G01L 3/22

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-122378 (P2012-122378)  
 (22) 出願日 平成24年5月29日 (2012.5.29)

(71) 出願人 000006105  
 株式会社明電舎  
 東京都品川区大崎2丁目1番1号  
 (74) 代理人 100106002  
 弁理士 正林 真之  
 (74) 代理人 100120891  
 弁理士 林 一好  
 (72) 発明者 高橋 利道  
 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会  
 社明電舎内

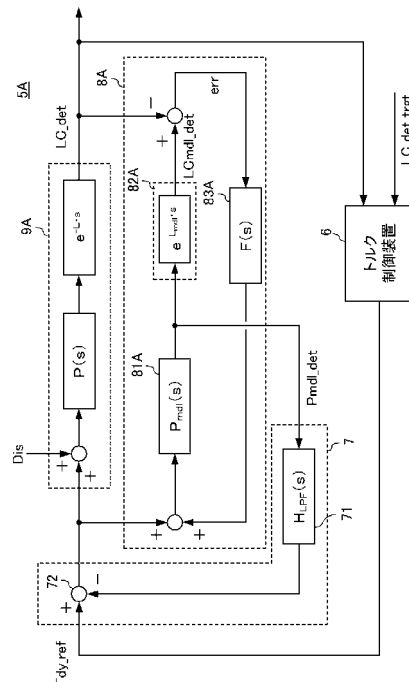
(54) 【発明の名称】 ダイナモメータシステムの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 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。

【選択図】 図 5



## 【特許請求の範囲】

## 【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。

10

## 【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。

20

## 【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。

30

## 【請求項 5】

前記近似式は、 $n$  を前記揺動子の固有振動数とし、 $\zeta$  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】

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

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

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【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。

50

## 【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）。

10

## 【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

20

## 【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。

30

## 【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。

40

50

## 【 0 0 0 8 】

( 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。

10

## 【 0 0 0 9 】

( 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 8 1 A ）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  $e^{-L_{md1} \cdot s}$  ）を備えた遅れ補償器（例えば、後述の遅れ補償器 8 2 A , 8 2 B ）と、前記遅れ補償器の出力信号（  $L C m c l \_ d e t$  ）と前記ロードセルの出力信号（  $L C \_ d e t$  ）との偏差（  $e r r$  ）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 8 3 A ）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。

20

## 【 0 0 1 0 】

( 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。

30

## 【 0 0 1 1 】

( 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  $e^{-L_{md1} \cdot s}$  ）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  $P_{F\_md1}(s)$  ）とを接続して構成されることが好ましい。

## 【 0 0 1 2 】

( 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。

40

## 【 0 0 1 3 】

( 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 8 4 C ）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 8 5 C ）と、をさらに備えることが好ましい。

## 【 0 0 1 4 】

( 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

50

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、 $n$ を前記揺動子の固有振動数とし、 $\zeta$ 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】

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

10

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

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

50

## 【 0 0 2 0 】

ダイナモメータ 2 は、円筒状の固定子 2 1 と、この固定子 2 1 に回転可能に支持された回転子 2 2 と、これら固定子 2 1 及び回転子 2 2 で構成される揺動子 2 3 を基台 2 4 上で揺動可能に支持するペDESTAL 2 5 と、揺動子 2 3 に発生するトルクを検出するロードセル 2 6 と、を備える。

## 【 0 0 2 1 】

回転子 2 2 の回転軸には、図示しない負荷が接続されている。揺動子 2 3 には、略水平に延びるトルクアーム 2 7 が設けられている。ロードセル 2 6 は、基台 2 4 上に設けられる。また、トルクアーム 2 7 とロードセル 2 6 は、トルクアーム 2 7 の先端部に設けられた連結部材 2 8 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 2 2 にトルクが発生しその反作用として固定子 2 1 にトルクが発生する。これら揺動子 2 3 に発生するトルクは、トルクアーム 2 7 及び連結部材 2 8 を介してロードセル 2 6 により検出される。

10

## 【 0 0 2 2 】

以下、ロードセル 2 6 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 】

## 【 0 0 2 3 】

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。

20

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リング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。

## 【 0 0 2 4 】

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。

30

## 【 0 0 2 5 】

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 7 1 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 7 1 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 7 2 と、を備える。

## 【 0 0 2 6 】

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  $n$  及びダンピング係数  $\zeta$  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。

40

## 【 数 3 】

$$P(s) = \frac{LC\_det}{Tdy\_ref'} = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (3)$$

## 【 0 0 2 7 】

また、微分補償器 7 1 の伝達関数を  $H(s)$  とすると、入力  $Tdt\_ref$  と出力  $LC$

50

— d e t 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 71 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  $n$  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。

10

【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 71 を設けることによって  $n$  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 71 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)。

20

【0030】

なお、微分補償器 71 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 71 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。

30

【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。

40

【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  $Tdy\_ref$  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  $Pmdl\_det$  を出力する。振動出力演算部 81A から出力される近似信号  $Pmdl\_det$  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  $err$  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。

10

【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 81A 及び遅れ補償器 82A を設けることにより、微分補償器 71 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  $P_{mdl\_det}$  を入力できる。また、負荷側から制御対象 9A 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 81A に入力される。したがって、本実施例の制御装置 5A 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。

20

【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 5B の構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置 5B は、実施例 2 の制御装置 5A と比較してオブザーバ演算部 8B の構成が異なる。以下の制御装置 5B の説明において、実施例 2 の制御装置 5B 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。

30

【0036】

オブザーバ演算部 8B の遅れ補償器 82B 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。

【0037】

制御対象 9B 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 82B を、無駄時間遅れ要素  $e^{-L_{mdl} \cdot s}$  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  $P_{mdl\_det}$  を微分補償器 71 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。

40

【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 5C の構成を示すブロック図である。

本実施例の制御装置 5C は、実施例 2 の制御装置 5A と比較してオブザーバ演算部 8C の構成が異なる。以下の制御装置 5C の説明において、実施例 2 の制御装置 5A 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。

50

## 【 0 0 3 9 】

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  $Pdc(s)$  は、係数  $Kc$  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 】

$$Pdc(s) = \frac{LC\_det}{Tdy\_ref'} = \frac{Kdc \cdot \omega n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega n \cdot s + \omega n^2} \quad (9)$$

10

## 【 0 0 4 0 】

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  $Kdc$  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。

## 【 0 0 4 1 】

本実施例によれば、直流ゲイン  $Kdc$  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  $Pmdl\_det$  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。

20

## 【 実施例 5 】

## 【 0 0 4 2 】

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。

## 【 0 0 4 3 】

オブザーバ演算部 8 D 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  $Pf\_mdl(s)$  と、を接続して構成される。

30

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  $Pmdl\_det$  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。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 4 】

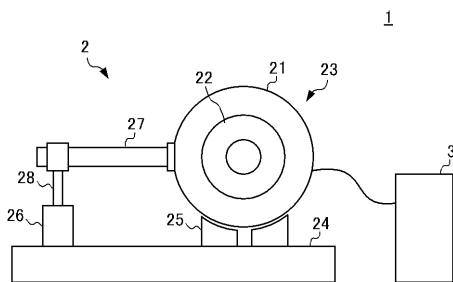
- 1 ... ダイナモメータシステム
- 2 ... ダイナモメータ
- 2 3 ... 揺動子
- 2 6 ... ロードセル
- 2 7 ... トルクアーム
- 3 ... インバータ
- 5 , 5 A , 5 B , 5 C , 5 D ... 制御装置
- 6 ... トルク制御装置 ( 主制御装置 )
- 7 ... 固有振動抑制回路 ( 固有振動抑制手段 )
- 7 1 ... 微分補償器
- 7 2 ... 減算器
- 8 A , 8 B , 8 C , 8 D ... オブザーバ演算部
- 8 1 A ... 振動出力演算部

40

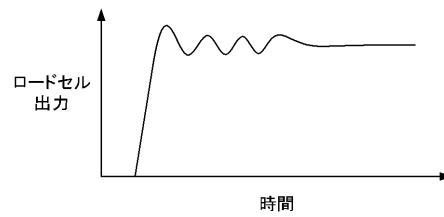
50

- 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

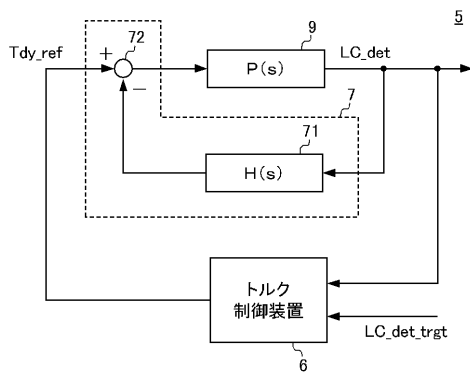
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】

