

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5935853号  
(P5935853)

(45) 発行日 平成28年6月15日 (2016. 6. 15)

(24) 登録日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 M 17/007 (2006. 01) GO 1 M 17/00 A

GO 1 L 3/16 (2006. 01) GO 1 L 3/16 D

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-200450 (P2014-200450)	(73) 特許権者	000006105
(22) 出願日	平成26年9月30日 (2014. 9. 30)		株式会社明電舎
(65) 公開番号	特開2016-70786 (P2016-70786A)		東京都品川区大崎2丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年5月9日 (2016. 5. 9)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成28年2月16日 (2016. 2. 16)		弁理士 正林 真之
早期審査対象出願		(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
		(72) 発明者	古賀 礼二
			東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会
			社明電舎内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ダイナモメータシステムの制御装置

(57) 【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、  
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、  
前記ロードセルの荷重方向に沿った前記トルクアームの加速度を検出する加速度センサと、を備えたダイナモメータシステムの制御装置であって、  
所定の入力信号に基づいて前記ダイナモメータを制御するための制御信号を生成するコントローラと、  
所定の入力信号に基づいて前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記制御信号を補正する補正信号を生成する固有振動抑制回路と、  
前記加速度センサの検出信号を反転し、当該反転した信号を用いて前記ロードセルの検出信号から交流成分を除く補正回路と、  
前記ダイナモメータの速度を検出する速度検出装置と、を備え、  
前記コントローラには前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号を入力し、前記固有振動抑制回路には前記補正信号が合算された前記コントローラの制御信号と前記補正回路を経ていない前記ロードセルの検出信号を入力し、  
前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と所定のトルク指令信号との偏差を無くすような制御信号を生成するトルク制御器と、前記速度検出装置の検出信号と前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号とを用いて前記トルク指令信号

10

20

を生成する指令生成装置と、を備え、

前記補正回路は、前記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く直流成分除去部と、当該直流成分除去部の出力信号の位相を反転させる位相反転部と、当該位相反転部の出力信号に所定の係数を乗算しトルク信号に変換するトルク変換部と、当該トルク変換部の出力信号を前記ロードセルの検出信号に加算する加算部と、前記加算部の出力信号から高調波のノイズを除去するフィルタと、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】

前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号に基づいて走行抵抗指令信号を生成する走行抵抗設定部と、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と前記速度検出装置の検出信号とに基づいて電気慣性指令信号を生成する電気慣性指令演算部と、前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号とする合算部と、を備え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。

10

【請求項 3】

前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号と前記走行抵抗指令信号と前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号とに基づいて前記ダイナモメータの速度を所定の目標速度に一致させるためのトルク補正信号を生成する速度制御器をさらに備え、

前記合算部は前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号と前記トルク補正信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号と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。

20

【請求項 4】

負荷に接続された揺動式のダイナモメータと、

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、

前記ロードセルの荷重方向に沿った前記トルクアームの加速度を検出する加速度センサと、を備えたダイナモメータシステムの制御装置であって、

所定の入力信号に基づいて前記ダイナモメータを制御するための制御信号を生成するコントローラと、

所定の入力信号に基づいて前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記制御信号を補正する補正信号を生成する固有振動抑制回路と、

30

前記加速度センサの検出信号を反転し、当該反転した信号を用いて前記ロードセルの検出信号から交流成分を除く補正回路と、

前記ダイナモメータの速度を検出する速度検出装置と、を備え、

前記コントローラには前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号を入力し、前記固有振動抑制回路には前記補正信号が合算された前記コントローラの制御信号と前記補正回路を経ていない前記ロードセルの検出信号を入力し、

前記コントローラは、前記速度検出装置の検出信号と所定の速度指令信号との偏差を無くすような制御信号を生成する速度制御器と、前記速度検出装置の検出信号と前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号とを用いて前記速度指令信号を生成する指令生成装置と、を備え、

40

前記補正回路は、前記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く直流成分除去部と、当該直流成分除去部の出力信号の位相を反転させる位相反転部と、当該位相反転部の出力信号に所定の係数を乗算しトルク信号に変換するトルク変換部と、当該トルク変換部の出力信号を前記ロードセルの検出信号に加算する加算部と、前記加算部の出力信号から高調波のノイズを除去するフィルタと、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 5】

前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号に基づいて走行抵抗指令信号を生成する走行抵抗設定部と、前記速度検出装置の検出信号及び前記補正回路を経た前記ロード

50

セルの検出信号に基づいて前記ダイナモメータに加わる駆動力相当する外乱トルク信号を生成する駆動力オブザーバと、前記外乱トルク信号から前記走行抵抗指令信号を減算したものを積分することによって前記速度指令信号を生成する積分器と、を備え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。

【請求項6】

負荷に接続された揺動式のダイナモメータと、  
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、

前記ロードセルの荷重方向に沿った前記トルクアームの加速度を検出する加速度センサ  
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、

所定の入力信号に基づいて前記ダイナモメータを制御するための制御信号を生成するコ  
ントローラと、

所定の入力信号に基づいて前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記制御信号を補  
正する補正信号を生成する固有振動抑制回路と、

前記加速度センサの検出信号を反転し、当該反転した信号を用いて前記ロードセルの検  
出信号から交流成分を除く補正回路と、

前記ダイナモメータの軸の位置を検出する位置検出装置と、を備え、

前記コントローラには前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号を入力し、前記固  
有振動抑制回路には前記補正信号が合算された前記コントローラの制御信号と前記補正回  
路を経ていない前記ロードセルの検出信号を入力し、

前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号に基づいて生成し  
た位置指令信号と、前記位置検出装置の検出信号との偏差を無くするような制御信号を生成  
する位置制御器を備え、

前記補正回路は、前記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く  
直流成分除去部と、当該直流成分除去部の出力信号の位相を反転させる位相反転部と、当  
該位相反転部の出力信号に所定の係数を乗算しトルク信号に変換するトルク変換部と、当  
該トルク変換部の出力信号を前記ロードセルの検出信号に加算する加算部と、前記加算部  
の出力信号から高調波のノイズを除去するフィルタと、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7】

負荷に接続された揺動式のダイナモメータと、  
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、

前記ロードセルの荷重方向に沿った前記トルクアームの加速度を検出する加速度センサ  
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、

所定の入力信号に基づいて前記ダイナモメータを制御するための制御信号を生成するコ  
ントローラと、

所定の入力信号に基づいて前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記制御信号を補  
正する補正信号を生成する固有振動抑制回路と、

前記加速度センサの検出信号を反転し、当該反転した信号を用いて前記ロードセルの検  
出信号から交流成分を除く補正回路と、

前記ダイナモメータの速度を検出する速度検出装置と、を備え、

前記コントローラには前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号を入力し、前記固  
有振動抑制回路には前記補正信号が合算された前記コントローラの制御信号と前記補正回  
路を経ていない前記ロードセルの検出信号を入力し、

前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と所定の指令信号  
との偏差を無くするような制御信号を生成するトルク制御器と、前記トルク制御器に対する  
トルク指令信号を生成する指令生成装置と、を備え、

前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号に基づいて走行抵抗指令信号を生成  
する走行抵抗設定部と、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と前記速度検出装

10

20

30

40

50

置の検出信号とに基づいて電気慣性指令信号を生成する電気慣性指令演算部と、前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号とする合算部と、前記速度検出装置の検出信号と前記走行抵抗指令信号と前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号とに基づいて前記ダイナモメータの速度を所定の目標速度に一致させるためのトルク補正信号を生成する速度制御器と、を備え、

前記合算部は前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号と前記トルク補正信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号とす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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【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。より詳しくは、揺動式のダイナモメータとロードセルと加速度センサとを備えた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、シャシダイナモメータシステム、及びパワートレインシステム等の試験システムでは、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。

20

【0003】

特許文献1には、固有振動抑制回路を用いて制御対象にダンピングを与えることにより、揺動子の固有振動を抑制する制御方法が記載されている。特許文献1の固有振動抑制回路を用いることにより、揺動子の固有振動が抑制されるので、ロードセルでは固有振動が抑制された安定した検出信号が得られる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】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】

【0005】

ところで揺動式のダイナモメータに設けられたロードセルの検出信号には、上述のような揺動子の固有振動の他にも様々なトルク脈動（変動）が含まれる。具体的には、例えばインバータに起因するトルクリプルが挙げられる。特許文献1の固有振動抑制回路を用いると、揺動子の固有振動が抑制される結果として、ロードセルでは揺動子の固有振動に比べると非常に小さなトルクリプルまで検出することが可能となってしまう。

40

【0006】

このため、特許文献1に示されているように、固有振動抑制回路を備えた制御装置においてロードセルの検出信号をメジャーループのトルク制御装置のフィードバック信号とすると、トルク制御装置の制御帯域にトルク脈動が生じた場合にはこれを増幅してしまい、結果としてダイナモメータシステムの計測精度に悪影響を及ぼす場合がある。

【0007】

本発明は、揺動子の固有振動とこの固有振動とは別のトルク脈動との両方の影響を抑制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】

50

## 【 0 0 0 8 】

( 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、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 ( 例えば、後述の揺動子 2 3 ) 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 2 6 ) を介して検出するロードセル ( 例えば、後述のロードセル 2 8 ) と、前記ロードセルの荷重方向に沿った前記トルクアームの加速度を検出する加速度センサ ( 例えば、後述の加速度センサ 3 0 ) と、を備える。本発明に係る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 , 4 A , 4 B ) は、所定の入力信号に基づいて前記ダイナモメータを制御するための制御信号を生成するコントローラ ( 例えば、後述のトルク制御器 5 、指令生成装置 9 A 、速度制御器 5 B 、指令生成装置 9 B 等 ) と、所定の入力信号に基づいて前記揺動子の固有振動が抑制されるように前記制御信号を補正する補正信号を生成する固有振動抑制回路 ( 例えば、後述の固有振動抑制回路 6 ) と、前記加速度センサの検出信号を反転し、当該反転した信号を用いて前記ロードセルの検出信号から交流成分を除く補正回路 ( 例えば、後述の補正回路 7 ) と、を備え、前記コントローラには前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号を入力し、前記固有振動抑制回路には前記補正信号が合算された前記コントローラの制御信号と前記補正回路を経ていない前記ロードセルの検出信号を入力することを特徴とする。

10

## 【 0 0 0 9 】

( 2 ) この場合、前記ダイナモメータシステムは、前記ダイナモメータの速度を検出する速度検出装置 ( 例えば、後述のエンコーダ 2 9 ) を備え、前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と所定の指令信号との偏差を無くするような制御信号を生成するトルク制御器 ( 例えば、後述のトルク制御器 5 ) と、前記トルク制御器に対するトルク指令信号を生成する指令生成装置 ( 例えば、後述の指令生成装置 9 A ) と、を備え、前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号に基づいて走行抵抗指令信号を生成する走行抵抗設定部 ( 例えば、後述の走行抵抗設定部 9 1 ) と、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と前記速度検出装置の検出信号とに基づいて電気慣性指令信号を生成する電気慣性指令演算部 ( 例えば、後述の駆動力オブザーバ 9 2 、減算部 9 3 、及び電気慣性比率設定部 9 4 ) と、前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号とする合算部 ( 例えば、後述の加算部 9 6 ) と、を備えることが好ましい。

20

30

## 【 0 0 1 0 】

( 3 ) この場合、前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号と前記走行抵抗指令信号と前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号とに基づいて前記ダイナモメータの速度を所定の目標速度に一致させるためのトルク補正信号を生成する速度制御器 ( 例えば、後述の速度制御器 9 5 ) をさらに備え、前記合算部は前記走行抵抗指令信号と前記電気慣性指令信号と前記トルク補正信号とを合わせたものを前記トルク制御器へのトルク指令信号とすることが好ましい。

## 【 0 0 1 1 】

( 4 ) この場合、前記ダイナモメータシステムは、前記ダイナモメータの速度を検出する速度検出装置 ( 例えば、後述のエンコーダ 2 9 ) を備え、前記コントローラは、前記速度検出装置の検出信号と所定の速度指令信号との偏差を無くするような制御信号を生成する速度制御器 ( 例えば、後述の速度制御器 5 B ) と、前記速度制御器に対する速度指令信号を生成する指令生成装置 ( 例えば、後述の指令生成装置 9 B ) と、を備え、前記指令生成装置は、前記速度検出装置の検出信号に基づいて走行抵抗指令信号を生成する走行抵抗設定部 ( 例えば、後述の走行抵抗設定部 9 1 ) と、前記速度検出装置の検出信号及び前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号に基づいて前記ダイナモメータに加わる駆動力相当する外乱トルク信号を生成する駆動力オブザーバ ( 例えば、後述の駆動力オブザーバ 9 2 ) と、前記外乱トルク信号から前記走行抵抗指令信号を減算したものを積分することによって前記速度指令信号を生成する積分器 ( 例えば、後述の積分器 9 8 B ) と、を備える

40

50

ことが好ましい。

【0012】

(5) この場合、前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号と所定のトルク指令信号との偏差を無くすような制御信号を生成するトルク制御器（例えば、後述のトルク制御器5）を備えることが好ましい。

【0013】

(6) この場合、前記ダイナモメータシステムは、前記ダイナモメータの軸の速度を検出する速度検出装置を備え、前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号に基づいて生成した速度指令信号と、前記速度検出装置の検出信号との偏差を無くすような制御信号を生成する速度制御器（例えば、後述の速度制御器5B）を備えることが好ましい。

10

【0014】

(7) この場合、前記ダイナモメータシステムは、前記ダイナモメータの軸の位置を検出する位置検出装置を備え、前記コントローラは、前記補正回路を経た前記ロードセルの検出信号に基づいて生成した位置指令信号と、前記位置検出装置の検出信号との偏差を無くすような制御信号を生成する位置制御器を備えることが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

(1) 本発明では、揺動式のダイナモメータを備えたシステムにおいて、揺動子の固有振動を抑制するための固有振動抑制回路と、ロードセルの検出信号から交流成分を除く補正回路とを設ける。そして本発明では、コントローラによるダイナモメータの制御をメジャーループとし、固有振動抑制回路による固有振動抑制制御をマイナーループとし、マイナーループの制御には補正回路を経ていないロードセルの検出信号を用い、メジャーループの制御には補正回路を経て交流成分が除かれたロードセルの検出信号を用いる。これにより、揺動子の固有振動とこの固有振動とは別のトルク脈動との両方の影響を低減した制御を実現できるため、ダイナモメータシステムによる試験の計測精度を向上できる。

20

【0016】

(2) 本発明では、トルク制御器によるトルク制御をメジャーループとし、固有振動抑制回路による固有振動抑制制御をマイナーループとする。そして、上述のように固有振動抑制制御には補正回路を経ていないロードセルの検出信号を用い、トルク制御には補正回路を経たロードセルの検出信号と、この補正回路を経たロードセルの検出信号を用いて算出されたトルク指令信号とを用いる。これにより、揺動子の固有振動とトルク脈動との両方の影響を低減し、高応答かつ安定した電気慣性制御が可能となる。

30

【0017】

(3) 本発明では、速度検出装置の検出信号と走行抵抗指令信号と補正回路を経たロードセルの検出信号とに基づいてダイナモメータの速度を所定の目標速度に一致させるためのトルク補正信号を生成し、これを用いてトルク制御器へのトルク指令信号を生成する。これにより、揺動子の固有振動とこの固有振動とは別のトルク脈動との両方の影響を低減し、高応答かつ安定した電気慣性制御が可能となる。

【0018】

(4) 本発明によれば、(2)と同様に揺動子の固有振動とトルク脈動との両方の影響を低減し、高応答かつ安定した電気慣性制御が可能となる。

40

【0019】

(5) 本発明では、トルク制御器によるトルク制御をメジャーループとし、固有振動抑制回路による固有振動抑制制御をマイナーループとする。そして、固有振動抑制制御には補正回路を経ていないロードセルの検出信号を用い、トルク制御には補正回路を経たロードセルの検出信号を用いる。これにより、揺動子の固有振動とトルク脈動との両方の影響を抑制した制御が可能となる。

【0020】

(6) 本発明によれば、速度制御器による速度制御をメジャーループとしたシステムに

50

において、上記（５）の発明と同等の効果を奏する。

【００２１】

（７）本発明によれば、位置制御器による位置制御をメジャーループとしたシステムにおいて、上記（５）の発明と同等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【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】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】実施例２の制御装置の構成を示すブロック図である。

【図４】従来の制御装置による電気慣性制御の結果を示す図である。

【図５】実施例２の制御装置による電気慣性制御の結果を示す図である。

【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。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

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、揺動式ダイナモメータシステム１の構成を示す図である。

揺動式ダイナモメータシステム１は、揺動式のダイナモメータ２と、ダイナモメータ２に電力を供給するインバータ３と、ダイナモメータ２を制御する制御装置４と、を備える。

【００２４】

ダイナモメータ２は、円筒状のステータ２１と、このステータ２１内に回転可能に支持されたロータ２２と、ステータ２１で構成される揺動子２３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DESTAL２５と、ロータ２２と同軸で回転するローラ２７と、ステータ２１に発生するトルクを検出する荷重検出器としてのロードセル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】

ロータ２２には、試験対象である供試体（図示せず）が接続される。ステータ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２の出力トルク）を検出し、検出値に略比例した信号を制御装置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の加速度を検出し、検出値に略比例した信号を制御装置４に送信する。

【００２７】

エンコーダ２９は、ロータ２２の回転に応じてパルス信号を発生し、制御装置４に送信する。ロータ２２の角速度（速度）及び角度（位置）は、このエンコーダ２９からのパルス信号に基づいて、制御装置４によって算出される。なお以下では、エンコーダ２９のパルス信号に基づいて生成される角速度に比例した信号を速度検出信号といい、角度に比例した信号を位置検出信号という。

【００２８】

ローラ２７には、ダイナモメータシステム１による試験対象としての車両の駆動輪（図示せず）が載置される。制御装置４は、以下で説明するような制御回路を用いることによって、ローラ２７に載置された車両に実車と等価な慣性を負荷し、実路走行を模擬しながら、その排ガス試験や燃費試験などの各種試験を行う。

【００２９】

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、実施例ごとに説明する。

【実施例 1】

【0030】

図 2 は、実施例 1 のダイナモメータシステムの制御装置 4 の構成を示すブロック図である。図 2 において、制御対象 P は、図 1 を参照して説明したインバータ、ダイナモメータ、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、ダイナモメータのトルクを制御するための制御信号を生成するトルク制御器 5 と、トルク制御器 5 の制御信号を補正する補正信号を生成する固有振動抑制回路 6 と、ロードセルの検出信号（以下、「ロードセルトルク信号」という）を補正する補正回路 7 と、減算部 8 と、を備える。

10

【0031】

トルク制御器 5 は、後述の補正回路 7 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信号と、図示しない処理によって定められたトルク指令信号との偏差を無くするような制御信号を、既知のフィードバックアルゴリズムに基づいて生成する。減算部 8 は、トルク制御器 5 によって生成された制御信号から固有振動抑制回路 6 によって生成された補正信号を減算し、インバータへの制御信号を生成する。

【0032】

固有振動抑制回路 6 は、インバータへの制御信号と後述の補正回路 7 を経ていないロードセルトルク信号とに基づいて、揺動子の固有振動が抑制されるようにトルク制御器 5 の制御信号を補正する補正信号を生成する。より具体的には、固有振動抑制回路 6 は、所定のダンピング係数及び揺動子の固有振動数によって特徴付けられた演算式を用いることによってロードセルの近似信号を生成し、この近似信号を所定の無駄時間だけ遅らせた信号とロードセルトルク信号との偏差が最小になるように補正信号を生成する。なお、このような機能を有する補正信号を生成するための具体的な構成については、例えば本願出願人による特開 2013-246152 号公報に記載されているので、ここでは詳細な説明を省略する。

20

【0033】

補正回路 7 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く直流成分除去部 71 と、この直流成分除去部 71 を経た加速度センサの検出信号のロードセルトルク信号に対する位相を 180 度反転させる位相反転部 72 と、この位相反転部 72 を経た信号に所定の係数を乗算しトルク信号に変換するトルク変換部 73 と、ロードセルトルク信号にトルク変換部 73 を経た信号を加算することにより、ロードセルトルク信号からトルク脈動成分を除去する加算部 74 と、加算部 74 を経たロードセルトルク信号から高調波のノイズを除去するローパスフィルタ 75 と、を備える。

30

【0034】

本実施例の制御装置 4 によれば、以下の効果を奏する。

本実施例の制御装置 4 では、図 2 に示すように、マイナーループを構成する固有振動抑制回路 6 には補正回路 7 を経ていないロードセルトルク信号を入力し、かたやメジャーループを構成するトルク制御器 5 には補正回路 7 を経ておりトルク脈動や高調波ノイズが除かれたロードセルトルク信号を入力する。これにより、揺動子の固有振動とこの固有振動とは別のトルク脈動との両方の影響を低減した制御を実現できるため、ダイナモメータシステムによる試験の計測精度を向上できる。

40

【実施例 2】

【0035】

図 3 は、実施例 2 のダイナモメータシステムの制御装置 4 A の構成を示すブロック図である。本実施例の制御装置 4 A は、指令生成装置 9 A と、フィードフォワード制御器 10 A とをさらに備える点が上記実施例 1 の制御装置 4（図 2 参照）と異なる。また実施例 2 の制御装置 4 A は、エンコーダの検出信号をさらに用いる点が上記実施例 1 の制御装置 4 と異なる。以下では、実施例 1 の制御装置 4 と同じ構成については同じ符号を付し、その説明を省略する。

50



## 【 0 0 3 6 】

指令生成装置 9 A は、走行抵抗設定部 9 1 と、駆動力オブザーバ 9 2 と、減算部 9 3 と、電気慣性比率設定部 9 4 と、速度制御器 9 5 と、加算部 9 6 と、を備える。指令生成装置 9 A は、走行抵抗設定部 9 1 によって生成された走行抵抗指令信号と、電気慣性比率設定部 9 4 によって生成された電気慣性指令信号と、速度制御器 9 5 によって生成された補正信号との 3 つの信号を加算部 9 6 によって合わせることによってトルク制御器 5 へのトルク指令信号を生成する。

## 【 0 0 3 7 】

走行抵抗設定部 9 1 は、所定の走行抵抗テーブルを検索することによって、エンコーダによる速度検出信号に応じた走行抵抗指令信号を生成する。この走行抵抗指令信号は、走行中の車両が路面及び大気から受ける抵抗に相当する信号である。この走行抵抗テーブルは、実車による試験を行うことによって定められたものが用いられる。

## 【 0 0 3 8 】

駆動力オブザーバ 9 2 は、補正回路 7 を経たロードセルトルク信号とエンコーダによる速度検出信号とに基づいてダイナモメータに加わる駆動力に相当する外乱トルク信号を生成する。より具体的には、駆動力オブザーバ 9 2 は、速度検出信号を微分したものに所定の固定慣性質量の値を乗じて得られる信号と、補正回路 7 を経たロードセルトルク信号とを合わせることによって外乱トルク信号を生成する。ここで固定慣性質量とは、ダイナモメータシステム固有の慣性質量をいい、ローラ上で走行する車両に自動的に付加される固定慣性分に相当する。

## 【 0 0 3 9 】

減算部 9 3 は、駆動力オブザーバ 9 2 によって生成された外乱トルク信号から走行抵抗設定部 9 1 によって生成された走行抵抗指令信号を減算する。電気慣性比率設定部 9 4 は、減算部 9 3 によって生成された信号に、所定の電気慣性質量の値と所定の設定慣性質量の値との比（電気慣性質量値 / 設定慣性質量値）を乗算することにより電気慣性指令信号を生成する。ここで、設定慣性質量とは、試験対象となる車両の重量に応じて定められる慣性質量である。下記式に示すように、設定慣性質量は、固定慣性質量及び電気慣性質量を合わせたもので定義される。

設定慣性質量 = 固定慣性質量 + 電気慣性質量

## 【 0 0 4 0 】

速度制御器 9 5 は、所定の目標速度と速度検出信号に基づいて得られる実速度との差が 0 となるようにトルク指令信号を補正するための補正信号を生成する。ここで、目標速度は、エンコーダからの速度検出信号と、走行抵抗設定部 9 1 による走行抵抗指令信号と、補正回路 7 を経たロードセルトルク信号とに基づいて算出される。

## 【 0 0 4 1 】

フィードフォワード制御器 10 A は、所定の演算を行うことによってトルク指令信号に応じたフィードフォワード信号を生成する。減算部 8 A は、トルク制御器 5 によって生成された制御信号とフィードフォワード制御器 10 A によって生成されたフィードフォワード信号とを合わせた信号から固有振動抑制回路 6 によって生成された補正信号を減算することによって、インバータへの制御信号を生成する。

## 【 0 0 4 2 】

本実施例の制御装置 4 A が奏する効果について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。

図 4 は、従来の制御装置による電気慣性制御の結果を示す図であり、図 5 は本実施例の制御装置による電気慣性制御の結果を示す図である。ここで従来の制御装置とは、図 3 の制御装置から固有振動抑制回路 6 を除いたものに相当する。また、図 4 及び図 5 には、ローラに載置された車両を一定の加速度の下で加速させたときにおける車速、ロードセルトルク信号、及び車速偏差の変化を示す。ここで車速には、エンコーダによる速度検出信号を車両の速度に換算したものをを用いた。また、車速偏差は、速度検出信号と目標速度との偏差を車両の速度に換算したものをを用いた。

## 【 0 0 4 3 】

図４と図５を比較して明らかなように、固有振動抑制制御を伴わない従来の制御装置では、ロードセルトルク信号に揺動子の固有振動が現れる。また従来の制御装置では、車両の加速を開始してから車速偏差が収束するまでにかかる時間も長い。これに対し、固有振動抑制回路による固有振動抑制制御には補正回路を経っていないロードセルトルク信号を用い、トルク制御器によるトルク制御には補正回路を経たロードセルトルク信号を用いた本実施例の制御装置によれば、ロードセルトルク信号に表れていた揺動子の固有振動が抑制され、さらに車速の立ち上がりにおけるダイナモメータの応答も向上した。

【実施例３】

【００４４】

図６は、実施例３のダイナモメータシステムの制御装置４Ｂの構成を示すブロック図である。本実施例の制御装置４Ｂは、インバータへ入力する制御信号を速度制御器５Ｂによって生成する点が実施例２の制御装置４Ａ（図３参照）と異なる。以下では、実施例２の制御装置４Ａと同じ構成については同じ符号を付し、その説明を省略する。

10

【００４５】

速度制御器５Ｂは、補正回路７を経たロードセルトルク信号に基づいて後述の指令生成装置９Ｂによって生成された速度指令信号と、エンコーダによる速度検出信号との偏差を無くすような制御信号を、既知のフィードバックアルゴリズムに基づいて生成する。

【００４６】

指令生成装置９Ｂは、走行抵抗設定部９１と、駆動力オブザーバ９２と、減算部９３と、電気慣性比率設定部９４と、加算部９６と、設定慣性除算部９７Ｂと、積分器９８Ｂとを備える。この指令生成装置９Ｂのうち、走行抵抗設定部９１、駆動力オブザーバ９２、減算部９３、電気慣性比率設定部９４、及び加算部９６の構成については実施例２の制御装置４Ａと同じであるので説明を省略する。

20

【００４７】

設定慣性除算部９７Ｂは、駆動力オブザーバ９２によって生成された外乱トルク信号から走行抵抗指令信号を減算したものを設定慣性質量の値で除算することにより、加速度の次元を有する信号を生成する。積分器９８Ｂは、設定慣性除算部９７Ｂによって生成された信号を積分することによって、速度の次元を有する信号を生成し、これを速度制御器５Ｂに対する速度指令信号とする。

【００４８】

30

本実施例の制御装置４Ｂによれば、実施例２の制御装置４Ａと同様に、揺動子の固有振動とトルク脈動との両方の影響を低減し、高応答かつ安定した電気慣性制御を行うことができる。

【００４９】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限るものではない。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。

【００５０】

例えば、上記実施例では、揺動式のダイナモメータを備えた試験システムの中でもローラを備えた所謂シャシダイナモメータシステムに本発明を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。本発明は、揺動式のダイナモメータを備えるものであればエンジンダイナモメータシステムやパワートレインシステム等の試験システムであっても適用できる。

40

【００５１】

例えば、上記実施例では、トルク制御器によるトルク制御（実施例１，２参照）又は速度制御器による速度制御（実施例３参照）をメジャーループとし、固有振動抑制回路による固有振動抑制制御をマイナーループとした場合について説明したが、本発明はこれらに限らない。例えば、位置制御器による位置制御をメジャーループとした制御装置に対しても本発明を適用することができる。この場合、マイナーループを構成する固有振動抑制回路には補正回路を経っていないロードセルトルク信号を入力し、メジャーループを構成する位置制御器には、補正回路を経たロードセルトルク信号に基づいて生成した位置指令信号

50

を入力する。そして位置制御器では、上記位置指令信号とエンコーダによる位置検出信号との偏差を無くすような制御信号を生成するようにしてもよい。

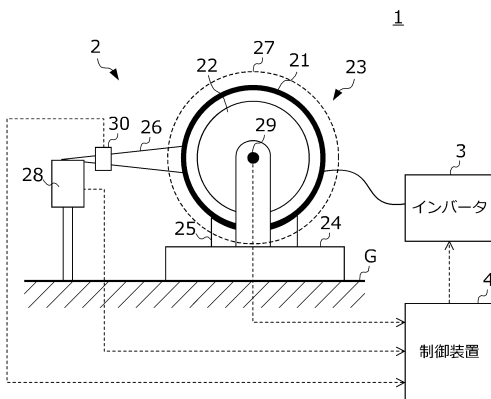
【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

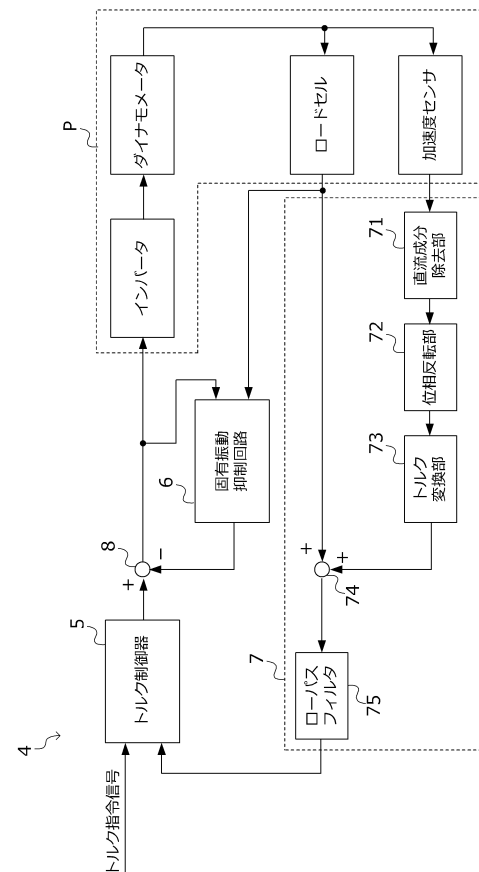
1 ... ダイナモメータシステム、2 ... ダイナモメータ、23 ... 揺動子、26 ... トルクアーム、28 ... ロードセル、29 ... エンコーダ（速度検出装置、位置検出装置）、3 ... インバータ、30 ... 加速度センサ、4, 4A, 4B ... 制御装置、5 ... トルク制御器（コントローラ）、5B ... 速度制御器（コントローラ）、6 ... 固有振動抑制回路、7 ... 補正回路、9A, 9B ... 指令生成装置（コントローラ）、91 ... 走行抵抗設定部、92 ... 駆動力オブザーバ（電気慣性指令演算部）、93 ... 減算部（電気慣性指令演算部）、94 ... 電気慣性比率設定部（電気慣性指令演算部）、96 ... 加算部（合算部）、98B ... 積分器

10

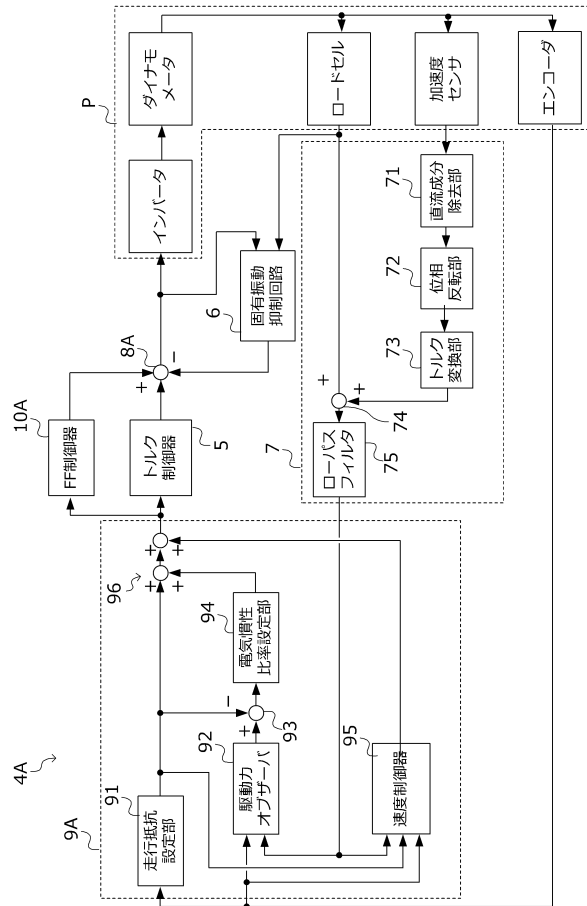
【図 1】



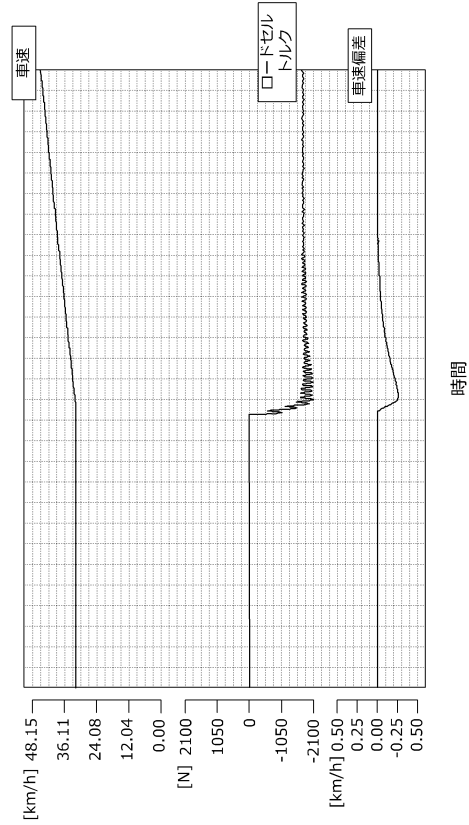
【図 2】



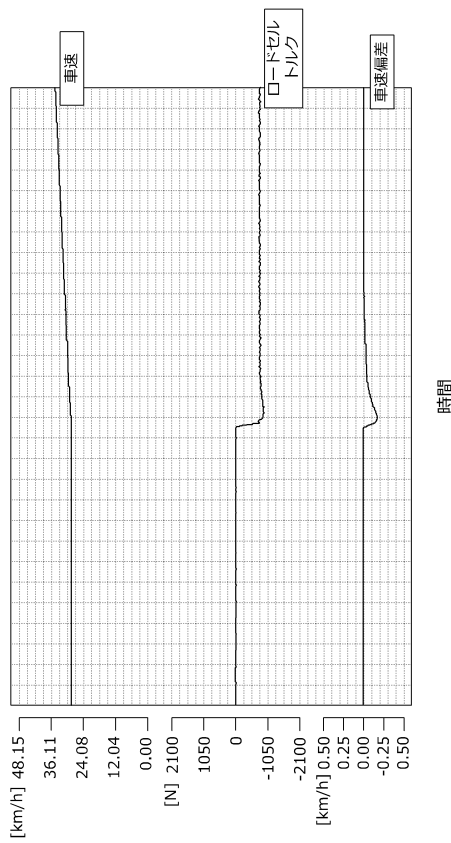
【図 3】



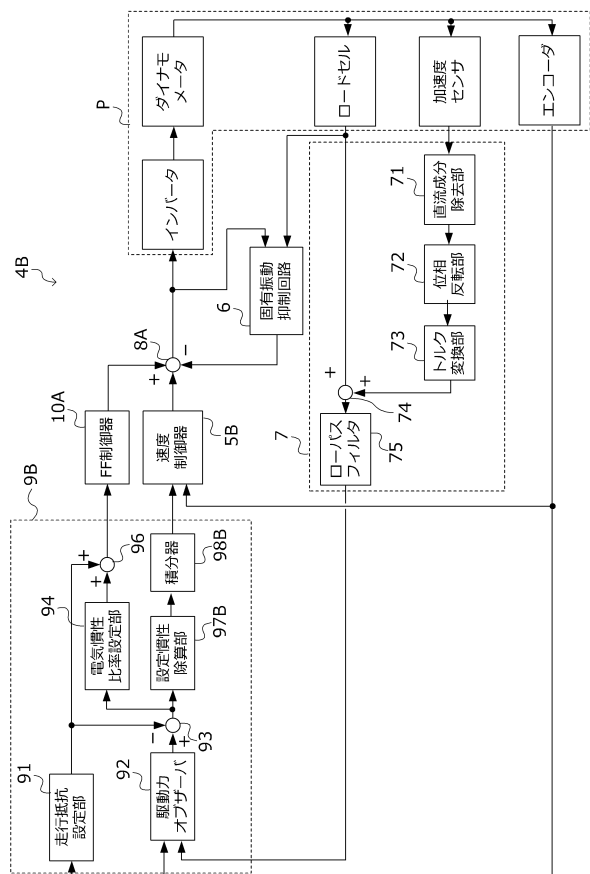
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鬼塚 裕介  
東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内

審査官 萩田 裕介

(56)参考文献 特開2013-246152(JP,A)  
特公昭58-025217(JP,B2)  
特開平03-039632(JP,A)  
特許第5145830(JP,B2)  
特許第4788656(JP,B2)  
特開昭58-090135(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01M 17/00 - 17/10  
G01L 3/16