

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4924584号  
(P4924584)

(45) 発行日 平成24年4月25日 (2012. 4. 25)

(24) 登録日 平成24年2月17日 (2012. 2. 17)

(51) Int. Cl.

F I

B 6 0 L 15/20 (2006. 01)  
H 0 2 P 29/00 (2006. 01)B 6 0 L 15/20 J  
H 0 2 P 5/00 P

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-244625 (P2008-244625)  
 (22) 出願日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)  
 (65) 公開番号 特開2010-81684 (P2010-81684A)  
 (43) 公開日 平成22年4月8日 (2010. 4. 8)  
 審査請求日 平成22年10月1日 (2010. 10. 1)

(73) 特許権者 000003218  
 株式会社豊田自動織機  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (72) 発明者 冢岡 昇一  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
 社 豊田自動織機 内  
 審査官 奥隅 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 産業車両のピッチング抑制装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車体に搭載した走行モータにより駆動輪が駆動されるとともに、前記車体の前部において積荷を搭載する荷役装置が設けられ、前記車体の後部にカウンタウェイトを備えた産業車両のピッチング抑制装置であって、

アクセル操作部材の操作量に応じて前記走行モータを制御する走行モータ制御手段と、前記走行モータの出力軸または前記駆動輪の回転速度に応じた信号を出力する回転速度検出手段と、

前記積荷の重さに基づいてピッチング周波数を推定するピッチング周波数推定手段と、

前記回転速度検出手段からの前記回転速度に応じた信号中の前記ピッチング周波数推定手段により推定されたピッチング周波数成分を抽出して、当該ピッチング周波数成分の大きさを小さくするように前記走行モータを制御するピッチング抑制手段と、を備えたことを特徴とする産業車両のピッチング抑制装置。

【請求項 2】

前記ピッチング周波数推定手段は、前記積荷の重さ、および、少なくとも前記積荷の高さ位置に基づいてピッチング周波数を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の産業車両のピッチング抑制装置。

【請求項 3】

前記ピッチング周波数推定手段は、前記積荷の重さ、および、少なくとも前記荷役装置の傾動角に基づいてピッチング周波数を推定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記

10

20

載の産業車両のピッチング抑制装置。

【請求項 4】

前記アクセル操作部材の操作量に応じた信号がローパスフィルタを介して前記走行モータ制御手段に送られ、

前記ローパスフィルタは、前記ピッチング周波数推定手段により推定されたピッチング周波数によりカットオフ周波数が変更されることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の産業車両のピッチング抑制装置。

【請求項 5】

前記アクセル操作部材の操作量に応じた信号がローパスフィルタを介して前記走行モータ制御手段に送られ、

前記ローパスフィルタは、前記ピッチング抑制手段による前記ピッチング周波数成分の大きさにより減衰傾度を変更されることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の産業車両のピッチング抑制装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、産業車両の進行方向に対する左右軸まわりのモーメントによって起きる運動、すなわち左右を軸として上下に回転する運動であるピッチングを抑制するピッチング抑制装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 においては、電車におけるピッチング抑制について、特定の周波数成分のピッチングを検出し、その成分により走行モータトルクを補償してピッチングを抑制している。特許文献 2 においては、フォークリフトにおいて、車速変動からピッチングを検出し、ピッチング状態にある時には走行モータへの速度指令を固定している。

【特許文献 1】特開 2006 - 238513 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 129459 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

フォークリフトは乗用車のようにサスペンションを持たないため、悪路走行時にばねやダンパの設定によりピッチングを抑制することができない。また、フォークリフトのピッチングは、主にタイヤのたわみにより発生し、積荷とカウンタウエイトのバランスによりその周波数は変化する。

【0004】

特許文献 1 においては、ピッチング検出周波数を固定しているため、カウンタバランス式フォークリフトのように積荷の状態により大きくピッチング周波数が変化する場合、補償しきれなくなる虞がある。特許文献 2 においては、ピッチング状態にあるときには走行モータへの速度指令が固定されるため、ピッチング中にアクセルを戻しても、ピッチング状態が終了するまで減速を開始できない。

【0005】

本発明は、このような背景の下になされたものであり、その目的は、積荷の状態によらずピッチングを抑制することができるとともにアクセル操作に対する応答性を確保することができる産業車両のピッチング抑制装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項 1 に記載の発明では、車体に搭載した走行モータにより駆動輪が駆動されるとともに、前記車体の前部において積荷を搭載する荷役装置が設けられ、前記車体の後部にカウンタウエイトを備えた産業車両のピッチング抑制装置であって、アクセル操作部材の操作量に応じて前記走行モータを制御する走行モータ制御手段と、前記走行モータの出力軸

10

20

30

40

50

または前記駆動輪の回転速度に応じた信号を出力する回転速度検出手段と、前記積荷の重さに基づいてピッチング周波数を推定するピッチング周波数推定手段と、前記回転速度検出手段からの前記回転速度に応じた信号中の前記ピッチング周波数推定手段により推定されたピッチング周波数成分を抽出して、当該ピッチング周波数成分の大きさを小さくするように前記走行モータを制御するピッチング抑制手段と、を備えたことを要旨とする。

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、走行モータ制御手段により、アクセル操作部材の操作量に応じて走行モータが制御される。また、回転速度検出手段から走行モータの出力軸または駆動輪の回転速度に応じた信号が出力される。さらに、ピッチング周波数推定手段により積荷の重さに基づいてピッチング周波数が推定される。そして、ピッチング抑制手段により、回転速度検出手段からの回転速度に応じた信号中のピッチング周波数推定手段により推定されたピッチング周波数成分が抽出されて、当該ピッチング周波数成分の大きさを小さくするように走行モータが制御される。これにより、積荷の状態によらずピッチングが抑制される。また、ピッチング状態にあるときにアクセル操作部材が操作されても走行モータ制御手段により走行モータが制御され、アクセル操作に対する応答性が確保される。

10

【0008】

請求項2に記載のように、請求項1に記載の産業車両のピッチング抑制装置において、前記ピッチング周波数推定手段は、前記積荷の重さ、および、少なくとも前記積荷の高さ位置に基づいてピッチング周波数を推定すると、より積荷の状態によらずピッチングを抑制することができる。

20

【0009】

請求項3に記載のように、請求項1または2に記載の産業車両のピッチング抑制装置において、前記ピッチング周波数推定手段は、前記積荷の重さ、および、少なくとも前記荷役装置の傾動角に基づいてピッチング周波数を推定すると、より積荷の状態によらずピッチングを抑制することができる。

【0010】

請求項4に記載のように、請求項1～3のいずれか1項に記載の産業車両のピッチング抑制装置において、前記アクセル操作部材の操作量に応じた信号がローパスフィルタを介して前記走行モータ制御手段に送られ、前記ローパスフィルタは、前記ピッチング周波数推定手段により推定されたピッチング周波数によりカットオフ周波数が変更されると、ピッチングによる車体振動でのアクセルぶれによる振動増加を防止することができる。

30

【0011】

請求項5に記載のように、請求項1～4のいずれか1項に記載の産業車両のピッチング抑制装置において、前記アクセル操作部材の操作量に応じた信号がローパスフィルタを介して前記走行モータ制御手段に送られ、前記ローパスフィルタは、前記ピッチング抑制手段による前記ピッチング周波数成分の大きさにより減衰傾度を変更されると、アクセル操作部材の操作への追従性の悪化を防止することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、積荷の状態によらずピッチングを抑制できるとともにアクセル操作に対する応答性を確保することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図1には、本実施形態における産業車両としてのフォークリフトの概略側面図を示す。図2には、ピッチング抑制装置を含めた走行モータの制御系のブロック図を示す。

【0014】

図1に示すように、フォークリフト1はバッテリーフォークリフトであって、電動モータにて走行するフォークリフトである。バッテリーフォークリフト1の車体2の前側下部には

50

駆動輪（前輪）３ａが設けられ、車体２の後側下部には操舵輪（後輪）３ｂが設けられている。車体２の前部には荷役装置４が設けられている。

【００１５】

荷役装置４を構成するマスト５は車体２の前部に立設されている。マスト５は車体２に対して前後に傾動可能に支持された左右一対のアウタマスト５ａと、これにスライドして昇降するインナマスト５ｂとからなる。各アウタマスト５ａの後部にはリフトシリンダ６が配設されている。インナマスト５ｂの内側にはフォーク７を備えたリフトブラケット８が昇降可能に支持されている。そして、リフトシリンダ６の伸縮作動によりフォーク７がリフトブラケット８とともに昇降される。そして、荷役装置を構成するフォーク７に、車体２の前部において積荷１８を昇降可能に搭載することができる。

10

【００１６】

左右一対のティルトシリンダ９は、その基端側が車体（車体フレーム）２に対して回動可能に連結されるとともに、先端側がアウタマスト５ａの側面に回動可能に連結されている。マスト５はティルトシリンダ９が伸縮駆動されることで前後に傾動する。

【００１７】

運転室５にはその前側にハンドル１０、リフトレバー１１およびティルトレバー１２が装備されている。リフトレバー１１はフォーク７を昇降させるためのレバーであり、ティルトレバー１２はマスト５を前後方向に傾動させるためのレバーである。運転席の床面にはアクセルペダル１３が設けられ、アクセルペダル１３の操作量（ペダル踏み込み量）に応じた車速にされる。

20

【００１８】

車体２にはバッテリー１４および走行モータ１５が搭載されている。バッテリー１４により走行モータ１５を駆動させ、駆動輪３ａが駆動されるようになっている。詳しくは、走行モータ１５の出力軸が駆動輪３ａの回転軸と減速機を介して連結されており、走行モータ１５の駆動により出力軸が回転するとその回転に伴って駆動輪３ａの回転軸が回転して駆動輪３ａが駆動される。

【００１９】

また、バッテリー１４により荷役用モータ（図示略）が駆動され、この荷役用モータの駆動により油圧ポンプ（図示略）が駆動される。この油圧ポンプの駆動に基づいてリフトシリンダ６やティルトシリンダ９を伸縮動作してフォーク７の上下動やティルト動作を行うことができるようになっている。一方、車体２の後部にはカウンタウェイト１６が設けられている。

30

【００２０】

図２において、アクセル開度センサ２３がフォークリフト１に備えられている。アクセル開度センサ２３はアクセルペダル１３の操作量、即ち、アクセル開度を検出する。アクセル開度センサ２３にはモータ制御部２６が接続され、モータ制御部２６は、アクセル開度センサ２３からの信号によりアクセルペダル１３の操作量を検知する。モータ制御部２６は走行モータ１５のトルクを調整して走行モータ１５に機械的に連結された駆動輪３ａを駆動する。このとき、モータ制御部２６はモータ回転数センサ２７からモータ回転数検出信号を入力して（フィードバックして）、モータ制御部２６はアクセル開度に応じた車速となるように走行モータ１５を制御する。即ち、走行モータ制御手段としてのモータ制御部２６はアクセル操作部材としてのアクセルペダル１３の操作量に応じた走行速度にすべく走行モータ１５を制御する。

40

【００２１】

なお、モータ回転数センサ２７に代わり車速センサを用いてもよい。つまり、走行モータ１５の出力軸と駆動輪３ａの回転軸とは減速機を介して連結されているので、モータ回転数センサ２７により走行モータ１５の出力軸の回転速度を検出する代わりに駆動輪３ａの回転速度（車速）を検出してもよい。

【００２２】

また、揚高センサ２０と荷重センサ２１とティルト角センサ２２がフォークリフト１に

50

備えられている。揚高センサ 20 はフォーク 7 の揚高  $H$ 、即ち、積荷 18 の高さ位置を検出する。荷重センサ 21 は積荷 18 の重さ（荷重  $F$ ）を検出する。具体的には、リフトシリンダ 6 のボトム室の油圧を検出することにより積荷 18 の重さ（荷重  $F$ ）を検出する。ティルト角センサ 22 は荷役装置を構成するマスト 5 の傾動角、即ち、ティルト角  $\theta$  を検出する。具体的には、ティルトシリンダ 9 の車体 2 に対する回動角を検出することによりティルト角  $\theta$  を検出する。

#### 【0023】

揚高センサ 20、荷重センサ 21、ティルト角センサ 22 にはピッチング周波数推定部 24 が接続されている。ピッチング周波数推定部 24 は、揚高センサ 20 からの信号によりフォーク 7 の揚高  $H$ （積荷 18 の高さ位置）を検知するとともに、荷重センサ 21 からの信号により荷重  $F$ （積荷 18 の重さ）を検知し、さらに、ティルト角センサ 22 からの信号によりティルト角  $\theta$  を検知する。ピッチング周波数推定部 24 は、ピッチング周波数  $f_p$  を推定する。

10

#### 【0024】

ピッチング周波数推定部 24 にはピッチング検出部 25 が接続され、ピッチング検出部 25 にはピッチング周波数推定部 24 により推定されたピッチング周波数  $f_p$  が送られる。また、ピッチング検出部 25 にはモータ回転数センサ 27 が接続され、モータ回転数センサ 27 の出力信号（モータ回転数検出信号）を入力する。そして、ピッチング検出部 25 は、モータ回転数検出信号中のピッチング周波数推定部 24 により推定されたピッチング周波数  $f_p$  の成分の強度（大きさ） $G_p$  を検出する。

20

#### 【0025】

ピッチング検出部 25 にはモータ制御部 26 が接続されている。モータ制御部 26 は、 $G_p$  値を小さくすべく走行モータ 15 のトルクを制御（モータの通電電流の制御等）してピッチングを抑制する。

#### 【0026】

次に、フォークリフトのピッチング抑制装置の作用を説明する。

乗員がアクセルペダル 13 を操作すると、その操作量、即ち、アクセル開度  $\alpha$  がアクセル開度センサ 23 により検出される。アクセル開度センサ 23 からアクセル開度検出信号がモータ制御部 26 に要求車速として送られる。モータ制御部 26 は、アクセル開度センサ 23 からのアクセル開度検出信号に基づいて走行モータ 15 を制御する。また、モータ制御部 26 は、モータ回転数センサ 27 からのモータ回転数検出信号を入力しており、アクセル開度に応じた要求車速となるように走行モータ 15 を制御する（要求車速となるように走行モータ 15 のトルクを制御する）。

30

#### 【0027】

一方、ピッチング周波数推定部 24 は、各センサ 20、21、22 による積荷 18 の状態（揚高  $H$ 、荷重  $F$ 、ティルト角  $\theta$ ）より、予め求めておいた演算式を用いてピッチング周波数  $f_p$  を推定する。詳しくは、揚高  $H$  については、揚高  $H$  が大きいとピッチング周波数  $f_p$  が低く設定される。また、荷重  $F$  については、荷重  $F$  が大きいとピッチング周波数  $f_p$  が低く設定される。さらに、ティルト角  $\theta$  については、後方にティルト角  $\theta$  が大きく重心までの距離が小さいとピッチング周波数  $f_p$  が高く設定され、前方にティルト角  $\theta$  が大きく重心までの距離が大きいとピッチング周波数  $f_p$  が低く設定される。具体的には、推定したピッチング周波数とは、例えば、数  $H_z$  である。

40

#### 【0028】

これにより、検出するピッチング周波数を可変にするとともに、積荷 18 の状態（揚高  $H$ 、荷重  $F$ 、ティルト角  $\theta$ ）に応じたピッチング周波数を決定することができる。

なお、揚高  $H$ 、荷重  $F$ 、傾動角（ティルト角  $\theta$ ）の 3 要素により、ピッチング周波数を推定したが、必ずしも揚高  $H$ 、荷重  $F$ 、傾動角の 3 要素が必要ではなく、産業車両の種類等により、荷重  $F$  のみを要素としたり、荷重  $F$  と揚高  $H$  を要素としたり、荷重  $F$  と傾動角を要素とすることも可能である。

#### 【0029】

50

ピッチング検出部 25 は、モータ回転数センサ 27 による図 3 に示す回転速度検出信号中の図 4 に示す推定ピッチング周波数  $f_p$  での成分を抽出してその強度（大きさ） $G_p$  を算出する。即ち、回転速度信号に対しフィルタリング処理にて所定周波数成分だけ抽出して、当該周波数成分の大きさを算出する。詳しくは、推定したピッチング周波数  $f_p$  を中心とした成分を抽出して（切り出して）その大きさを算出する。

【0030】

モータ制御部 26 は、ピッチング検出部 25 からの信号で走行モータ 15 のトルクを調整し、ピッチングを抑制する。即ち、推定ピッチング周波数  $f_p$  での成分の強度（大きさ） $G_p$  がゼロになるように走行モータ 15 のトルクを調整する。

【0031】

また、ピッチング状態にあるときにアクセルペダル 13 が操作されると、モータ制御部 26 は、アクセル開度センサ 23 からの信号によりアクセル操作量に応じた走行速度にすべく走行モータ 15 を制御する。よって、ピッチング状態にあるときにアクセルペダル 13 が操作されてもモータ制御部 26 により走行モータ 15 が制御され、アクセル操作に対する応答性が確保される。

【0032】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

（１）フォークリフトのピッチング抑制装置は、モータ制御部 26 と、回転速度検出手段としてのモータ回転数センサ 27 と、ピッチング周波数推定部 24 と、ピッチング検出部 25 とを備え、モータ回転数センサ 27 は走行モータ 15 の出力軸（または駆動輪 3a）の回転速度に応じた信号を出力する。走行モータ制御手段としてのモータ制御部 26 はアクセルペダル 13 の操作量に応じた走行速度にすべく走行モータ 15 を制御する。一方、ピッチング周波数推定手段としてのピッチング周波数推定部 24 は、荷重センサ 21 により検出された積荷 18 の重さ（荷重  $F$ ）に基づいてピッチング周波数  $f_p$  を推定し、ピッチング抑制手段としてのピッチング検出部 25 およびモータ制御部 26 は、モータ回転数センサ 27 からの回転速度に応じた信号中の推定ピッチング周波数成分を抽出して、当該ピッチング周波数成分の大きさを小さくするように走行モータ 15 を制御する。よって、積荷 18 の状態によらずピッチングを抑制することができるとともにアクセル操作に対する応答性を確保することができる。

【0033】

（２）ピッチング周波数推定部 24 は、積荷 18 の重さ、および、少なくとも積荷 18 の高さ位置に基づいてピッチング周波数  $f_p$  を推定するので、より積荷の状態によらずピッチングを抑制することができる。

【0034】

（３）ピッチング周波数推定部 24 は、積荷 18 の重さ、および、少なくともティルト角、即ち荷役装置 4 を構成するマスト 5 の傾動角に基づいてピッチング周波数  $f_p$  を推定するので、より積荷の状態によらずピッチングを抑制することができる。

【0035】

なお、本実施形態は以下のように変更してもよい。

・図 5 に示すように、アクセル開度センサ 23 の出力信号（アクセル操作部材の操作量に応じた信号）がローパスフィルタ 30 を介してモータ制御部 26 に送られる。ローパスフィルタ 30 は、図 6 に示すように、カットオフ周波数  $f_c$  が可変であるとともに、減衰傾度が可変である。そして、ローパスフィルタ 30 は、ピッチング周波数推定部 24 により推定されたピッチング周波数  $f_p$  によりカットオフ周波数  $f_c$  が変更される。即ち、推定されたピッチング周波数  $f_p$  を、ローパスフィルタ 30 のカットオフ周波数  $f_c$  またはその近傍に設定する。これにより、ピッチング周波数  $f_p$  以下の周波数成分のみが要求車速となり、ピッチングによる車体振動でのアクセルぶれによる振動増加を防止することができる。即ち、ピッチングによる振動が運転者に伝わり、アクセルペダル 13 が動いて、さらに振動が悪化することを防止することができる。

【0036】

10

20

30

40

50

また、ローパスフィルタ 30 は、ピッチング検出部 25 によるピッチング周波数成分の強度（大きさ） $G_p$  により減衰傾度を変更される。具体的には、平坦路の走行時においてはピッチングが生じる可能性は少ないので、ローパスフィルタ 30 をかける必要はない。そのため、ピッチング周波数成分の大きさ（強度  $G_p$ ）が小さい場合には、減衰傾度を小さくしてフィルタ 30 の効きを弱くすることにより、アクセルペダル 13 の操作への追従性の悪化を防止することができる。

【0037】

以上のように、アクセル入力に対し、ピッチング周波数  $f_p$  等に応じた適切なフィルタ処理を施すことにより、アクセルに対する車両応答を悪化させることなく、車両振動のアクセルへの影響を低減できる。

10

【0038】

・アクセル操作部材としてアクセルペダル 13 を用いたが、これに限ることなく、他にも例えばレバー等であってもよい。

・ハイブリッド式フォークリフト、即ち、エンジンと走行モータ 15 を備えたフォークリフトに適用してもよく、要は、電動モータの回転力にて駆動輪を回転駆動して走行するカウンタバランス式産業車両に適用することができる。

【0039】

・アクセルペダル 13 の操作量に応じた走行速度にすべく走行モータ 15 を制御する構成を採用したが、これに限ることなく、例えばアクセルペダル 13 の操作量に応じたモータ出力となるように走行モータを制御する構成を採用してもよい。要は、走行モータ制御手段は、アクセル操作部材の操作量に応じて走行モータを制御するものであればよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本実施形態におけるフォークリフトの概略側面図。

【図 2】ピッチング抑制装置を含めた走行モータの制御系のブロック図。

【図 3】モータ回転数センサの出力を示す波形図。

【図 4】モータ回転数センサの出力波形中の周波数に対する強度を示す図。

【図 5】別例における走行モータの制御系の回路図。

【図 6】フィルタの特性図。

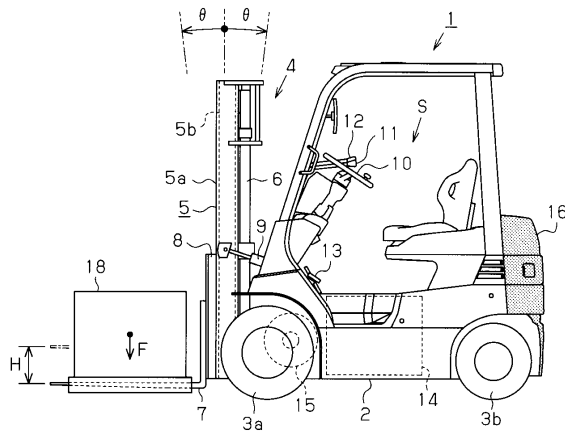
【符号の説明】

30

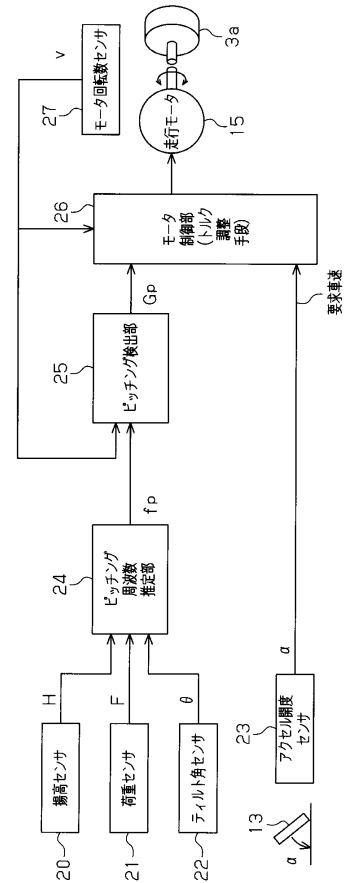
【0041】

2 ... 車体、3 a ... 駆動輪、5 ... マスト、7 ... フォーク、13 ... アクセルペダル、15 ... 走行モータ、16 ... カウンタウェイト、20 ... 揚高センサ、21 ... 荷重センサ、22 ... ティルト角センサ、23 ... アクセル開度センサ、24 ... ピッチング周波数推定部、25 ... ピッチング検出部、26 ... モータ制御部、27 ... モータ回転数センサ、30 ... ローパスフィルタ。

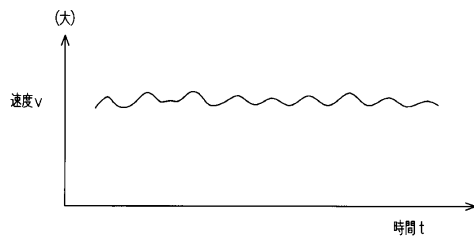
【図 1】



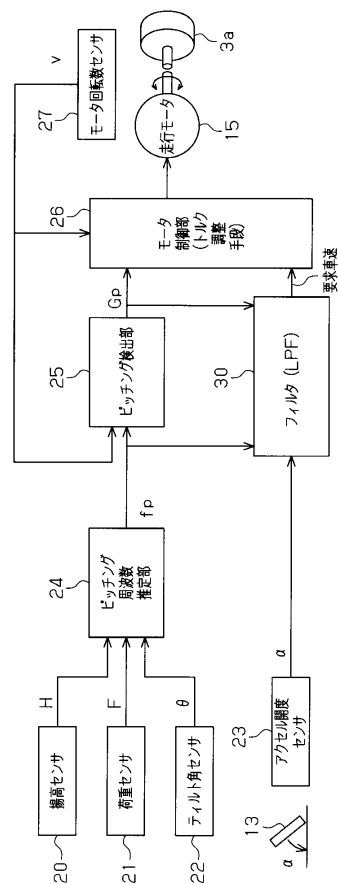
【図 2】



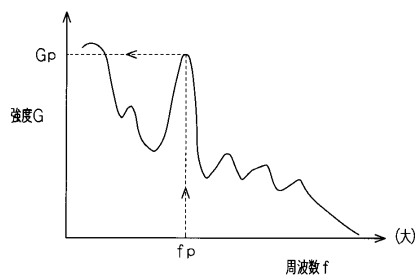
【図 3】



【図 5】

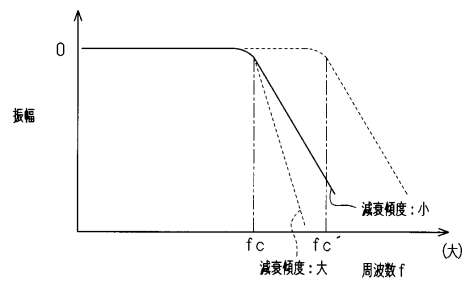


【図 4】





【図 6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-129459(JP,A)  
特開2007-110879(JP,A)  
特開2007-008422(JP,A)  
特開平03-284461(JP,A)  
特開2000-264597(JP,A)  
特開2005-168260(JP,A)  
特開2005-168152(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 15/42  
H02P 29/00