

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5888546号
(P5888546)

(45) 発行日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 2 D 6/00 (2006. 01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D 5/07 (2006. 01)	B 6 2 D 5/07 B
B 6 2 D 101/00 (2006. 01)	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D 117/00 (2006. 01)	B 6 2 D 117:00
B 6 2 D 119/00 (2006. 01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-173959 (P2011-173959)
 (22) 出願日 平成23年8月9日 (2011. 8. 9)
 (65) 公開番号 特開2013-35447 (P2013-35447A)
 (43) 公開日 平成25年2月21日 (2013. 2. 21)
 審査請求日 平成26年7月22日 (2014. 7. 22)

(73) 特許権者 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100087701
 弁理士 稲岡 耕作
 (74) 代理人 100101328
 弁理士 川崎 実夫
 (74) 代理人 100086391
 弁理士 香山 秀幸
 (72) 発明者 酒巻 正彦
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内
 審査官 神田 泰貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油圧式パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両のステアリング機構に結合されたパワーシリンダに、操舵部材に機械的に連結されていない油圧制御バルブを介して、油圧ポンプからの作動油を供給することによって、操舵力を補助する油圧式パワーステアリング装置であって、

前記油圧制御バルブの開度を制御するためのバルブ駆動用モータと、

前記油圧ポンプを駆動するためのポンプ駆動用モータと、

前記油圧制御バルブの開度の指令値である開度指令値を設定する開度指令値設定手段と

、
 前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値に基づいて、前記バルブ駆動用モータを駆動制御する手段と、

操舵角速度に基づいて、前記油圧ポンプの回転数の指令値である回転数指令値を設定する回転数指令値設定手段と、

前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値の変化量に基づいて、前記回転数指令値設定手段によって設定される回転数指令値を補正する回転数指令値補正手段と、

前記回転数指令値補正手段による補正後の回転数指令値に基づいて、前記ポンプ駆動用モータを回転数フィードバック制御する手段とを含み、

前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を低下させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が減少する方向に変化するときには、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定

された回転数指令値を増加補正する手段を含む、油圧式パワーステアリング装置。

【請求項 2】

前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を上昇させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が増加する方向に変化するときは、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値を減少補正する手段をさらに含む、請求項 1 に記載の油圧式パワーステアリング装置。

【請求項 3】

車両のステアリング機構に結合されたパワーシリンダに、操舵部材に機械的に連結されていない油圧制御バルブを介して、油圧ポンプからの作動油を供給することによって、操舵力を補助する油圧式パワーステアリング装置であって、

前記油圧制御バルブの開度を制御するためのバルブ駆動用モータと、

前記油圧ポンプを駆動するためのポンプ駆動用モータと、

前記油圧制御バルブの開度の指令値である開度指令値を設定する開度指令値設定手段と

、
前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値に基づいて、前記バルブ駆動用モータを駆動制御する手段と、

操舵角速度に基づいて、前記油圧ポンプの回転数の指令値である回転数指令値を設定する回転数指令値設定手段と、

前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値の変化量に基づいて、前記回転数指令値設定手段によって設定される回転数指令値を補正する回転数指令値補正手段と、

前記回転数指令値補正手段による補正後の回転数指令値に基づいて、前記ポンプ駆動用モータを回転数フィードバック制御する手段とを含み、

前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を上昇させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が増加する方向に変化するときは、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値を減少補正する手段を含む、油圧式パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、油圧式パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両のステアリング機構に結合されたパワーシリンダに、油圧ポンプからの作動油を、油圧制御バルブを介して供給することによって、操舵力を補助する油圧式パワーステアリング装置が従来から知られている。一般的な油圧式パワーステアリング装置では、油圧制御バルブは、ステアリングホイール等の操舵部材にステアリングシャフトを介して機械的に連結されており、操舵部材の操作に応じて油圧制御バルブの開度が調節される。

【0003】

油圧式パワーステアリング装置として、油圧制御バルブを操舵部材に機械的に連結せずに、電動モータ（バルブ駆動用モータ）によって油圧制御バルブの開度を制御するものが開発されている。このような油圧式パワーステアリング装置では、例えば操舵トルクおよび車速から油圧制御バルブの開度指令値が演算され、開度指令値に基づいてバルブ駆動用モータが駆動制御される。なお、油圧ポンプを駆動するための電動モータ（ポンプ駆動用モータ）は、操舵角速度から演算されたポンプ回転数指令値に基づいて制御（回転数フィードバック制御）される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 253829 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平9 - 263256号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

バルブ駆動用モータによって油圧制御バルブの開度が制御される油圧式パワーステアリング装置においては、操舵部材と油圧制御バルブが機械的に連結されていないため、次のような問題が生じるおそれがある。つまり、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が低下した場合、油圧ポンプの負荷が低下するため油圧ポンプは回転数を上げようとするが、ポンプ駆動用モータは回転数フィードバック制御されているため、油圧ポンプの回転数は上がらない。このため、パワーシリンダへの作動油の供給量が低下する。

10

【0006】

この発明の目的は、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が低下した場合に、パワーシリンダへの作動油の供給量が低下するのを抑制できる油圧式パワーステアリング装置を提供することである。

また、この発明の目的は、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が上昇した場合に、パワーシリンダへの作動油の供給量が増加するのを抑制することができる油圧式パワーステアリング装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1記載の発明は、車両のステアリング機構(2)に結合されたパワーシリンダ(16)に、操舵部材(3)に機械的に連結されていない油圧制御バルブ(14)を介して、油圧ポンプ(23)からの作動油を供給することによって、操舵力を補助する油圧式パワーステアリング装置であって、前記油圧制御バルブの開度を制御するためのバルブ駆動用モータ(15)と、前記油圧ポンプを駆動するためのポンプ駆動用モータ(25)と、前記油圧制御バルブの開度の指令値である開度指令値を設定する開度指令値設定手段(52)と、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値に基づいて、前記バルブ駆動用モータを駆動制御する手段(53~59)と、操舵角速度に基づいて、前記油圧ポンプの回転数の指令値である回転数指令値を設定する回転数指令値設定算手段(62)と、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値の変化量に基づいて、前記回転数指令値設定手段によって設定される回転数指令値を補正する回転数指令値補正手段(63)と、前記回転数指令値補正手段による補正後の回転数指令値に基づいて、前記ポンプ駆動用モータを回転数フィードバック制御する手段(64~68)とを含む、前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を低下させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が減少する方向に変化するときは、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値を増加補正する手段を含む、油圧式パワーステアリング装置である。なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表すが、むろん、この発明の範囲は当該実施形態に限定されない。以下、この項において同じ。

20

30

【0009】

この構成によれば、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が低下した場合に、回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値が増加補正されるので、パワーシリンダへの作動油の供給量が低下するのを抑制することができる。

40

請求項2記載の発明は、前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を上昇させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が増加する方向に変化するときは、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値を減少補正する手段をさらに含む、請求項1に記載の油圧式パワーステアリング装置である。

この構成によれば、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が上昇した場合に、回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値が減少補正されるので、パワーシリンダへの作動油の供給量が増加するのを抑制することができる。

50

【 0 0 1 0 】

請求項 3 記載の発明は、車両のステアリング機構 (2) に結合されたパワーシリンダ (1 6) に、操舵部材 (3) に機械的に連結されていない油圧制御バルブ (1 4) を介して、油圧ポンプ (2 3) からの作動油を供給することによって、操舵力を補助する油圧式パワーステアリング装置であって、前記油圧制御バルブの開度を制御するためのバルブ駆動用モータ (1 5) と、前記油圧ポンプを駆動するためのポンプ駆動用モータ (2 5) と、前記油圧制御バルブの開度の指令値である開度指令値を設定する開度指令値設定手段 (5 2) と、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値に基づいて、前記バルブ駆動用モータを駆動制御する手段 (5 3 ~ 5 9) と、操舵角速度に基づいて、前記油圧ポンプの回転数の指令値である回転数指令値を設定する回転数指令値設定算手段 (6 2) と、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値の変化量に基づいて、前記回転数指令値設定手段によって設定される回転数指令値を補正する回転数指令値補正手段 (6 3) と、前記回転数指令値補正手段による補正後の回転数指令値に基づいて、前記ポンプ駆動用モータを回転数フィードバック制御する手段 (6 4 ~ 6 8) とを含み、前記回転数指令値補正手段は、前記開度指令値設定手段によって設定される開度指令値が前記作動油の圧力を上昇させて前記ポンプ駆動用モータの負荷が増加する方向に変化するときには、前記開度指令値の変化量に応じて、前記回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値を減少補正する手段を含む、油圧式パワーステアリング装置である。

10

この構成によれば、油圧制御バルブの開度が急変して作動油の圧力が上昇した場合に、回転数指令値設定手段によって設定された回転数指令値が減少補正されるので、パワーシリンダへの作動油の供給量が増加するのを抑制することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 図 1 は、この発明の一実施形態に係る油圧式パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

【 図 2 】 図 2 は、ECU の電氣的構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、検出操舵トルクに対するアシストトルク指令値の設定例を示すグラフである。

【 図 4 】 図 4 は、アシストトルク指令値に対するバルブ開度指令値の設定例を示すグラフである。

30

【 図 5 】 図 5 は、操舵角速度に対するポンプ回転数指令値の設定例を示すグラフである。

【 図 6 】 図 6 は、バルブ開度指令微分値に対するポンプ回転数補正值の設定例を示すグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の一実施形態に係る油圧式パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

油圧式パワーステアリング装置 1 は、車両のステアリング機構 2 に操舵補助力を与えるためのものである。ステアリング機構 2 は、車両の操向のために運転者によって操作される操舵部材としてのステアリングホイール 3 と、このステアリングホイール 3 に連結されたステアリングシャフト 4 と、ステアリングシャフト 4 の先端部に連結され、ピニオンギア 6 を持つピニオンシャフト 5 と、ピニオンギア 6 に噛合するラック 7 a を有し、車両の左右方向に延びた転舵軸としてのラック軸 7 とを備えている。

40

【 0 0 1 3 】

ラック軸 7 の両端にはタイロッド 8 がそれぞれ連結されており、このタイロッド 8 は、それぞれ、左右の転舵輪 9 , 1 0 を支持するナックルアーム 1 1 に連結されている。ナックルアーム 1 1 は、キングピン 1 2 まわりに回動可能に設けられている。

ステアリングホイール 3 が操作されてステアリングシャフト 4 が回転されると、この回転が、ピニオンギア 6 およびラック 7 a によって、ラック軸 7 の軸方向に沿う直線運動に

50

変換される。この直線運動は、ナックルアーム 11 のキングピン 12 まわりの回転運動に変換され、これにより、左右の転舵輪 9, 10 が転舵される。

【0014】

ステアリングシャフト 4 の周囲には、ステアリングシャフト 4 の回転角である操舵角 h を検出するための舵角センサ 31 が配置されている。この実施形態では、舵角センサ 31 は、ステアリングシャフト 4 の中立位置からのステアリングシャフト 4 の正逆両方向の回転量（回転角）を検出するものであり、中立位置から右方向への回転量を例えば正の値として出力し、中立位置から左方向への回転量を例えば負の値として出力する。ピニオンシャフト 5 には、操舵トルク T_h を検出するためのトルクセンサ 32 が設けられている。

【0015】

油圧式パワーステアリング装置 1 は、油圧制御バルブ 14、パワーシリンダ 17 および油圧ポンプ 23 を含んでいる。油圧制御バルブ 14 は、例えばロータリバルブであり、ロータハウジング（図示略）と作動油の流通方向を切り替えるためのロータ（図示略）とを備えている。油圧制御バルブ 14 のロータが電動モータ 15（以下「バルブ駆動用モータ 15」という）によって回転されることにより、油圧制御バルブ 14 の開度が制御される。バルブ駆動用モータ 15 は、三相ブラシレスモータからなる。バルブ駆動用モータ 15 の近傍には、バルブ駆動用モータ 15 のロータの回転角 θ_B を検出するための、例えばレゾルバからなる回転角センサ 33 が配置されている。

【0016】

油圧制御バルブ 14 は、ステアリング機構 2 に操舵補助力を与えるパワーシリンダ 16 に接続されている。パワーシリンダ 16 は、ステアリング機構 2 に結合されている。具体的には、パワーシリンダ 16 は、ラック軸 7 に一体に設けられたピストン 17 と、このピストン 17 によって区画された一対のシリンダ室 18, 19 とを有しており、シリンダ室 18, 19 は、それぞれ、対応する油路 20, 21 を介して、油圧制御バルブ 14 に接続されている。

【0017】

油圧制御バルブ 14 は、リザーバタンク 22 および操舵補助力発生用の油圧ポンプ 23 を通る油循環路 24 の途中部に介装されている。油圧ポンプ 23 は、例えば、ギヤポンプからなり、電動モータ 25（以下、「ポンプ駆動用モータ 25」という）によって駆動され、リザーバタンク 22 に貯留されている作動油をくみ出して油圧制御バルブ 14 に供給する。余剰分の作動油は、油圧制御バルブ 14 から油循環路 24 を介してリザーバタンク 22 に帰還される。

【0018】

ポンプ駆動用モータ 25 は、一方向に回転駆動されて、油圧ポンプ 23 を駆動するものである。具体的には、ポンプ駆動用モータ 25 は、その出力軸が油圧ポンプ 23 の入力軸に連結されており、ポンプ駆動用モータ 25 の出力軸が回転することで、油圧ポンプ 23 の入力軸が回転して油圧ポンプ 23 の駆動が達成される。ポンプ駆動用モータ 25 は三相ブラシレスモータからなる。ポンプ駆動用モータ 25 の近傍には、ポンプ駆動用モータ 25 のロータの回転角 θ_p を検出するための、例えばレゾルバからなる回転角センサ 34 が配置されている。

【0019】

油圧制御バルブ 14 は、バルブ駆動用モータ 15 によって油圧制御バルブ 14 のロータが基準回転角度位置（中立位置）から一方の方向に回転された場合には、油路 20, 21 のうちの一方を介してパワーシリンダ 16 のシリンダ室 18, 19 のうちの一方に作動油を供給するとともに、他方の作動油をリザーバタンク 22 に戻す。また、バルブ駆動用モータ 15 によって油圧制御バルブ 14 のロータが中立位置から他方の方向に回転された場合には、油路 20, 21 のうちの他方を介してシリンダ室 18, 19 のうちの他方に作動油を供給するとともに、一方の作動油をリザーバタンク 22 に戻す。

【0020】

油圧制御バルブ 14 のロータが中立位置にある場合には、油圧制御バルブ 14 は、いわ

10

20

30

40

50

ば平衡状態となり、操舵中立でパワーシリンダ 16 の両シリンダ室 18, 19 は等圧に維持され、作動油は油循環路 24 を循環する。バルブ駆動用モータ 15 によって油圧制御バルブ 14 のロータが回転されると、パワーシリンダ 16 のシリンダ室 18, 19 のいずれかに作動油が供給され、ピストン 17 が車幅方向（車両の左右方向）に沿って移動する。これにより、ラック軸 7 に操舵補助力が作用することになる。

【0021】

バルブ駆動用モータ 15 およびポンプ駆動用モータ 25 は、ECU (Electronic Control Unit: 電子制御ユニット) 40 によって制御される。ECU 40 には、舵角センサ 31 によって検出される操舵角 θ 、トルクセンサ 32 によって検出される操舵トルク T_h 、回転角センサ 33 の出力信号、回転角センサ 34 の出力信号、車速センサ 35 によって検出される車速 V 、バルブ駆動用モータ 15 に流れる電流を検出するための電流センサ 36 (図 2 参照) の出力信号等が入力される。

10

【0022】

図 2 は、ECU 40 の電氣的構成を示すブロック図である。

ECU 40 は、マイクロコンピュータ 41 と、マイクロコンピュータ 41 によって制御され、バルブ駆動用モータ 15 に電力を供給する駆動回路（インバータ回路）42 と、マイクロコンピュータ 41 によって制御され、ポンプ駆動用モータ 25 に電力を供給する駆動回路（インバータ回路）43 とを備えている。

【0023】

マイクロコンピュータ 41 は、CPU およびメモリ（ROM および RAM など）を備えており、所定のプログラムを実行することによって、複数の機能処理部として機能するようになっている。この複数の機能処理部には、バルブ駆動用モータ 15 を制御するためのバルブ駆動用モータ制御部 50 と、ポンプ駆動用モータ 25 を制御するためのポンプ駆動用モータ制御部 60 とを含んでいる。

20

【0024】

バルブ駆動用モータ制御部 50 は、アシストトルク指令値設定部 51 と、バルブ開度指令値設定部 52 と、回転角演算部 53 と、角度偏差演算部 54 と、PI (比例積分) 制御部 55 と、モータ電流演算部 56 と、電流偏差演算部 57 と、PI 制御部 58 と、PWM (Pulse Width Modulation) 制御部 59 とを含んでいる。

アシストトルク指令値設定部 51 は、トルクセンサ 32 によって検出される検出操舵トルク T_h と車速センサ 35 によって検出される車速 V に基づいて、パワーシリンダ 16 によって発生させるべきアシストトルクの指令値であるアシストトルク指令値 T_A^* を設定する。

30

【0025】

具体的には、アシストトルク指令値設定部 51 は、車速毎に検出操舵トルクとアシストトルク指令値との関係を記憶したマップに基づいて、アシストトルク指令値 T_A^* を設定する。図 3 は、検出操舵トルクに対するアシストトルク指令値の設定例を示すグラフである。

検出操舵トルク T_h は、例えば右方向への操舵のためのトルクが正の値にとられ、左方向への操舵のためのトルクが負の値にとられている。また、アシストトルク指令値 T_A^* は、パワーシリンダ 16 によって右方向操舵のためのアシストトルクを発生させるときには正の値とされ、パワーシリンダ 16 によって左方向操舵のためのアシストトルクを発生させるときには負の値とされる。

40

【0026】

アシストトルク指令値 T_A^* は、検出操舵トルク T_h の正の値に対しては正の値をとり、検出操舵トルク T_h の負の値に対しては負の値をとる。検出操舵トルク T_h が $-T_1 \sim T_1$ の範囲の微小な値のときには、アシストトルクは零とされる。そして、検出操舵トルク T_h が $-T_1 \sim T_1$ の範囲以外の領域においては、アシストトルク指令値 T_A^* は、検出操舵トルク T_h の絶対値が大きくなるほど、その絶対値が大きくなるように設定されている。また、アシストトルク指令値 T_A^* は、車速センサ 35 によって検出される車速 V

50

が大きいほど、その絶対値が小さくなるように設定されている。

【 0 0 2 7 】

バルブ開度指令値設定部 5 2 は、アシストトルク指令値設定部 5 1 によって設定されたアシストトルク指令値 T_A^* に基づいて、油圧制御バルブ 1 4 の開度の指令値（バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角の指令値）であるバルブ開度指令値（モータ回転角指令値） B^* を設定する。この実施形態では、油圧制御バルブ 1 4 のロータが中立位置にあるときのバルブ駆動用モータ 1 5 の回転角を 0° とする。そして、バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角が 0° より大きくなると、パワーシリンダ 1 6 によって右方向操舵ためのアシストトルクが発生するように、油圧制御バルブ 1 4 の開度が制御されるものとする。一方、バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角が 0° より小さくなると、パワーシリンダ 1 6 によって左方向操舵ためのアシストトルクが発生するように、油圧制御バルブ 1 4 の開度が制御されるものとする。なお、バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角度の絶対値が大きくなるほど、パワーシリンダ 1 6 によって発生するアシストトルクの絶対値は大きくなる。

10

【 0 0 2 8 】

バルブ開度指令値設定部 5 2 は、アシストトルク指令値 T_A^* とバルブ開度指令値 B^* との関係記憶したマップに基づいて、バルブ開度指令値 B^* を設定する。図 4 は、アシストトルク指令値 T_A^* に対するバルブ開度指令値 B^* の設定例を示すグラフである。

バルブ開度指令値 B^* は、アシストトルク指令値 T_A^* の正の値に対しては正の値をとり、アシストトルク指令値 T_A^* の負の値に対しては負の値をとる。バルブ開度指令値 B^* は、アシストトルク指令値 T_A^* の絶対値が大きくなるほど、その絶対値が大きくなるように設定されている。

20

【 0 0 2 9 】

回転角演算部 5 3 は、回転角センサ 3 3 の出力信号に基づいて、バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角 B を演算する。回転角偏差演算部 5 4 は、バルブ開度指令値設定部 5 2 によって設定されたバルブ開度指令値 B^* と回転角演算部 5 3 によって演算されたバルブ駆動用モータ 1 5 の回転角 B との偏差 B ($= B^* - B$) を演算する。

PI 制御部 5 5 は、回転角偏差演算部 5 4 によって演算された回転角偏差 B に対して PI 演算を行なう。すなわち、回転角偏差演算部 5 4 および PI 制御部 5 5 によって、バルブ駆動用モータ 1 5 の回転角 B をバルブ開度指令値 B^* に導くための回転角フィードバック制御手段が構成されている。PI 制御部 5 5 は、回転角偏差 B に対して PI 演算を行なうことで、バルブ駆動用モータ 1 5 の電流指令値を演算する。

30

【 0 0 3 0 】

モータ電流演算部 5 6 は、電流センサ 3 6 の出力信号に基づいて、バルブ駆動用モータ 1 5 に流れるモータ電流を検出する。電流偏差演算部 5 7 は、PI 制御部 5 5 によって求められた電流指令値と、モータ電流演算部 5 6 によって演算されたモータ電流との偏差を演算する。PI 制御部 5 8 は、電流偏差演算部 5 7 によって演算された電流偏差に対して PI 演算を行なう。すなわち、電流偏差演算部 5 7 および PI 制御部 5 8 によって、バルブ駆動用モータ 1 5 に流れるモータ電流を電流指令値に導くための電流フィードバック制御手段が構成されている。PI 制御部 5 8 は、電流偏差に対して PI 演算を行なうことで、バルブ駆動用モータ 1 5 に印加すべき制御電圧値を演算する。

40

【 0 0 3 1 】

PWM 制御部 5 9 は、PI 制御部 5 8 によって演算された制御電圧値と、回転角演算部 5 3 によって演算されたバルブ駆動用モータ 1 5 の回転角 B とに基づいて、駆動信号を生成して、駆動回路 4 2 に供給する。これにより、駆動回路 4 2 から、PI 制御部 5 8 によって演算された制御電圧値に応じた電圧がバルブ駆動用モータ 1 5 に印加される。

ポンプ駆動用モータ制御部 6 0 は、操舵角速度演算部 6 1 と、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 と、ポンプ回転数補正部 6 3 と、回転角演算部 6 4 と、回転数演算部 6 5 と、回転数偏差演算部 6 6 と、PI 制御部 6 7 と、PWM 制御部 6 8 とを含んでいる。

【 0 0 3 2 】

50

操舵角速度演算部 6 1 は、舵角センサ 3 1 の出力値を時間微分することによって、操舵角速度を演算する。ポンプ回転数指令値設定部 6 2 は、操舵角速度演算部 6 1 によって演算された操舵角速度に基づいて、油圧ポンプ 2 3 の回転数（回転速度）の指令値（ポンプ駆動用モータ 2 5 の回転数の指令値）であるポンプ回転数指令値（モータ回転数指令値） V_p^* を設定する。

【 0 0 3 3 】

具体的には、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 は、操舵角速度とポンプ回転数指令値 V_p^* との関係を記憶したマップに基づいてポンプ回転数指令値 V_p^* を設定する。図 5 は、操舵角速度に対するポンプ回転数指令値 V_p^* の設定例を示すグラフである。ポンプ回転数指令値 V_p^* は、操舵角速度が 0 のときに所定の下限值をとり、操舵角速度の増加に応じて単調に増加するように設定されている。

10

【 0 0 3 4 】

ポンプ回転数補正部 6 3 は、バルブ駆動用モータ制御部 5 0 内のバルブ開度指令値設定部 5 2 によって設定されたバルブ開度指令値 B^* に基づいて、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* を補正するものである。ポンプ回転数補正部 6 3 の詳細については後述する。

回転角演算部 6 4 は、回転角センサ 3 4 の出力信号に基づいて、ポンプ駆動用モータ 2 5 の回転角 θ_p を演算する。回転数演算部 6 5 は、回転角演算部 6 4 によって演算されるポンプ駆動用モータ 2 5 の回転角 θ_p に基づいて、ポンプ駆動用モータ 2 5 の回転数（回転速度） V_p を演算する。回転数偏差演算部 6 6 は、ポンプ回転数補正部 6 3 による補正後のポンプ回転数指令値 $V_p^{*'}$ と回転数演算部 6 5 によって演算されたポンプ駆動用モータ 2 5 の回転数 V_p との偏差 $\Delta V_p (= V_p^{*' } - V_p)$ を演算する。

20

【 0 0 3 5 】

PI 制御部 6 7 は、回転数偏差演算部 6 6 によって演算された回転数偏差 ΔV_p に対して PI 演算を行なう。すなわち、回転数偏差演算部 6 6 および PI 制御部 6 7 によって、ポンプ駆動用モータ 2 5 の回転数 V_p を補正後のポンプ回転数指令値 $V_p^{*'}$ に導くための回転数フィードバック制御手段が構成されている。PI 制御部 6 7 は、回転数偏差 ΔV_p に対して PI 演算を行なうことで、ポンプ駆動用モータ 2 5 に印加すべき制御電圧値を演算する。

【 0 0 3 6 】

PWM 制御部 6 8 は、PI 制御部 6 7 によって演算された制御電圧値と、回転角演算部 6 4 によって演算されたポンプ駆動用モータ 2 5 の回転角 θ_p とに基づいて、駆動信号を生成して、駆動回路 4 3 に供給する。これにより、駆動回路 4 3 から、PI 制御部 6 7 によって演算された制御電圧値に応じた電圧がポンプ駆動用モータ 2 5 に印加される。

30

ポンプ回転数補正部 6 3 について詳しく説明する。ポンプ回転数補正部 6 3 は、バルブ開度指令微分値演算部 7 1 と、ポンプ回転数補正值演算部 7 2 と、補正值加算部 7 3 とを含んでいる。

【 0 0 3 7 】

バルブ開度指令微分値演算部 7 1 は、バルブ開度指令値設定部 5 2 によって設定されるバルブ開度指令値 B^* の時間微分値（以下、「バルブ開度指令微分値」という）を演算する。バルブ開度指令微分値は、例えば、バルブ開度指令値設定部 5 2 によって今回設定されたバルブ開度指令値 B^* からその 1 回前に設定されたバルブ開度指令値 B^* を減じることによって求められる。つまり、バルブ開度指令微分値は、バルブ開度指令値 B^* の単位時間当たりの変化量に相当する。

40

【 0 0 3 8 】

バルブ開度指令値 B^* の絶対値が大きくなる方向（油圧制御バルブ 1 4 のロータの回転角度位置が中立位置から離れる方向）にバルブ開度指令値 B^* が変化する方向をバルブ開方向といい、バルブ開度指令値 B^* の絶対値が小さくなる方向（油圧制御バルブ 1 4 のロータの回転角度位置が中立位置に向かう方向）にバルブ開度指令値 B^* が変化する方向をバルブ閉方向ということにする。

50

【 0 0 3 9 】

バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化している場合には、バルブ開度指令微分値演算部 7 1 は、演算されたバルブ開度微分値の絶対値に正の符号を付して出力する。一方、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合には、バルブ開度指令微分値演算部 7 1 は、演算されたバルブ開度微分値の絶対値に負の符号を付して出力する。

ポンプ回転数補正值演算部 7 2 は、バルブ開度指令微分値演算部 7 1 によって演算されたバルブ開度指令微分値に基づいて、ポンプ回転数指令値 V_p^* の補正值（以下、「ポンプ回転数補正值」という）を演算する。補正值加算部 7 3 は、ポンプ回転数補正值演算部 7 2 によって演算されたポンプ回転数補正值を、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* に加算することにより、最終的なポンプ回転数指令値 V_p^* を演算する。

10

【 0 0 4 0 】

ポンプ回転数補正值演算部 7 2 は、例えば、バルブ開度指令微分値とポンプ回転数補正值との関係を記憶したマップに基づいて、ポンプ回転数補正值を演算する。図 6 は、バルブ開度指令微分値に対するポンプ回転数補正值の設定例を示すグラフである。

バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化している場合には、バルブ開度指令微分値（ > 0 ）が第 1 の所定値 A 未満の領域においては、ポンプ回転数補正值は 0 に固定されている。また、バルブ開度指令微分値が第 1 の所定値 A より大きな第 2 の所定値 B 以上の領域においては、ポンプ回転数補正值は上限値（ > 0 ）に固定されている。バルブ開度指令微分値が第 1 の所定値 A 以上で第 2 の所定値 B 未満である領域においては、ポンプ回転数補正值は、バルブ開度指令微分値が増加するに伴って 0 から上限値にまで単調に増加するように設定されている。

20

【 0 0 4 1 】

したがって、バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化している場合において、バルブ開度指令微分値が第 1 の所定値 A 以上になった場合には、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* が、ポンプ回転数補正部 6 3 によって増加補正される。

一方、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合には、バルブ開度指令微分値（ < 0 ）が第 3 の所定値 C 以上の領域においては、ポンプ回転数補正值は 0 に固定されている。また、バルブ開度指令微分値が第 3 の所定値 C より小さな第 4 の所定値 D 未満の領域においては、ポンプ回転数補正值は下限値（ < 0 ）に固定されている。バルブ開度指令微分値が第 3 の所定値 C 未満で第 4 の所定値 D 以上である領域においては、ポンプ回転数補正值は、バルブ開度指令微分値が減少するに伴って 0 から下限値にまで単調に減少するように設定されている。

30

【 0 0 4 2 】

したがって、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合において、バルブ開度指令微分値が第 3 の所定値 C 未満になった場合には、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* が、ポンプ回転数補正部 6 3 によって減少補正される。

ポンプ回転数補正部 6 3 による補正を行うことなく、ポンプ回転数指令値設定部 6 2 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* をそのまま回転数偏差演算部 6 6 に与えたとすると、次のような問題が生じる。つまり、バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化している場合において、バルブ開度指令値 B^* の変化量が大きくなると、作動油の圧力が低下する。そうすると、ポンプ駆動用モータ 2 5 の負荷が減少するため、ポンプ駆動用モータ 2 5 はその回転数を上昇させようとするが、ポンプ駆動用モータ 2 5 は回転数フィードバック制御されているため、ポンプ駆動用モータ 2 5 の回転数は増加しない。このため、パワーシリンダ 1 6 への作動油の供給量が低下する。

40

【 0 0 4 3 】

一方、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合において、バルブ開度指令値 B^* の単位時間当たりの変化量が大きくなると、作動油の圧力が増加する。そ

50

うすると、ポンプ駆動用モータ 25 の負荷が増加するため、ポンプ駆動用モータ 25 はその回転数を低下させようとするが、ポンプ駆動用モータ 25 は回転数フィードバック制御されているため、ポンプ駆動用モータ 25 の回転数は減少しない。このため、パワーシリンダ 16 への作動油の供給量が増加する。

【0044】

この実施形態では、バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化している場合において、バルブ開度指令微分値が第 1 の所定値 A 以上になった場合には、ポンプ回転数指令値設定部 62 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* が、ポンプ回転数補正部 63 によって増加補正される。このため、バルブ開度指令値 B^* がバルブ開方向に変化しているときにバルブ開度指令値 B^* が急変して油圧が低下した場合に、ポンプ駆動用モータ 25 の回転数を上昇させることができる。これにより、パワーシリンダ 16 への作動油の供給量が低下するのを抑制することができる。

10

【0045】

また、この実施形態では、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合において、バルブ開度指令微分値が第 3 の所定値 C 未満になった場合には、ポンプ回転数指令値設定部 62 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* が、ポンプ回転数補正部 63 によって減少補正される。このため、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化しているときにバルブ開度指令値 B^* が急変して油圧が上昇した場合に、ポンプ駆動用モータ 25 の回転数を低下させることができる。これにより、パワーシリンダ 16 への作動油の供給量が上昇するのを抑制することができる。

20

【0046】

以上、この発明の一実施形態について説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。例えば、前記実施形態では、ポンプ回転数補正部 63 は、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合において、バルブ開度指令微分値が第 3 の所定値 C 未満になった場合に、ポンプ回転数指令値設定部 62 によって設定されたポンプ回転数指令値 V_p^* を減少補正しているが、バルブ開度指令値 B^* がバルブ閉方向に変化している場合には、ポンプ回転数指令値 V_p^* の補正を行わないようにしてもよい。

【0047】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

30

【符号の説明】

【0048】

1 ... 油圧式パワーステアリング装置、2 ... ステアリング機構、3 ... ステアリングホイール、14 ... 油圧制御バルブ、15 ... バルブ駆動用モータ、16 ... パワーシリンダ、23 ... 油圧ポンプ、25 ... ポンプ駆動用モータ、52 ... バルブ開度指令値設定部、62 ... ポンプ回転数指令値設定部、63 ... 回転数指令値補正部

【図1】

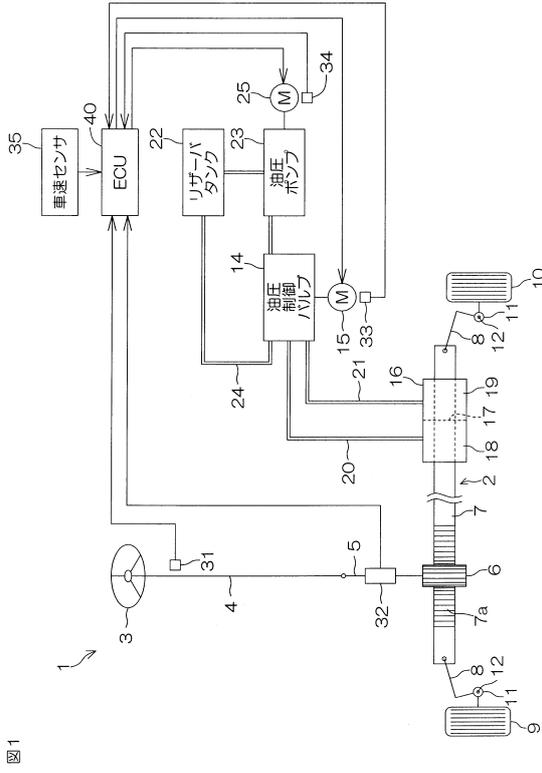


図1

【図2】

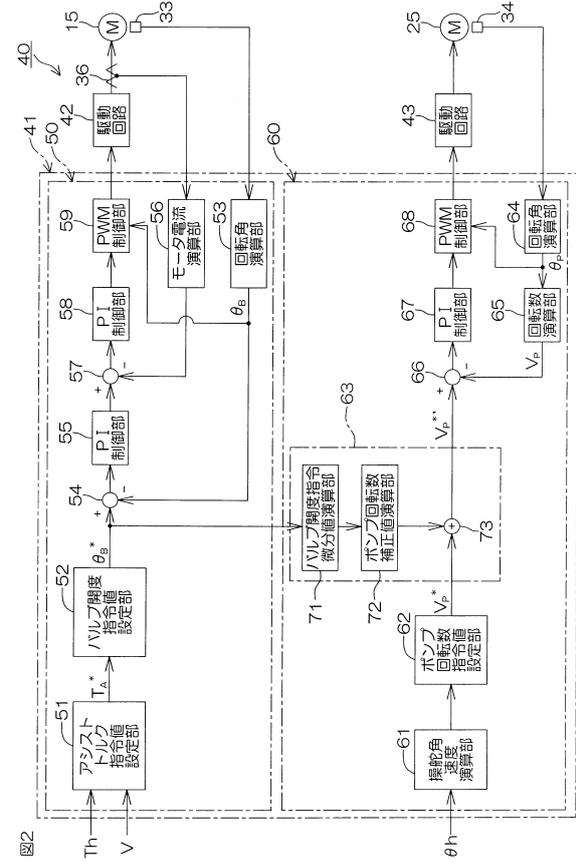


図2

【図3】

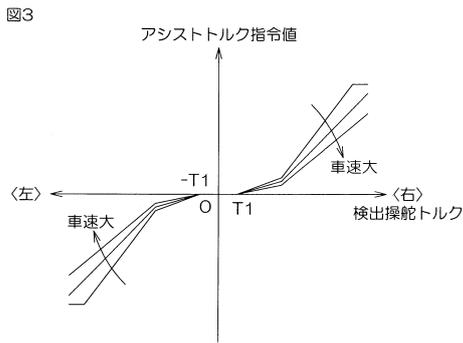


図3

【図5】

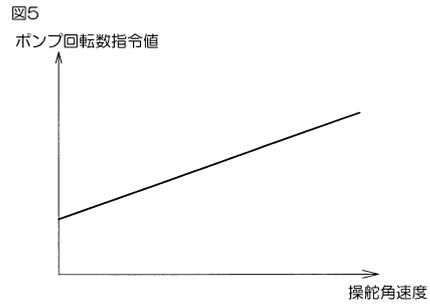


図5

【図4】

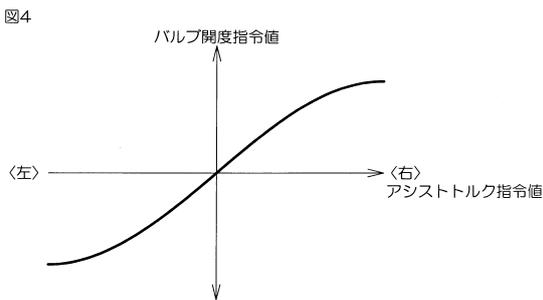


図4

【図6】

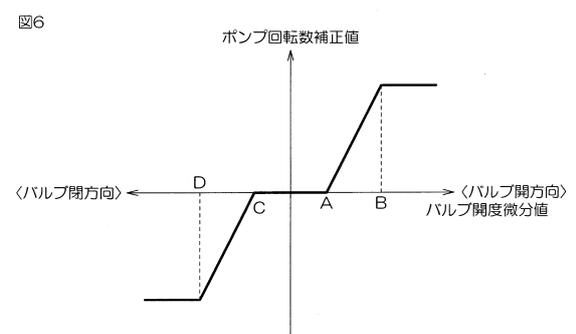


図6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0308341(US,A1)
特開2009-101937(JP,A)
米国特許第06173223(US,B1)
米国特許出願公開第2008/0243340(US,A1)
特開2005-075093(JP,A)
特開2006-306268(JP,A)
特開2005-225402(JP,A)
特開2006-306239(JP,A)
特開2007-055276(JP,A)
特開2012-219840(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 2 D	5 / 0 0	-	5 / 0 6
B 6 2 D	5 / 0 7	-	5 / 3 2
B 6 2 D	6 / 0 0	-	6 / 1 0