

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4609524号
(P4609524)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	
FO2M 59/36 (2006.01)	FO2M 59/36	
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	3 4 5 K
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22	3 7 5
FO2M 59/46 (2006.01)	FO2M 59/46	Y
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 51/00	F
請求項の数 9 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-122978 (P2008-122978)
 (22) 出願日 平成20年5月9日(2008.5.9)
 (65) 公開番号 特開2009-270520 (P2009-270520A)
 (43) 公開日 平成21年11月19日(2009.11.19)
 審査請求日 平成21年8月21日(2009.8.21)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (72) 発明者 桂 涼
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 審査官 中村 一雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃圧制御装置、及び燃圧制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソレノイドによって生じる磁力及びスプリングの弾性力によりスプールを変位させることで燃料流量を調節する流量制御弁を備える燃料ポンプと、該燃料ポンプの吐出する燃料が圧送される蓄圧容器と、該蓄圧容器内の燃圧を検出する検出手段とを備える燃料供給装置に適用され、前記ソレノイドに対する通電操作により、前記蓄圧容器内の燃圧の検出値を目標値にフィードバック制御する燃圧制御装置において、

前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータに基づき、前記スプールの変位速度を示すパラメータを推定する推定手段と、

前記目標値に対して前記検出値にずれが生じている状況下、前記推定手段の推定結果に応じた前記変位速度が所定以下であることに基づき、前記流量制御弁の異常を検出する検出手段とを備えることを特徴とする燃圧制御装置。

【請求項2】

前記検出手段は、前記目標値と前記検出値との差の絶対値が増大して且つ、前記推定手段の推定結果に応じた前記変位速度が所定以下であることに基づき、前記流量制御弁の異常を検出することを特徴とする請求項1記載の燃圧制御装置。

【請求項3】

前記推定手段は、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量の変化速度を前記スプールの変位速度を示すパラメータとして推定することを特徴とする請求項1又は2記載の燃圧制御装置。

【請求項 4】

前記蓄圧容器内の燃料は、燃料噴射弁によって外部に噴射されるものであり、
前記推定手段は、前記燃料噴射弁による燃料噴射量及び前記蓄圧容器内の圧力の変化を、
前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータとして用
いて前記推定を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の燃圧制御装置
。

【請求項 5】

前記推定手段は、前記燃料ポンプから前記蓄圧容器に圧送されることなくリークする燃
料量及び前記燃料噴射弁によって噴射されることなく該燃料噴射弁を介して低圧系に戻さ
れる燃料量の少なくとも一方を、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定
するためのパラメータとして更に用いて前記推定を行うことを特徴とする請求項 4 記載の
燃圧制御装置。

10

【請求項 6】

前記フィードバック制御は、前記蓄圧容器内の燃圧の検出値と前記目標値との差の積分
演算値に基づき行われることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃圧制御
装置。

【請求項 7】

前記検出手段により異常が検出される場合、前記ソレノイドに対する通電操作を通常時
の操作から強制的に変更することで前記異常からの復帰を促す復帰処理手段を更に備える
ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の燃圧制御装置。

20

【請求項 8】

前記通電操作は、時比率制御によってなされることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれ
か 1 項に記載の燃圧制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の燃圧制御装置と、
前記燃料ポンプとを備えることを特徴とする燃圧制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ソレノイドによって生じる磁力及びスプリングの弾性力によりスプールを変
位させることで燃料流量を調節する流量制御弁を備える燃料ポンプと、該燃料ポンプの吐
出する燃料が圧送される蓄圧容器と、該蓄圧容器内の燃圧を検出する検出手段とを備える
燃料供給装置に適用され、前記ソレノイドに対する通電操作により、前記蓄圧容器内の燃
圧の検出値を目標値にフィードバック制御する燃圧制御装置、及びこれを備える燃圧制御
システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種の燃圧制御装置としては、コモンレール式のディーゼル機関に適用される燃圧制
御装置がある。この燃圧制御装置は、スプリングの弾性力により一方向に付勢されている
スプールを、ソレノイドの磁力によって他方向に変位させることで、スプールの変位量を
調節し、ひいては燃料ポンプの吐出量を調節する。そしてこれにより、各気筒に共通の蓄
圧容器であるコモンレール内の燃圧を制御する。

40

【0003】

ところで、流量制御弁の経年変化により流量制御弁の内周やスプールの磨耗が進行する
と、流量制御弁の内周をスプールが変位する際にスプールの受ける抵抗（以下、摺動抵抗）
が増大することが発明者らによって見出されている。そして、摺動抵抗が増大すると、
スプールの変位操作の操作性が低下し、ひいては、コモンレール内の燃圧の制御性が低下
する。

【0004】

そこで従来は、例えば下記特許文献 1 に見られるように、コモンレール内の燃圧の検出

50

値と目標値との差が所定以上となる期間が継続することに基づき、流量制御弁に対する通電量を変更することも提案されている。ここでは、上記摺動抵抗が増大する際には、燃圧の検出値が目標値から乖離することに注目している。こうした処理によれば、摺動抵抗が増大する場合にスプールを強制的に変位させることができ、ひいては、流量制御弁の異常からの復帰を促すことができる。

【特許文献1】特開2008-75452号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、燃圧の検出値が目標値から乖離する要因としては、上記スプールの摺動抵抗の増大に限らず、様々なものがある。このため、摺動抵抗を確実に検出して上記復帰を促す処理を行うためには、燃圧の検出値と目標値との乖離がある程度継続することを監視する必要が生じる。このため、摺動抵抗の増大を検出するまでに要する時間が長期化するおそれがある。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、ソレノイドによって生じる磁力及びスプリングの弾性力によりスプールを変位させることで燃料流量を調節する流量制御弁について、その異常をより迅速に検出することのできる燃圧制御装置、及び燃圧制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

【0008】

請求項1記載の発明は、ソレノイドによって生じる磁力及びスプリングの弾性力によりスプールを変位させることで燃料流量を調節する流量制御弁を備える燃料ポンプと、該燃料ポンプの吐出する燃料が圧送される蓄圧容器と、該蓄圧容器内の燃圧を検出する検出手段とを備える燃料供給装置に適用され、前記ソレノイドに対する通電操作により、前記蓄圧容器内の燃圧の検出値を目標値にフィードバック制御する燃圧制御装置において、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータに基づき、前記スプールの変位速度を示すパラメータを推定する推定手段と、前記目標値に対して前記検出値にずれが生じている状況下、前記推定手段の推定結果に応じた前記変位速度が所定以下であることに基づき、前記流量制御弁の異常を検出する検出手段とを備えることを特徴とする。

【0009】

蓄圧容器内の燃圧の検出値が目標値からずれている場合、フィードバック制御による流量制御弁の通電操作によって、スプールが変位すると考えられる。したがって、蓄圧容器内の燃圧の検出値が目標値からずれているにもかかわらず、スプールが変位しない場合には、スプールの操作に異常が生じていると考えられる。上記発明では、この点に鑑み、流量制御弁に異常がある場合にこれを迅速に検出することができる。

【0010】

なお、流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータとしては、蓄圧容器内の燃圧及び蓄圧容器から流出する燃料量を含むことが望ましい。

【0011】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記検出手段は、前記目標値と前記検出値との差の絶対値が増大して且つ、前記推定手段の推定結果に応じた前記変位速度が所定以下であることに基づき、前記流量制御弁の異常を検出することを特徴とする。

【0012】

流量制御弁の異常を特に迅速に検出することが望まれるのは、目標値と検出値との間にずれが生じている場合であって且つ、そのずれが拡大している場合である。逆に、ずれが存在するもののこれが拡大しない場合には、流量制御弁の異常でない場合も多い。上記発

10

20

30

40

50

明では、この点に鑑み、目標値と検出値との差の絶対値の増大に基づき異常を検出することで、異常を適切に検出することができる。

【0013】

なお、前記検出手段は、前記目標値と前記検出値との差の絶対値が所定期間増加し続けることに基づき、異常を検出することが望ましい。これは、前記目標値と前記検出値との差の絶対値が連続する複数個のサンプリングタイミングの各タイミングにおいて、いずれも増大していることに基づき、異常を検出することで実現することができる。この際、前記検出手段は、上記所定期間の間、前記変位速度が所定以下であり続ける場合に異常を検出することが望ましい。

【0014】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、前記推定手段は、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量の変化速度を前記スプールの変位速度を示すパラメータとして推定することを特徴とする。

【0015】

スプールが変位する場合、流量制御弁によって調節される燃料量が変化すると考えられる。このため、流量制御弁によって実際に調節される燃料量の変化速度は、スプールの変位速度を示す的確なパラメータである。

【0016】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載の発明において、前記蓄圧容器内の燃料は、燃料噴射弁によって外部に噴射されるものであり、前記推定手段は、前記燃料噴射弁による燃料噴射量及び前記蓄圧容器内の圧力の変化を、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータとして用いて前記推定を行うことを特徴とする。

【0017】

流量制御弁によって調節される燃料量に応じて、蓄圧容器内に圧送される燃料量が定まる。そして、蓄圧容器内の燃圧は、蓄圧容器に圧送される燃料量と蓄圧容器から流出する燃料量との差に応じて定まる。このため、蓄圧容器内の燃圧の変化と蓄圧容器から流出する燃料量とに基づき、蓄圧容器に圧送される燃料量を求めることができ、ひいては流量制御弁によって実際に調節された燃料量を推定することができると考えられる。このため、燃料噴射弁による燃料噴射量及び前記蓄圧容器内の圧力の変化は、流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータとして適切なものである。

【0018】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記推定手段は、前記燃料ポンプから前記蓄圧容器に圧送されることなくリークする燃料量及び前記燃料噴射弁によって噴射されることなく該燃料噴射弁を介して低圧系に戻される燃料量の少なくとも一方を、前記流量制御弁によって実際に調節される燃料量を推定するためのパラメータとして更に用いて前記推定を行うことを特徴とする。

【0019】

流量制御弁によって調節された燃料量の一部は、蓄圧容器に圧送されることなく、燃料ポンプからリークするおそれがある。また、蓄圧容器内に圧送された燃料の一部は、燃料噴射弁によって噴射されることなく、燃料噴射弁を介して低圧系に戻されるおそれがある。こうした場合には、請求項4記載の発明特定事項のみによって推定を行う場合には、誤差を生じることとなる。この点、上記発明では、推定をより高精度に行うことができる。

【0020】

請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれか1項に記載の発明において、前記フィードバック制御は、前記蓄圧容器内の燃圧の検出値と前記目標値との差の積分演算値に基づき行われることを特徴とする。

【0021】

フィードバック制御を積分演算値に基づき行う場合には、目標値が変化する過渡時等において、実際の燃圧が目標値に対してオーバーシュートする現象が生じやすい。そしてこ

10

20

30

40

50

の場合には、目標値に対して検出値がずれた状態が生じることとなる。このため、上記ずれのみに基づき、流量制御弁の異常と誤検出しないためには、ずれが生じている継続時間についての異常検出のための閾値を大きくする必要がある。そして、この場合には、実際に異常がある場合に、異常検出がなされるまでの時間が長期化するおそれがある。このため、上記変位量に基づく異常検出を行う検出手段の利用価値が特に高い。

【0022】

請求項7記載の発明は、請求項1～6のいずれか1項に記載の発明において、前記検出手段により異常が検出される場合、前記ソレノイドに対する通電操作を通常時の操作から強制的に変更することで前記異常からの復帰を促す復帰処理手段を更に備えることを特徴とする。

10

【0023】

流量制御弁の内周とスプールとの磨耗の進行過程においては、スプールの操作性（燃圧の制御性）が極端に低下することは稀であり、ほとんどのものはスプールの変位位置を強制的に一旦ずらしてやることでこの操作性の低下を回復させることができることが発明者らによって見出されている。上記発明では、この点に鑑み、通電操作を強制的に変更することで、異常からの復帰を促すことができる。

【0024】

請求項8記載の発明は、請求項1～7のいずれか1項に記載の発明において、前記通電操作は、時比率制御によってなされることを特徴とする。

【0025】

20

上記構成では、時比率制御によって通電量を調節するために、通電量調節手段の回路構成を簡素化することができる。しかしこの場合、例えば吐出量を一定とする場合であっても、スプールが時比率に従って微小な振動を伴って変位を継続するために、上記摺動抵抗の増大に伴ってスプールの振動が妨げられ、燃圧の制御性が低下する現象も生じ得る。このため、検出手段の利用価値が特に高い。

【0026】

請求項9記載の発明は、請求項1～8のいずれか1項に記載の燃圧制御装置と、前記燃料ポンプとを備えることを特徴とする燃圧制御システムである。

【0027】

上記発明では、検出手段を備えることで、信頼性の高いシステムを実現できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

（第1の実施形態）

以下、本発明にかかる燃圧制御装置をディーゼル機関の燃圧制御装置に適用した第1の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0029】

図1に、本実施形態にかかるシステム構成を示す。

【0030】

図示されるように、燃料タンク10内の燃料（軽油）は、クランク軸12の回転に伴って駆動される機関駆動式の燃料ポンプ14によって汲み上げられる。燃料ポンプ14から吐出される燃料は、コモンレール16に加圧供給（圧送）される。コモンレール16は、燃料ポンプ14から圧送された燃料を高圧状態で蓄え、これを高圧燃料通路18を介して各気筒の燃料噴射弁20に供給するための気筒間で共有される蓄圧容器である。

40

【0031】

燃料噴射弁20は、その噴射口22がディーゼル機関の燃焼室に突出するようにして配置されている。そして、燃料噴射弁20は、噴射口22を開閉するノズルニードル21を備えている。ノズルニードル21には、コモンレール16から高圧燃料通路18を介して供給される高圧燃料の燃圧が印加される。詳しくは、ノズルニードル21には、噴射口22の開閉のそれぞれに対応した変位方向の双方に対して燃圧が印加される。ここで、ノズルニードル21を閉弁させる側に圧力を印加する燃料を充填する背圧室23は、電磁ソレ

50

ノイド 24 によって駆動されるバルブ 25 の開弁によって、低圧系(低圧燃料通路 19、燃料タンク 10 側)に連通される。こうした構成によれば、バルブ 25 の開閉によって、ノズルニードル 21 の変位方向のそれぞれに燃料が加える力の相対的な大小関係を調節することで、燃料噴射弁 20 を開閉させることができる。

【 0 0 3 2 】

図 2 に、燃料ポンプ 14 の構成を示す。

【 0 0 3 3 】

この燃料ポンプ 14 は、基本的には、フィードポンプ 40 によって上記燃料タンク 10 から汲み上げられた燃料を高圧ポンプ 50 にて加圧して吐出するものであり、且つ高圧ポンプ 50 に送られる燃料量が吸入調量弁 60 により調節されるものである。

10

【 0 0 3 4 】

フィードポンプ 40 は、駆動軸 41 の回転により駆動されるトロコイドポンプであり、上記燃料タンク 10 の燃料を入口 42 から吸引して高圧ポンプ 50 へ送る低圧供給ポンプとして機能する。なお、駆動軸 41 は、ディーゼル機関の上記クランク軸 12 の回転に伴い回転駆動される。

【 0 0 3 5 】

レギュレータバルブ 43 は、フィードポンプ 40 の吐出圧が所定圧以上となるときにフィードポンプ 40 の吐出側と供給側とを連通させるものであり、これにより、フィードポンプ 40 の吐出圧が所定圧以下に制限される。

【 0 0 3 6 】

吸入調量弁 60 は、燃料通路 44 を介してフィードポンプ 40 から高圧ポンプ 50 へ吸入される燃料量を調節する。

20

【 0 0 3 7 】

高圧ポンプ 50 は、吸入調量弁 60 によって調量された燃料を加圧して外部へ吐出するプランジャポンプである。この高圧ポンプ 50 は、駆動軸 41 によって往復駆動されるプランジャ 51 と、このプランジャ 51 の往復動によって容積が変化する加圧室 52 と、加圧室 52 とフィードポンプ 40 側とを連通及び遮断する吸入弁 53 と、加圧室 52 と上記コモンレール 16 側とを連通及び遮断する吐出弁 54 とを備える。

【 0 0 3 8 】

プランジャ 51 は、駆動軸 41 のエキセンカム 55 の周囲に装着されたカムリング 56 にスプリング 57 によって押し付けられており、駆動軸 41 が回転するとカムリング 56 の偏心動作に伴ってプランジャ 51 が圧送上死点と圧送下死点との間を往復動する。ここで、プランジャ 51 の下降により加圧室 52 内の圧力が低下すると、吐出弁 54 が閉弁するとともに吸入弁 53 が開弁する。これにより、吸入調量弁 60 を介してフィードポンプ 40 から加圧室 52 内に燃料が供給される。逆に、プランジャ 51 の上昇により加圧室 52 内の圧力が上昇すると、吸入弁 53 が閉弁する。そして、加圧室 52 内の圧力が所定圧力に達すると吐出弁 54 が開弁して加圧室 52 内で加圧された高圧燃料が上記コモンレール 16 へ向けて供給される。

30

【 0 0 3 9 】

図 3 に、上記吸入調量弁 60 の構成を示す。

40

【 0 0 4 0 】

吸入調量弁 60 は、電磁ソレノイドの非通電時に全閉状態となるノーマリークローズ式のものであり、電磁ソレノイドへの駆動電流を増加させることで上記フィードポンプ 40 から高圧ポンプ 50 へと燃料が流出する際の流路面積が増大される。

【 0 0 4 1 】

図示されるように、シリンダ 61 内には、その軸方向に変位可能なスプール 62 が収容されている。スプール 62 には、その軸方向に延びる燃料導入路 63 が形成されるとともに、径方向に延びる複数の連通路 64 が形成されている。一方、シリンダ 61 には複数の流路 65 が形成されている。スプール 62 はスプリング 66 の弾性力により軸方向の一方(ここでは、図中、左側)に押されている。

50

【 0 0 4 2 】

上記シリンダ 6 1 には、ハウジング 6 7 が組みつけられており、シリンダ 6 1 とハウジング 6 7 との間に形成される環状の空間部には、ソレノイド 6 8 が収容されている。なお、このソレノイド 6 8 は、コネクタ 6 9 を介して上記 E C U 3 0 により通電される。

【 0 0 4 3 】

上記ソレノイド 6 8 が通電されると、ソレノイド 6 8 に生じる磁界によりスプール 6 2 はソレノイド 6 8 の内部へと吸引される。このため、スプール 6 2 がスプリング 6 6 の弾性力に抗して変位し、連通路 6 4 と流路 6 5 との間の流路面積が増大する（吸入調量弁 6 0 の開度が増大する）。この吸入調量弁 6 0 の開度は、ソレノイド 6 8 に対する指令電流に応じて調節され、指令電流が大きいほど開度が増大する。ちなみに、図 3 では、シリンダ 6 1 の流路 6 5 とスプール 6 2 の連通路 6 4 とが連通される吸入調量弁 6 0 の開弁状態を示している。この状態では、燃料導入路 6 3 の入り口から導入される低圧燃料は、連通路 6 4 と流路 6 5 とを介して上記高圧ポンプ 5 0 へと供給される。

10

【 0 0 4 4 】

先の図 1 に示される電子制御装置（E C U 3 0）は、ディーゼル機関を制御対象とする制御装置である。E C U 3 0 は、コモンレール 1 6 内の燃圧を検出する燃圧センサ 3 2 や、クランク軸 1 2 の回転角度を検出するクランク角センサ 3 4、燃料ポンプ 1 4 内の燃料の温度を検出する温度センサ 3 6 等、エンジンシステムの各種状態を検出するセンサの検出値を取り込む。更に、E C U 3 0 は、ユーザによるアクセル操作部材（アクセルペダル）の操作量を検出するアクセルセンサ 3 8 の出力信号を取り込む。

20

【 0 0 4 5 】

上記 E C U 3 0 では、上記各種入力信号に基づき、ディーゼル機関の各種アクチュエータを操作することで、ディーゼル機関の燃料噴射制御を行う。図 4 に、E C U 3 0 の行う処理のうち、上記燃料噴射制御に関する処理を示す。

【 0 0 4 6 】

指令噴射量算出部 B 2 は、ディーゼル機関の運転状態を示すパラメータに基づき、燃料噴射弁 2 0 に対する噴射量の指令値（指令噴射量 Q F I N）を算出する。詳しくは、上記パラメータとして、ディーゼル機関の負荷を示すパラメータと回転速度 N E とを用いる。特に本実施形態では、負荷を示すパラメータとして、アクセル操作量 A C C P を用いている。なお、指令噴射量 Q F I N は、負荷が大きいほど大きい値に設定する。

30

【 0 0 4 7 】

指令噴射期間算出部 B 4 は、上記指令噴射量 Q F I N に基づき、燃料噴射弁 2 0 に対する噴射期間の指令値（指令噴射期間 T F I N）を算出する。詳しくは、コモンレール 1 6 内の燃圧の検出値（実燃圧 N P C）と指令噴射量 Q F I N とに基づき、指令噴射期間 T F I N を算出する。これにより、燃料噴射弁 2 0 の開弁期間が操作される。

【 0 0 4 8 】

目標燃圧設定部 B 6 は、ディーゼル機関の運転状態を示すパラメータに基づき、コモンレール 1 6 内の燃圧の目標値（目標燃圧 P F I N）を設定する。詳しくは、上記パラメータとして、ディーゼル機関の負荷を示すパラメータと回転速度 N E とを用いる。特に本実施形態では、負荷を示すパラメータとして、指令噴射量 Q F I N を用いている。なお、目標燃圧 P F I N は、負荷が大きいほど高い値に設定する。

40

【 0 0 4 9 】

偏差算出部 B 8 では、実燃圧 N P C に対する目標燃圧 P F I N の偏差 P を算出する。フィードバック制御部 B 1 0 では、実燃圧 N P C を目標燃圧 P F I N にフィードバック制御するための操作量を算出する。ここで、操作量として、吸入調量弁 6 0 に対する燃料の調量量の指令値（指令調量量）を設定する。この処理は、本実施形態では、偏差 P の比例積分微分演算にて行われる。操作部 B 1 2 では、指令調量量を、吸入調量弁 6 0 に対する通電量の指令値（指令電流）に変換し、吸入調量弁 6 0 を通電操作する。詳しくは、ソレノイド 6 8 に対する通電は、所定の周波数の駆動信号の投入として行なわれ、この駆動信号の時比率（デューティ：D u t y）により電流値が指令電流に調節される。すなわち、

50

図5に示すようにDutyによりソレノイド68に流れる電流の平均値(平均電流)が指令電流に調節される。

【0050】

ところで、吸入調量弁60の経年変化により、その内周とスプール62との磨耗が進行すると、スプール62が内周を変位する際にスプール62が受ける抵抗(摺動抵抗)が増大することが発明者らによって見出されている。ここで磨耗が進行する際には、スプール62や内周にスプール62及び内周間のクリアランスよりもはるかに小さい磨耗紛が生じる現象が観測されている。

【0051】

そして、スプリング66の弾性力が及ぶ方向へのスプール62の変位が渋くなる現象がまず最初に生じることが発明者らによって見出されている。すなわち、図6に見られるように実際の燃圧(実燃圧)が目標燃圧を上回る現象が生じることが発明者らによって確認されている。ここで、図6(a1)及び図6(a2)は、ソレノイド68に流れる電流量(平均電流)の推移を示し、図6(b1)及び図6(b2)は、スプール62のリフト量(全閉状態のリフト量をゼロと定義)の推移を示し、図6(c1)及び図6(c2)は、実燃圧の推移を示す。ここで、図6(a1)及び図6(a2)において、実線にて実際の電流量を示し、一点鎖線にて実燃圧を目標燃圧に追従させるための電流を示す。また、図6(b1)及び図6(b2)において、実線は実際のリフト量を示し、一点鎖線は実燃圧を目標燃圧に追従させるためのリフト量を示す。更に、図6(c1)及び図6(c2)において、実線は実際の燃圧の推移を示し、一点鎖線は目標燃圧の推移を示す。

【0052】

ここで、図6(a1)、図6(b1)、図6(c1)では、目標燃圧を増加させた際、上記摺動抵抗の増大によるスプール62の変位の操作性の低下が生じた場合を示している。この場合、摺動抵抗の増大によりスプール62のリフト量が目標燃圧に追従させるためのリフト量を超えたところで固定されるために、実燃圧は目標燃圧を超えて上昇していく。これにより、目標燃圧と実燃圧との差に基づくフィードバック制御により電流の減少操作がなされる。そして、ソレノイド68に流れる電流が、スプール62がスプリング66の弾性力によって変位するいわゆる戻り力を回復させることができる値Aとなることで、スプール62の変位が再開される。

【0053】

一方、図6(a2)、図6(b2)、図6(c2)では、固定されている目標燃圧に実燃圧が追従しているときに摺動抵抗が増大し、スプール62の変位の操作性の低下が生じた場合を示している。ここで操作性の低下前には、Duty制御によってソレノイド68に流れる電流が周期的に増減を繰り返すために、リフト量は振動しつつその平均値が実燃圧を目標燃圧に追従させる値となっている。しかし、操作性が低下するときには、リフト量が振動の上限値となった状態で固定される現象が生じ得る。

【0054】

これらいずれの場合においても、ソレノイド68に流れる電流を戻り力を回復させることのできる値まで減少させることで、スプール62の操作性を回復させることができる。これはフィードバック制御によって自動的に行うことができるものであるとはいえ、この場合には上記戻り力を回復させることのできる値にまで電流を減少させるには長い時間がかかるため、実燃圧が目標燃圧に対して過度に大きくなるおそれがある。

【0055】

そこで本実施形態では、上記摺動抵抗の増大による操作性の低下が検出される場合、ソレノイド68に対する通電量を強制的に減少させる。これにより、フィードバック制御による通電量の自動的な減少を待つまでも無く、通電量を迅速に減少させることができる。ただし、目標燃圧に対する実燃圧のずれに基づき、上記操作性の低下を検出したのでは、その検出に要する時間が長期化する。以下、これについて図7に基づき説明する。

【0056】

図7には、一点鎖線にて示す目標燃圧PFINをステップ状に変化させる場合の実燃圧

10

20

30

40

50

N P C (実線)の挙動を示している。図示されるように、目標燃圧 P F I N が急激に変化するの、主として燃料噴射量が急増する場合である。ここで、燃料噴射弁 2 0 の応答性の方が燃料ポンプ 1 4 の応答性よりの高いために、実際の燃料噴射量が急増するタイミングに対して目標燃圧 P F I N の急増に伴う燃料ポンプ 1 4 の圧送量の増大タイミングの方が遅れる。このため、実燃圧 N P C は、期間 T 1 の間、一時的な低下を示す。

【 0 0 5 7 】

また、実燃圧 N P C が目標燃圧 P F I N に追従する前の間に、上記フィードバック制御部 B 1 0 の積分項が増大し続けるため、実燃圧 N P C が目標燃圧 P F I N に到達しても、実燃圧 N P C は更に同方向に変化してオーバーシュート現象が生じ得る。このオーバーシュート現象における期間 T 2 において、実燃圧 N P C と目標燃圧 P F I N との乖離度合いは増大する。

10

【 0 0 5 8 】

上述した期間 T 1 , T 2 においては、上記摺動抵抗の増大に起因した燃料ポンプ 1 4 の操作性が低下していないにもかかわらず、実燃圧 N P C と目標燃圧 P F I N との乖離度合いが増大している。このため、こうした現象が生じている場合に、上記摺動抵抗の増大による操作性の低下である旨の誤検出を回避することが望まれる。このため、実燃圧 N P C と目標燃圧 P F I N との差に基づき上記操作性の低下を検出する際には、上記差が所定以上となる継続時間の下限値を十分に長くすることが望まれることとなる。

【 0 0 5 9 】

こうした点に鑑み、上記操作性の低下をより迅速に検出すべく、本実施形態では、吸入調量弁 6 0 によって実際に調量された燃料量を推定し、その変化量に基づき上記検出を行う。以下、先の図 4 に戻って、吸入調量弁 6 0 によって実際に調量された燃料量の推定処理について説明する。

20

【 0 0 6 0 】

ポンプリーク量算出部 B 1 4 は、指令調量量と実燃圧 N P C とに基づき、燃料ポンプ 1 4 において吸入調量弁 6 0 によって調量された燃料のうち、コモンレール 1 6 に吐出されることなく、リークする燃料量(所定期間あたりの量)を算出する。このリークは、先の図 2 に示したプランジャ 5 1 やカムリング 5 6 等の稼働部と内壁との間のクリアランスを介して低压燃料通路 1 9 へと流出するものである。

【 0 0 6 1 】

動的リーク算出部 B 1 6 は、燃料噴射弁 2 0 の操作量に基づき、コモンレール 1 6 内の燃料のうち、燃料噴射弁 2 0 へと流出する燃料量(所定期間あたりの量)を算出する。これは、ノズルニードル 2 1 の開弁に伴ってディーゼル機関の燃焼室に噴射される燃料量と、バルブ 2 5 の開弁に伴って低压燃料通路 1 9 へと流出する燃料量との和である。具体的には、本実施形態では、この燃料量を算出するためのパラメータとして、指令噴射期間 T F I N を用いている。

30

【 0 0 6 2 】

昇圧量算出部 B 1 8 では、所定期間当たりの実燃圧 N P C に基づき、実燃圧 N P C の変化量 N P C を算出する。

【 0 0 6 3 】

静的リーク算出部 B 2 0 では、燃料噴射弁 2 0 によって噴射されることなく、高压燃料通路 1 8 から燃料噴射弁 2 0 を介して低压燃料通路 1 9 へとリークする燃料量(所定期間当たりの量)を算出する。この算出には、所定期間当たりの量とすべく、回転速度 N E が用いられる。また、リーク量は、燃料の粘性に依存することに鑑み、燃料の粘性と相関を有するパラメータが用いられる。具体的には、本実施形態では、このパラメータとして、燃料の温度を用いている。

40

【 0 0 6 4 】

なお、上記所定期間は、所定クランク角度とすることが望ましい。

【 0 0 6 5 】

こうして算出された各リーク量と変化量 N P C とに基づき、異常処理部 B 2 2 では、

50

上記摺動抵抗の増加に起因した燃料ポンプ14の操作性の低下を検出し、これに基づき上記復帰処理を行う。図8に、本実施形態にかかる上記検出処理及びこれに引き続く操作性の低下からの回復を促す復帰処理の手順を示す。この処理は、ECU30によって、例えば所定周期で繰り返し実行される。

【0066】

この一連の処理では、まずステップS10において、目標燃圧PFINを算出し、ステップS12において実燃圧NPCを取得することで、ステップS14において、偏差Pを算出する。続くステップS16においては、偏差Pに基づき、吸入調量弁60に対する指令電流を算出する。この処理は、上記フィードバック制御部B10において指令吐出量を算出した後、これを指令電流に換算する処理となる。

10

【0067】

続くステップS18においては、吸入調量量QSC Tの変化量(吸入量変化 QSC T)を算出する。ここでは、まず、実燃圧NPCの変化量 NPCを燃料量に換算する。続いて、ポンプリーク量算出部B14、動的リーク算出部B16、静的リーク算出部B20のそれぞれで算出されたリーク量の合計に、上記換算された燃料量を加算することで今回の吸入調量量QSC T(n)を算出する。そして、前回算出された吸入調量量QSC T(n-1)に対する今回の吸入調量量QSC T(n)の差を、吸入量変化 QSC Tとして算出する。

【0068】

続くステップS20においては、吸入量変化 QSC Tの絶対値が規定値 以下であつて且つ、偏差Pの絶対値が所定回数 にわたって増加し続けているか否かを判断する。この処理は、上記摺動不良による燃料ポンプ14の操作性の低下の有無を判断するものである。すなわち、偏差Pの絶対値が増加し続ける場合には、フィードバック制御によって吸入調量弁60の操作量が変更されると考えられるため、本来なら調量量が変化しているはずである。このため、偏差Pの絶対値が増加し続けるにもかかわらず、吸入量変化 QSC Tの絶対値が規定値 以下であるなら、上記摺動不良に起因して燃料ポンプ14の操作性が低下していると考えられる。このため、この条件によって、上記操作性の低下を検出する。なお、上記規定値 は、偏差Pの絶対値が増加し続ける状況下にあつて、吸入量変化 QSC Tとして想定し得ない小さい値とされている。また、所定回数 は、先の図7に示した期間T1, T2における現象に起因した誤検出を回避し得る範囲で、極力短期間を規定するものとする。ちなみに、上記偏差Pの絶対値やその増加量が所定以上でない場合には、ステップS20において肯定判断されないようにすることが望ましい。

20

30

【0069】

上記ステップS20において肯定判断される場合、ステップS24において、上記指令電流を、所定量 だけ強制的に減少させる。ここでは、減少後の指令電流がゼロよりも大きい量となるようにする。なお、この処理は、例えば、燃料ポンプ14による燃料の吐出周期と同周期の「180°CA」の期間に渡ってなされる。

【0070】

そして、上記ステップS24の処理が完了する場合や、ステップS20において否定判断される場合には、ステップS22において指令電流をDutyに換算する。ここでDutyは、一周期に対する論理「H」の期間として定義されており、指令電流が大きいほどDutyが大きく設定される。なお、ステップS22の処理が完了すると、この一連の処理を一旦終了する。

40

【0071】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

【0072】

(1) 目標燃圧PFINに対して実燃圧NPCにずれが生じている状況下、吸入量変化QSC Tが規定値 以下であることに基づき、吸入調量弁60の異常を検出した。これにより、吸入調量弁60に異常がある場合にこれを迅速に検出することができる。

50

【 0 0 7 3 】

(2) 偏差 P の絶対値が増大して且つ、吸入量変化 Q S C T が規定値 以下であることにに基づき、吸入調量弁 6 0 の異常を検出した。これにより、上記復帰処理が望まれるような異常を、高精度に検出することができる。

【 0 0 7 4 】

(3) 吸入量変化 Q S C T を、燃料噴射弁 2 0 の燃料噴射量及びコモンレール 1 6 内の燃圧の変化量 N P C に基づき推定した。これにより、吸入量変化 Q S C T を適切に推定することができる。

【 0 0 7 5 】

(4) 吸入量変化 Q S C T を、燃料ポンプ 1 4 や燃料噴射弁 2 0 からのリーク燃料量を加味して推定した。これにより、より高精度な推定が可能となる。

10

【 0 0 7 6 】

(5) 実燃圧 N P C と目標燃圧 P F I N との偏差 P の積分制御に基づき、実燃圧 N P C を目標燃圧 P F I N にフィードバック制御した。この場合、実燃圧 N P C と目標燃圧 P F I N との乖離のみに基づき上記異常を判断するためには、長時間を要する。このため、吸入量変化 Q S C T を用いるメリットが特に高い。

【 0 0 7 7 】

(6) 摺動不良に起因した上記異常が検出される場合、ソレノイド 6 8 に対する通電操作を通常時の操作から強制的に変更することで異常からの復帰を促す復帰処理を実行した。これにより、異常からの復帰を促すことができる。

20

【 0 0 7 8 】

(7) ソレノイド 6 8 の通電操作を、時比率制御によって行った。これにより、通電量調節手段の回路構成を簡素化することができる。しかしこの場合、例えば吐出量を一定とする場合であっても、スプール 6 2 が時比率に従って微小な振動を伴って変位を継続するために、上記摺動抵抗の増大に伴ってスプール 6 2 の振動が妨げられ、燃圧の制御性が低下する現象も生じ得る。このため、上記異常検出の利用価値が特に高い。

【 0 0 7 9 】

(第 2 の実施形態)

以下、第 2 の実施形態について、先の第 1 の実施形態との相違点を中心に、図面を参照しつつ説明する。

30

【 0 0 8 0 】

図 9 に、本実施形態にかかる復帰処理の手法を示す。詳しくは、図 9 (a) に、吸入調量弁 6 0 に対する通電操作のための D u t y の推移を示し、図 9 (b) に、実線にて、吸入調量弁 6 0 のソレノイド 6 8 を流れる電流を、また 2 点鎖線にて、D u t y 制御の周期あたりの平均電流をそれぞれ示す。図示されるように、本実施形態では、異常が検出される場合 (先の図 8 におけるステップ S 2 0 : Y E S)、復帰処理として、s 周期分の D u t y を所定量だけ強制的に減少補正する。ここで s 周期は、電流を強制的に減少させることによりスプール 6 2 の変位の操作性を回復させることができると想定される周期であって、且つ極力短い周期とすることが望ましい。このように、D u t y を強制的に減少させることによっても、燃圧の制御性を回復させることができる。

40

【 0 0 8 1 】

(第 3 の実施形態)

以下、第 3 の実施形態について、先の第 1 の実施形態との相違点を中心に、図面を参照しつつ説明する。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 に、本実施形態にかかる復帰処理の手法を示す。なお、図 1 0 (a) 及び図 1 0 (b) は、先の図 9 (a) 及び図 9 (b) に対応している。図示されるように、本実施形態では、異常が検出される場合 (先の図 8 におけるステップ S 2 0 : Y E S)、D u t y の駆動周波数を通常時の周波数よりも小さい周波数に設定する。これにより、平均電流を変更することなく、電流の振幅を増大させることができる。図 1 0 においては、通常時の

50

周波数の Duty 制御を破線で示し、復帰処理時の周波数の Duty 制御を実線で示している。図示されるように、周波数を低減することで、電流の最小値が減少し、ひいてはスプール 62 を吸引するソレノイド 68 の電磁力の最小値が低下する。したがって、平均電流自体は変わらないものの、局所的な時間スケールにおいて電流を強制的に減少させる処理をしていることとなり、これにより操作性の回復を図ることができる。

【 0 0 8 3 】

(その他の実施形態)

上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【 0 0 8 4 】

・上記第 1 の実施形態においては、通電量の強制的な減少処理を吐出周期以下の時間で行ったが、これに限らない。要は、操作性を確実に回復させることのできる時間に設定することが望ましい。この際、この時間を極力短い時間とすることが望ましい。なお、一回の強制的な減少処理では操作性を確実に回復させることのできない設定である場合、同処理を複数回断続的に行う設定とすることで、操作性の回復を図ってもよい。

10

【 0 0 8 5 】

・上記各実施形態では、吸入調量弁 60 としてノーマリークローズ式のものをを用いたが、ノーマリーオープン式のものをを用いてもよい。この場合であっても、上記操作性が低下する際の燃圧の挙動と、先の図 7 に示した燃圧の挙動とが近似する傾向にある。このため、これらを識別する上で本発明の適用が有効である。

【 0 0 8 6 】

・上記各実施形態では、ノーマリーオープン式の流量制御弁とノーマリークローズ式の流量制御弁との双方に適用できる汎用性のある処理手段を構築すべく、偏差 P の絶対値に基づき流量制御弁の異常の有無を判断したがこれに限らない。ノーマリークローズ式用の処理として、偏差 P が負でその絶対値が増加することに基づき異常を検出する処理手段を構築したり、ノーマリーオープン式用の処理として、偏差 P が正で増加することに基づき異常を検出する処理手段を構築したりしてもよい。

20

【 0 0 8 7 】

・上記各実施形態では、スプール 62 の変位の操作性を回復させる処理(異常からの復帰を促す処理)として、電流を減少させる処理を用いたがこれに限らない。すなわち、上述したように、摺動抵抗が増大する際には、スプリング 66 によるスプール 62 の変位の操作性がまず最初に低下するものの、吸入調量弁 60 の劣化が更に進み、摺動抵抗が更に増大する場合には、ソレノイド 68 の電磁力によるスプール 62 の変位の操作性も低下する可能性がある。そしてこの場合にも、スプール 62 を一旦強制的に変位させることで、操作性が回復する可能性がある。

30

【 0 0 8 8 】

・実燃圧 NPC を目標燃圧 PFIN にフィードバック制御する手法としては、上記 PID 制御に限らない。例えば PI 制御等であってもよい。また、古典制御にも限らない。ただし、実燃圧 NPC と目標燃圧 PFIN との差の積分演算値に基づき流量制御弁を操作するものであるなら、目標燃圧 PFIN が変化する過渡時において実燃圧 NPC がオーバーシュートする現象が生じやすい。そしてこの場合には、実燃圧 NPC の挙動によっては、このオーバーシュートと流量制御弁の異常とを迅速に識別することが困難であるため、本発明の適用が特に有効である。

40

【 0 0 8 9 】

・吸入調量弁 60 の吸入量を推定する手法としては、上記各実施形態で例示したものに限らない。例えば、燃料噴射弁 20 が、ノズルニードル 21 の変位方向の双方向に燃料の圧力を印加する構成でないなら、ノズルニードル 21 の開弁に伴って低压燃料通路 19 に流出する燃料量は少量となり得る。このため、こうした場合には、燃料噴射弁 20 を介して低压燃料通路 19 へと流出する燃料量を無視して吸入量を推定してもよい。また例えば、燃料ポンプ 14 内部のクリアランスを介して低压燃料通路 19 に流出する燃料量が他と比較して無視できるなら、これを考慮しなくてもよい。もっとも、吸入調量弁 60 の吸

50

入量の変化は、吸入調量弁 60 のスプール 62 の変位を検出するためのパラメータであることに鑑みれば、スプール 62 の変位を検出可能な程度の精度で吐出量の変化を検出すればよいこととなる。このため、例えば噴射量(指令噴射期間 T F I N 又は指令噴射量 Q F I N)と実燃圧 N P C の変化との 2 つのパラメータから吸入量を推定し、これに基づき吸入量の変化量を推定してもよい。また、吸入量の変化量の推定手法としては、吸入量の推定結果に基づくものに限らず、例えば実燃圧 N P C の変化量と噴射量の変化量とに基づき直接推定するものであってもよい。

【0090】

更に、吸入量の変化量を推定する代わりに、スプール 62 の変位量を直接推定してもよい。スプール 62 の変位によって吸入量が増加することに鑑みれば、吸入量の変化量を推定するパラメータを入力として、スプール 62 の変位量を直接推定することも可能と考えられる。

10

【0091】

・吸入調量弁としては、図 3 に例示されたものに限らず、要は、ソレノイドによって生じる磁力及びスプリングの弾性力により該ソレノイドの軸方向にスプールを変位させることで燃料流量を調節するものであればよい。なお、吸入調量弁にも限らず、燃料ポンプによって加圧されて外部へと吐出される燃料量を直接調節する吐出制御弁であってもよい。また、流量制御弁の操作信号としては、時比率信号に限らず、アナログの電流信号であってもよい。

【0092】

・燃料噴射弁 20 の備えるアクチュエータとしては、電磁ソレノイドに限らず、例えば piezo 素子であってもよい。

20

【0093】

・内燃機関としては、ディーゼル機関に限らず、例えば筒内噴射式ガソリン機関であってもよい。こうした場合であっても、筒内噴射式内燃機関であるなら、蓄圧容器に高圧燃料を蓄える構成となりやすいため、本発明の適用が有効である。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図 1】第 1 の実施形態にかかるシステム構成図。

【図 2】同実施形態にかかる燃料ポンプの構成を示す断面図。

30

【図 3】同実施形態にかかる吸入調量弁の断面構成を示す断面図。

【図 4】同実施形態にかかる燃料噴射制御に関する処理を示すブロック図。

【図 5】同実施形態にかかる燃料ポンプの操作態様を示すタイムチャート。

【図 6】流量制御弁の異常時の燃圧の挙動を例示するタイムチャート。

【図 7】流量制御弁の異常時と正常時とを判別するための条件を説明するための図。

【図 8】上記実施形態にかかる燃圧制御の処理手順を示す流れ図。

【図 9】第 2 の実施形態にかかる異常復帰処理の態様を示すタイムチャート。

【図 10】第 3 の実施形態にかかる異常復帰処理の態様を示すタイムチャート。

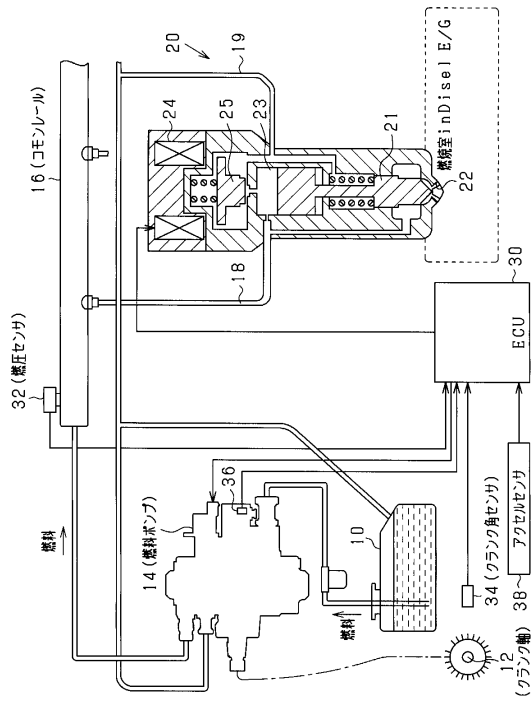
【符号の説明】

【0095】

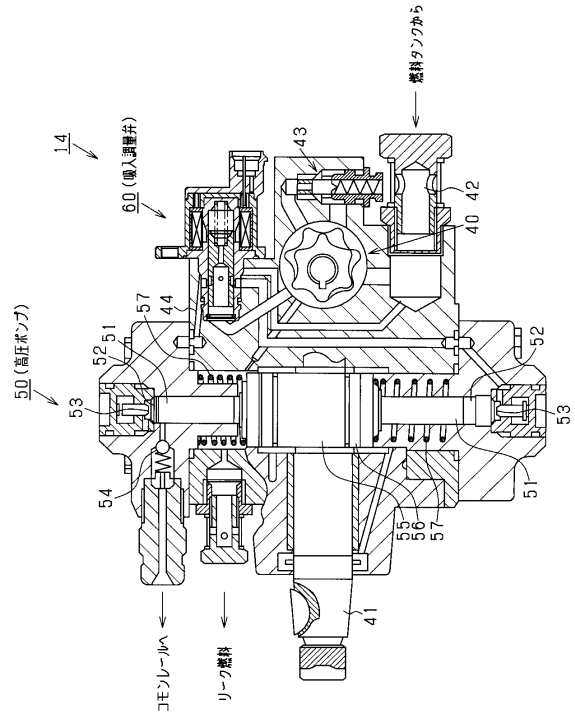
40

14 ... 燃料ポンプ、60 ... 吸入調量弁(流量制御弁の一実施形態)、62 ... スプール、68 ... ソレノイド、30 ... ECU(燃圧制御装置の一実施形態)。

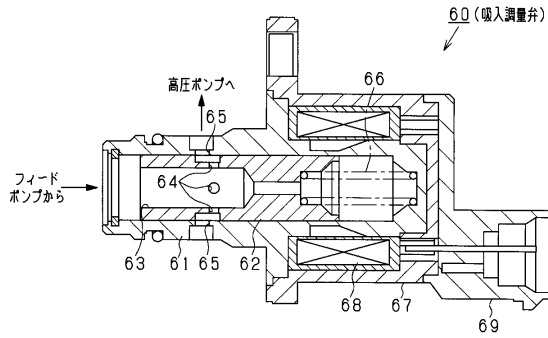
【図1】



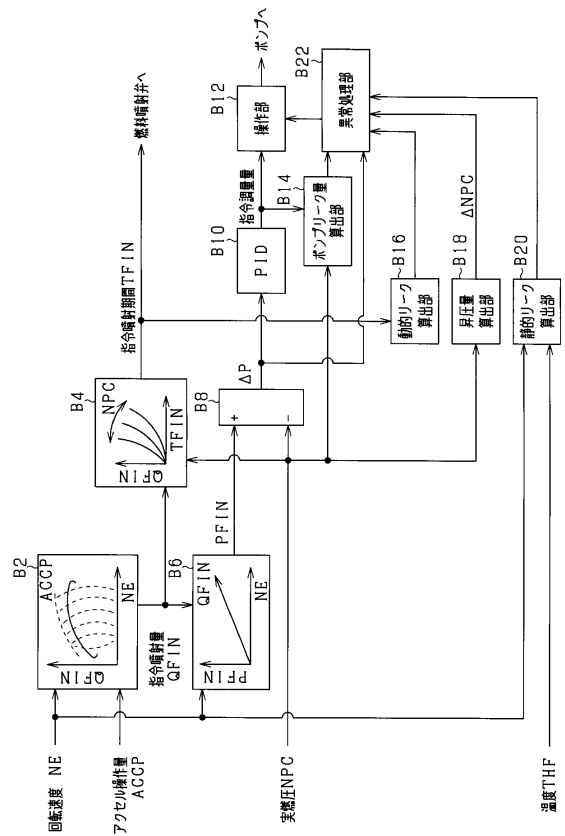
【図2】



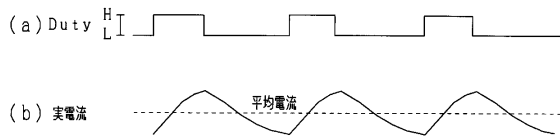
【図3】



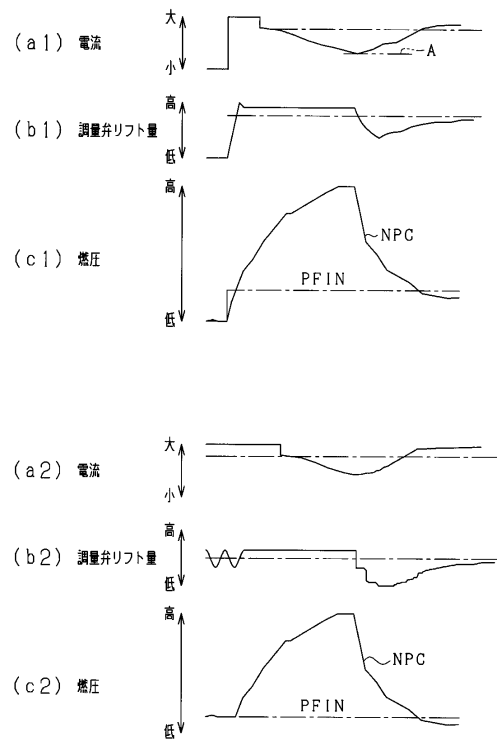
【図4】



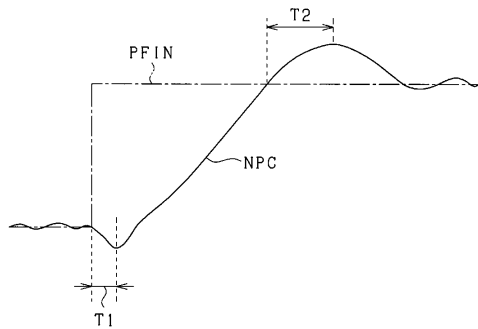
【図5】



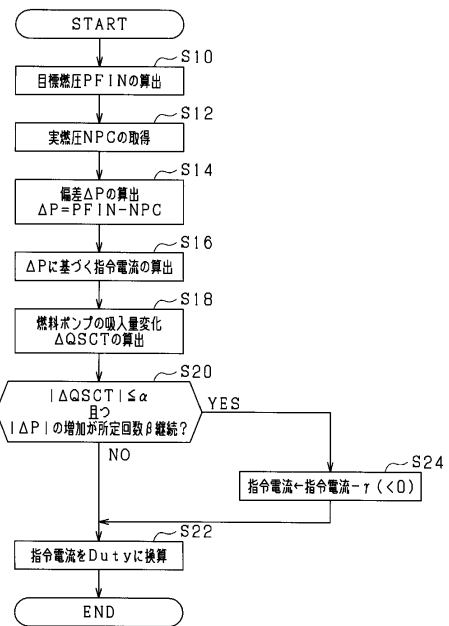
【図6】



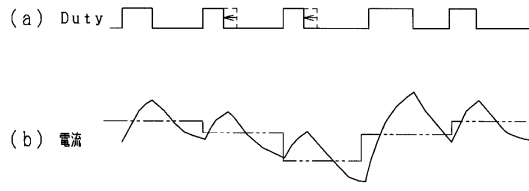
【図7】



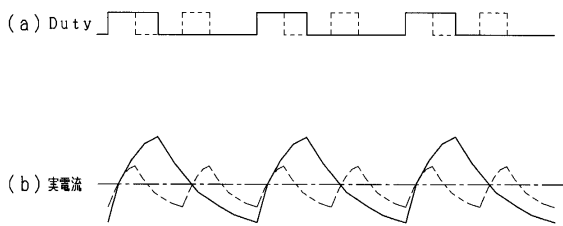
【図8】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 59/34 (2006.01) F 0 2 M 59/34

(56)参考文献 特開2004-108171(JP,A)
特開2008-075452(JP,A)
特開2004-340034(JP,A)
特開平10-047144(JP,A)
特開2008-101546(JP,A)
特開2000-073828(JP,A)
特表2003-531998(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 M 3 9 / 0 0 - 7 1 / 0 4