

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料の吸入口（２１）と吐出口（３１）を有するポンプ室（１７）と、該ポンプ室内で往復運動するプランジャ（１８）と、前記吸入口側を開閉する調量弁（２３）と、該調量弁を開閉移動させる電磁アクチュエータ（２７）とを備えた高圧ポンプ（１４）の制御装置において、

前記電磁アクチュエータのソレノイド（３０）への通電を停止して該電磁アクチュエータの可動部（２８）を閉側位置から開側位置に移動させると共に前記調量弁を開弁させる開弁制御を実行する開弁制御手段（４０）を備え、

前記開弁制御手段は、前記開弁制御の際に、前記ポンプ室内の燃料圧力が低下して前記調量弁が開弁するまで前記ソレノイドへの通電を継続して前記可動部を前記閉側位置に保持し、前記調量弁が開弁した後に前記ソレノイドへの通電を一旦停止して、前記可動部が前記開側位置に到達する前に前記ソレノイドに一時的に再通電することを特徴とする高圧ポンプの制御装置。

10

【請求項 2】

前記開弁制御手段は、前記可動部を前記閉側位置に保持する期間を、燃料圧力に応じて変更することを特徴とする請求項 1 に記載の高圧ポンプの制御装置。

【請求項 3】

前記開弁制御手段は、前記可動部を前記閉側位置に保持する期間を、燃料温度に応じて変更することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の高圧ポンプの制御装置。

20

【請求項 4】

前記開弁制御手段は、前記可動部を前記閉側位置に保持する期間を、前記プランジャを駆動するカム（２０）の回転速度に応じて変更することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の高圧ポンプの制御装置。

【請求項 5】

前記開弁制御手段は、前記可動部を前記閉側位置に保持する期間を、前記プランジャを駆動するカムの形状に応じて変更することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の高圧ポンプの制御装置。

【請求項 6】

前記開弁制御手段は、前記可動部が前記開側位置に到達する前に前記ソレノイドに一時的に再通電するときの電流値を、前記可動部の前記閉側位置方向への逆戻りが発生しない範囲内で設定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の高圧ポンプの制御装置。

30

【請求項 7】

前記開弁制御手段は、前記調量弁が開弁した後に前記ソレノイドへの通電を一旦停止したときに前記ソレノイドに流れる電流をフライバック回路（４６）により取り去るフライバック制御を実行することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の高圧ポンプの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本発明は、高圧ポンプの吸入口側を開閉するための電磁アクチュエータを備えた高圧ポンプの制御装置に関する発明である。

【背景技術】

【０００２】

気筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射式エンジンは、吸気ポートに燃料を噴射する吸気ポート噴射式エンジンと比較して、噴射から燃焼までの時間が短く、噴射燃料を霧化させる時間を十分に稼ぐことができないため、噴射圧力を高圧にして噴射燃料を微粒化する必要がある。そのため、筒内噴射式エンジンでは、電動式の低圧ポンプで燃料タンクから汲み上げた燃料を、エンジンの動力で駆動される高圧ポンプに供給し、この高圧ポンプから

50

吐出される高圧の燃料を燃料噴射弁へ圧送するようにしている。

【0003】

このような高圧ポンプとしては、例えば、高圧ポンプの吸入口側を開閉する調量弁と、この調量弁を開閉移動させる電磁アクチュエータとを設け、この電磁アクチュエータの通電を制御して調量弁の開弁期間を制御することで高圧ポンプの燃料吐出量を制御して燃圧（燃料圧力）を制御するようにしたものがある。

【0004】

また、電磁弁で構成された燃料噴射弁の開弁時に発生する騒音を低減する技術として、例えば、特許文献1（特開平4-153542号公報）に記載されているように、燃料噴射弁（電磁弁）の駆動コイルへの通電を停止して燃料噴射弁を開弁する際に、駆動コイルへの通電停止後に駆動コイルに一時的に再通電することで、燃料噴射弁の開弁速度を低下させるようにしたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平4-153542号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述した高圧ポンプにおいては、電磁アクチュエータのソレノイドへの通電を停止して電磁アクチュエータの可動部を開側位置に移動させて調量弁を開弁させる開弁制御の際に、可動部や調量弁がストッパ部等に衝突して振動が発生し、この振動によって不快な騒音が発生する可能性がある。

【0007】

ところで、図4に示すように、高圧ポンプの開弁制御の際には、ソレノイドへの通電を停止しても、まだポンプ室内の燃圧が高いときには、可動部が調量弁に突き当たってもポンプ室内の燃圧で調量弁が開弁状態に維持されるため、可動部が調量弁に突き当たった状態で止まる。その後、ポンプ室内の燃圧が低下すると、可動部が開側位置に移動すると共に調量弁が開弁する。

【0008】

このため、上記特許文献1の技術を利用して、図6に示すように、高圧ポンプの開弁制御の際に、通常の開弁制御と同じタイミングでソレノイドへの通電を停止した後に、ソレノイドに一時的に再通電するようにしても、可動部が調量弁に突き当たって止まっているときに再通電する可能性があり、このような場合、その後、ポンプ室内の燃圧が低下して可動部が開側位置に移動する際の移動速度を低下させることができず、開弁制御時に発生する騒音を低減することが困難である。

【0009】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、高圧ポンプの開弁制御時に発生する騒音を低減することができる高圧ポンプの制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、燃料の吸入口と吐出口を有するポンプ室と、該ポンプ室内で往復運動するプランジャと、吸入口側を開閉する調量弁と、該調量弁を開閉移動させる電磁アクチュエータとを備えた高圧ポンプの制御装置において、電磁アクチュエータのソレノイドへの通電を停止して該電磁アクチュエータの可動部を開側位置から開側位置に移動させると共に調量弁を開弁させる開弁制御を実行する開弁制御手段を備え、この開弁制御手段は、開弁制御の際に、ポンプ室内の燃料圧力が低下して調量弁が開弁するまでソレノイドへの通電を継続して可動部を開側位置に保持し、調量弁が開弁した後にソレノイドへの通電を一旦停止して、可動部が開側位置に到達する前にソレノイドに一時的に再通電するようにしたものである。

【0011】

この構成では、開弁制御の際に、ポンプ室内の燃料圧力が低下して調量弁が開弁するまでソレノイドへの通電を継続して可動部を閉側位置に保持し、調量弁が開弁した後にソレノイドへの通電を一旦停止することで、可動部が調量弁に突き当たって止まることなく開側位置へ向かって移動する。そして、可動部が開側位置に到達する前にソレノイドに一時的に再通電することで、ソレノイドの電磁吸引力を一時的に発生させて、この電磁吸引力により可動部が開側位置に移動する際の移動速度を低下させることができる。これにより、可動部が開側位置に到達する際に発生する振動を抑制することができ、開弁制御時に発生する騒音を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】図1は本発明の一実施例における筒内噴射式エンジンの燃料供給システムの概略構成を示す図である。

【図2】図2は高圧ポンプの燃料吸入時の状態を示す概略構成図である。

【図3】図3は高圧ポンプの燃料吐出時の状態を示す概略構成図である。

【図4】図4は通常の開弁制御を説明する図である。

【図5】図5は音低減用の開弁制御を説明する図である。

【図6】図6は比較例の開弁制御を説明する図である。

【図7】図7は燃圧ピーク値と調量弁開弁期間との関係を説明する図である。

【図8】図8は燃圧ピーク値と調量弁開弁期間との関係を示す図である。

20

【図9】図9は燃料温度と体積弾性率との関係を示す図である。

【図10】図10は燃料温度と調量弁開弁期間との関係を示す図である。

【図11】図11はカムプロフィールの影響を説明する図である。

【図12】図12はカムリフト量の降下速度と調量弁開弁期間との関係を示す図である。

【図13】図13は再通電時の電流値の設定方法を説明する図である。

【図14】図14はフライバック制御を説明する図である。

【図15】図15はソレノイドの駆動回路の概略構成図である。

【図16】図16はフライバック制御の実行例を示すタイムチャートである。

【図17】図17は開弁制御ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0013】

以下、本発明を実施するための形態を具体化した一実施例を説明する。

燃料を貯溜する燃料タンク11内には、燃料を汲み上げる低圧ポンプ12が設置されている。この低圧ポンプ12は、バッテリー（図示せず）を電源とする電動モータ（図示せず）によって駆動される。この低圧ポンプ12から吐出される燃料は、燃料配管13を通して高圧ポンプ14に供給される。燃料配管13には、プレッシャレギュレータ15が接続され、このプレッシャレギュレータ15によって低圧ポンプ12の吐出圧力（高圧ポンプ14への燃料供給圧力）が所定圧力に調圧され、その圧力を越える燃料の余剰分が燃料戻し配管16により燃料タンク11内に戻されるようになっている。

【0014】

40

図2及び図3に示すように、高圧ポンプ14は、円筒状のポンプ室17内でプランジャ18を往復運動させて燃料を吸入／吐出するプランジャポンプであり、プランジャ18は、エンジンのカム軸19に嵌着されたカム20の回転運動によって駆動される。この高圧ポンプ14の吸入口21側には、燃料通路22を開閉する調量弁23と、この調量弁23を開閉移動させる電磁アクチュエータ27が設けられている。

【0015】

電磁アクチュエータ27は、移動可能な可動部28と、この可動部28を開側位置（図2参照）へ付勢するスプリング29と、可動部28を閉側位置（図3参照）へ電磁駆動するソレノイド30（コイル）等で構成されている。調量弁23は、電磁アクチュエータ27の可動部28により開弁方向に押圧される押圧部24と、燃料通路22を開閉する弁体

50

25と、この弁体25を閉弁方向に付勢するスプリング26等で構成されている。また、高圧ポンプ14の吐出口31側には、吐出した燃料の逆流を防止する逆止弁32が設けられている。

【0016】

図2に示すように、電磁アクチュエータ27の非通電時（ソレノイド30への通電のオフ時）には、電磁アクチュエータ27のスプリング29の付勢力により可動部28が開側位置へ移動するため、可動部28により調量弁23の押圧部24が押圧されて弁体25が開弁方向に移動して開弁し、燃料通路22が開放される。

【0017】

一方、図3に示すように、電磁アクチュエータ27の通電時（ソレノイド30への通電のオン時）には、電磁アクチュエータ27のソレノイド30の電磁吸引力により可動部28が閉側位置へ移動するため、調量弁23のスプリング26の付勢力により弁体25が閉弁方向に移動して閉弁し、燃料通路22が閉鎖される。

【0018】

図2に示すように、高圧ポンプ14の吸入行程（プランジャ18の下降時）において調量弁23の弁体25が開弁してポンプ室17内に燃料が吸入され、図3に示すように、高圧ポンプ14の吐出行程（プランジャ18の上昇時）において調量弁23の弁体25が閉弁してポンプ室17内の燃料が吐出されるように電磁アクチュエータ27（ソレノイド30）の通電を制御する。

【0019】

その際、電磁アクチュエータ27（ソレノイド30）の通電開始時期を制御して調量弁23の閉弁期間を制御することで、高圧ポンプ14の燃料吐出量を制御して燃圧（燃料圧力）を制御する。例えば、燃圧を上昇させるときには、電磁アクチュエータ27の通電開始時期を進角させて調量弁23の閉弁開始時期を進角させることで、調量弁23の閉弁期間を長くして高圧ポンプ14の吐出流量を増加させる。逆に、燃圧を低下させるときには、電磁アクチュエータ27の通電開始時期を遅角させて調量弁23の閉弁開始時期を遅角させることで、調量弁23の閉弁期間を短くして高圧ポンプ14の吐出流量を減少させる。

【0020】

図1に示すように、高圧ポンプ14から吐出された燃料は、高圧燃料配管33を通してデリバリパイプ34に送られ、このデリバリパイプ34からエンジンの各気筒に取り付けられた燃料噴射弁35に高圧の燃料が分配される。デリバリパイプ34（又は高圧燃料配管33）には、高圧燃料配管33やデリバリパイプ34等の高圧燃料通路内の燃圧を検出する燃圧センサ36が設けられている。

【0021】

また、エンジンには、吸入空気量を検出するエアフローメータ37や、クランク軸（図示せず）の回転に同期して所定のクランク角毎にパルス信号を出力するクランク角センサ38が設けられている。このクランク角センサ38の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。更に、エンジンのシリンダブロックには、冷却水温（冷却水の温度）を検出する冷却水温センサ39が設けられている。

【0022】

これら各種センサの出力は、電子制御ユニット（以下「ECU」と表記する）40に入力される。このECU40は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御用のプログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて、燃料噴射量、点火時期、スロットル開度（吸入空気量）等を制御する。

【0023】

また、ECU40は、図4に示すように、高圧ポンプ14の調量弁23を閉弁させる閉弁制御の際には、電磁アクチュエータ27のソレノイド30に通電して電磁アクチュエータ27の可動部28を開側位置から閉側位置に移動させることで調量弁23を閉弁させる

10

20

30

40

50

。その後、高圧ポンプ 14 の調量弁 23 を開弁させる開弁制御の際には、電磁アクチュエータ 27 のソレノイド 30 への通電を停止して電磁アクチュエータ 27 の可動部 28 を閉側位置から開側位置に移動させて調量弁 23 を開弁させる。

【0024】

しかし、高圧ポンプ 14 の開弁制御時には、可動部 28 や調量弁 23 がストッパ部 41 等に衝突して振動が発生し、この振動によって不快な騒音が発生する可能性があり、例えば、低速走行中や停車中は、開弁制御時に発生する騒音が運転者に聞こえ易くなる。

【0025】

ところで、図 4 に示すように、高圧ポンプ 14 の開弁制御の際には、ソレノイド 30 への通電を停止しても、まだポンプ室 17 内の燃圧が高いときには、可動部 28 が調量弁 23 (押圧部 24) に突き当たってもポンプ室 17 内の燃圧で調量弁 23 が閉弁状態に維持されるため、可動部 28 が調量弁 23 (押圧部 24) に突き当たった状態で止まる。その後、ポンプ室 17 内の燃圧が低下すると、可動部 28 が開側位置に移動すると共に調量弁 23 が開弁する。

【0026】

このため、従来技術を利用して、図 6 に示す比較例のように、高圧ポンプ 14 の開弁制御の際に、通常の開弁制御と同じタイミングでソレノイド 30 への通電を停止した後に、ソレノイド 30 に一時的に再通電するようにしても、可動部 28 が調量弁 23 (押圧部 24) に突き当たって止まっているときに再通電する可能性があり、このような場合、その後、ポンプ室 17 内の燃圧が低下して可動部 28 が開側位置に移動する際の移動速度を低下させることができず、開弁制御時に発生する騒音を低減することが困難である。

【0027】

そこで、本実施例では、ECU 40 により後述する図 17 の開弁制御ルーチンを実行することで、開弁制御の際 (つまり電磁アクチュエータ 27 のソレノイド 30 への通電を停止して可動部 28 を閉側位置から開側位置に移動させると共に調量弁 23 を開弁させる際) に、所定の音低減制御実行条件が成立したときには、開弁制御時に発生する騒音が運転者に聞こえ易い状態であると判断して、開弁制御時に発生する騒音を低減するために、図 5 に示すように、音低減用の開弁制御を実行する。この音低減用の開弁制御では、ポンプ室 17 内の燃圧が低下して調量弁 23 が開弁するまでソレノイド 30 への通電を継続して可動部 28 を閉側位置に保持し、調量弁 23 が開弁した後にソレノイド 30 への通電を一旦停止する。これにより、可動部 28 が調量弁 23 に突き当たって止まることなく開側位置へ向かって移動する。そして、可動部 28 が開側位置に到達する前にソレノイド 30 に一時的に再通電する。これにより、ソレノイド 30 の電磁吸引力を一時的に発生させて、この電磁吸引力により可動部 28 が開側位置に移動する際の移動速度を低下させる。

【0028】

この音低減用の開弁制御では、ポンプ室 17 内の燃圧が所定値 (調量弁 23 が開弁する燃圧) 以下に低下して調量弁 23 が開弁するまでソレノイド 30 への通電を継続して可動部 28 を閉側位置に保持する必要がある。

【0029】

ここで、カムリフト量 L (プランジャ 18 のリフト量) とポンプ室 17 内の燃圧 P との関係は、ポンプ室 17 の容積 V と、燃料の体積弾性率 E と、プランジャ 18 の面積 S とを用いて、下記 (1) 式で表すことができる。

$$L = P \times V / (E \times S) \quad \cdots (1)$$

上記 (1) 式より、ポンプ室 17 内の燃圧 P が高くなるほど、その燃圧 P を所定値以下に低下させるのに必要なカムリフト量 L の降下分が大きくなるため、燃圧 P が所定値以下に低下するまでの期間が長くなる。

【0030】

このため、図 7 に示すように、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値が高くなるほど、燃圧が所定値 (調量弁 23 が開弁する燃圧) 以下に低下するまでの期間が長くなって、調量弁開弁期間 (燃圧が低下し始めてから調量弁 23 が開弁するまでの期間) が長くなる。つまり

、図 8 に示すように、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値が高くなるほど、調量弁開弁期間が長くなるという特性がある。

【0031】

そこで、本実施例では、音低減用の開弁制御の際に、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値に応じて、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更する。具体的には、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値が高くなるほど、通電延長期間（通常の開弁制御の通電停止タイミングに対してソレノイド 30 への通電を延長する期間）を長くして、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を長くする。このようにすれば、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値に応じて、調量弁開弁期間が変化するのに対応して、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更することができる。これにより、燃圧ピーク値の変化によって調量弁開弁期間が変化しても、調量弁 23 が開弁するまで確実に可動部 28 を閉側位置に保持するようにできる。

10

【0032】

また、図 9 に示すように、燃料温度が高くなるほど、燃料の体積弾性率が小さくなる。更に、上記（1）式より、燃料の体積弾性率 E が小さくなるほど、燃圧 P を所定値以下に低下させるのに必要なカムリフト量 L の降下分が大きくなるため、燃圧 P が所定値以下に低下するまでの期間が長くなる（つまり調量弁開弁期間が長くなる）。このため、図 10 に示すように、燃料温度が高くなるほど、調量弁開弁期間が長くなるという特性がある。

【0033】

そこで、本実施例では、音低減用の開弁制御の際に、燃料温度に応じて、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更する。具体的には、燃料温度が高くなるほど、通電延長期間を長くして、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を長くする。このようにすれば、燃料温度に応じて、調量弁開弁期間が変化するのに対応して、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更することができる。これにより、燃料温度の変化によって調量弁開弁期間が変化しても、調量弁 23 が開弁するまで確実に可動部 28 を閉側位置に保持するようにできる。尚、燃料温度は温度センサで検出するようにしても良いが、燃料温度の代用情報として、冷却水温や油温等を用いるようにしても良い。或は、冷却水温や油温等に基づいて燃料温度を推定するようにしても良い。

20

【0034】

また、図 11 に示すように、カムプロファイル（カム 20 の形状）の違いによって、カムリフト量の降下速度が異なってくる。更に、図 12 に示すように、カムリフト量の降下速度が速くなるほど、調量弁開弁期間が短くなる。つまり、カムプロファイルに応じて、調量弁開弁期間が変化する。

30

【0035】

そこで、本実施例では、カムプロファイルに応じて、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更する。具体的には、カムプロファイルの違いによってカムリフト量の降下速度が速くなるほど、通電延長期間を短くして、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を短くする。このようにすれば、カムプロファイルに応じて、調量弁開弁期間が変化するのに対応して、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更することができる。これにより、カムプロファイルの違いによって調量弁開弁期間が変化しても、調量弁 23 が開弁するまで確実に可動部 28 を閉側位置に保持するようにできる。

40

【0036】

また、「通電延長期間」を「時間」で設定する場合、カム 20 の回転速度に応じて、調量弁開弁期間（時間）が変化するため、カム 20 の回転速度に応じて、通電延長期間（時間）を変更して、可動部 28 を閉側位置に保持する期間（時間）を変更する。このようにすれば、カム 20 の回転速度に応じて、調量弁開弁期間（時間）が変化するのに対応して、可動部 28 を閉側位置に保持する期間（時間）を変更することができる。これにより、カム 20 の回転速度の変化によって調量弁開弁期間（時間）が変化しても、調量弁 23 が開弁するまで確実に可動部 28 を閉側位置に保持するようにできる。

尚、「通電延長期間」を「カム角又はクランク角」で設定する場合には、カム 20 の回転速度の影響を受けないため、カム 20 の回転速度に応じた変更を行う必要がない。

50

【0037】

また、本実施例では、音低減用の開弁制御の際に、可動部28が開側位置に到達する前にソレノイド30に一時的に再通電するようにしているが、図13(b)に示すように、再通電するときの電流値が大き過ぎると、ソレノイド30の電磁吸引力が大きくなり過ぎて、可動部28が閉側位置方向へ逆戻りしてしまう可能性がある。

【0038】

そこで、本実施例では、図13(a)に示すように、再通電するときの電流値を、可動部28の閉側位置方向への逆戻りが発生しない範囲内で設定する。このようにすれば、可動部28が開側位置に到達する前にソレノイド30に一時的に再通電したときに、可動部28が閉側位置方向へ逆戻りすることを防止することができる。

10

【0039】

また、本実施例では、音低減用の開弁制御の際に、調量弁23が開弁した後にソレノイド30への通電を一旦停止するようにしているが、図14(b)に示すように、後述するフライバック制御を実行しない場合には、ソレノイド30への通電を一旦停止したときに、逆起電力によりソレノイド30に流れる電流がゆっくりと低下する。このため、ソレノイド30への通電停止後もソレノイド30の電磁吸引力が発生し、その影響を受けて可動部28が開側位置に移動する際の挙動がばらついて、再通電するタイミングを設定するのが困難になる。

【0040】

そこで、本実施例では、図14(a)に示すように、ソレノイド30への通電を一旦停止したときに逆起電力によりソレノイド30に流れる電流をフライバック回路46(図15参照)により取り去るフライバック制御を実行する。このようにすれば、ソレノイド30への通電停止後にソレノイド30の電磁吸引力がほとんど発生せず、可動部28が開側位置に移動する際の挙動が安定するため、再通電するタイミングを容易に設定することができる。

20

【0041】

具体的には、図15に示すように、ソレノイド30の駆動回路42は、バッテリー43にソレノイド30とダイオード44が並列に接続され、バッテリー43とダイオード44との間にスイッチS1が接続されると共に、ダイオード44とソレノイド30との間にスイッチS2と抵抗45が接続されている。更に、スイッチS2及び抵抗45と並列にフライバック回路46が接続され、このフライバック回路46は、ツェナダイオード47とスイッチS3で構成されている。

30

【0042】

通常(フライバック制御を実行しない場合)は、図15(a),(b)に示すように、スイッチS2をオンした状態で、スイッチS1をオン/オフすることで、ソレノイド30への通電をオン/オフ(実施/停止)する。

【0043】

一方、ソレノイド30への通電を停止する際にフライバック制御を実行する場合には、図15(c)に示すように、スイッチS2のオフとスイッチS3のオンを同時に実施する。これにより、ソレノイド30に溜まったエネルギーをツェナダイオード47で制限しながら逆起電力に変換し、ソレノイド30に流れる電流を迅速に低減して電流を取り去るフライバック制御を行う(図16参照)。

40

【0044】

以上説明した本実施例の高圧ポンプ14の開弁制御は、ECU40によって図17の開弁制御ルーチンに従って実行される。以下、このルーチンの処理内容を説明する。

図17に示す開弁制御ルーチンは、ECU40の電源オン期間中(イグニッションスイッチのオン期間中)に所定周期で繰り返し実行され、特許請求の範囲という開弁制御手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ101で、所定の音低減制御実行条件が成立しているか否かを、例えば、次の(1)~(5)の条件を全て満たすか否かによって判定する。

50

【0045】

- (1) バッテリ電圧が安定状態（バッテリ電圧＞所定値）であること
- (2) 低速走行中又は停車中（車速 $\leq$ 所定値）であること
- (3) アクセルオフ（アクセル開度＝0）であること
- (4) エンジン回転速度が安定状態（ $|\text{目標回転速度} - \text{エンジン回転速度}| \leq \text{所定値}$ ）

であること

- (5) 燃圧が安定状態（ $|\text{目標燃圧} - \text{燃圧}| \leq \text{所定値}$ ）であること

【0046】

ここで、上記(2)と(3)の条件は、開弁制御時に発生する騒音が運転者に聞こえ易い状態であるか否かを判断するための条件である。

上記(1)～(5)の条件を全て満たせば、音低減制御実行条件が成立するが、上記(1)～(5)の条件のうちのいずれか1つでも満たさない条件があれば、音低減制御実行条件が不成立となる。

【0047】

このステップ101で、音低減制御実行条件が不成立と判定された場合には、ステップ102に進み、通常の開弁制御（図4参照）を実行する。この通常の開弁制御では、ポンプ室17内の燃圧が高くなったときに電磁アクチュエータ27のソレノイド30への通電を停止する。この場合、ポンプ室17内の燃圧で調量弁23が閉弁状態に維持されるため、可動部28が調量弁23（押圧部24）に突き当たった状態で止まるが、その後、ポンプ室17内の燃圧が低下すると、可動部28が開側位置に移動すると共に調量弁23が開弁する。

【0048】

一方、上記ステップ101で、音低減制御実行条件が成立していると判定された場合には、開弁制御時に発生する騒音が運転者に聞こえ易い状態であると判断して、音低減用の開弁制御を次のようにして実行する。まず、ステップ103で、通常の開弁制御の通電停止タイミングに対してソレノイド30への通電を延長する期間である「通電延長期間（図5参照）」を「カム角又はクランク角」で設定する。

【0049】

この場合、まず、ポンプ室17内の燃圧ピーク値に応じた通電延長期間をマップ又は数式等により算出する。これにより、ポンプ室17内の燃圧ピーク値が高くなるほど、通電延長期間を長くして、可動部28を閉側位置に保持する期間を長くする。通電延長期間のマップ又は数式等は、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU40のROMに記憶されている。

【0050】

また、燃料温度に応じた補正值をマップ又は数式等により算出し、この補正值を用いて通電延長期間を補正する。これにより、燃料温度が高くなるほど、通電延長期間を長くして、可動部28を閉側位置に保持する期間を長くする。更に、カムプロフィールに応じた補正值をマップ又は数式等により算出し、この補正值を用いて通電延長期間を補正するようにしても良い。これにより、カムプロフィールの違いによってカムリフト量の降下速度が速くなるほど、通電延長期間を短くして、可動部28を閉側位置に保持する期間を短くする。通電延長期間の補正值のマップ又は数式等は、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU40のROMに記憶されている。

【0051】

尚、「通電延長期間」を「時間」で設定する場合には、カム20の回転速度に応じて、調量弁開弁期間（時間）が変化するため、カム20の回転速度に応じて、通電延長期間（時間）を変更して、可動部28を閉側位置に保持する期間（時間）を変更する。

【0052】

この後、ステップ104に進み、ソレノイド30への通電を一旦停止してから再通電するまでの時間である「通電停止時間（図5参照）」を所定時間T1（例えば0.5ms）に設定し、ソレノイド30への再通電を継続する時間である「再通電時間（図5参照）」

を所定時間 T2（例えば 1 m s）に設定すると共に、ソレノイド 30 に再通電するときの電流値である「再通電電流値（図 5 参照）」を所定電流値（例えば 3 A）に設定する。これらの所定時間 T1、所定時間 T2、所定電流値は、予め試験データや設計データ等に基づいて設定され、E C U 40 の R O M に記憶されている。

【0053】

この後、ステップ 105 に進み、通電延長時間が終了するまでソレノイド 30 への通電を継続することで、ポンプ室 17 内の燃圧が低下して調量弁 23 が開弁するまでソレノイド 30 への通電を継続して可動部 28 を閉側位置に保持する。

【0054】

この後、ステップ 106 に進み、上記ステップ 103 で設定した通電延長時間が終了した時点で、ソレノイド 30 の通電を一旦停止することで、調量弁 23 が開弁した後にソレノイド 30 の通電を一旦停止すると共に、ソレノイド 30 の駆動回路 42 スイッチ S2 のオフとスイッチ S3 のオンを同時に実施することで、ソレノイド 30 に流れる電流をフライバック回路 46 により取り去るフライバック制御を実行する。

【0055】

この後、ステップ 107 に進み、上記ステップ 104 で設定した通電停止時間が経過した時点で、上記ステップ 104 で設定した再通電時間と再通電電流値でソレノイド 30 に再通電することで、可動部 28 が開側位置に到達する前にソレノイド 30 に一時的に再通電する。これにより、ソレノイド 30 の電磁吸引力を一時的に発生させて、この電磁吸引力により可動部 28 が開側位置に移動する際の移動速度を低下させる。

【0056】

以上説明した本実施例では、開弁制御の際（つまり電磁アクチュエータ 27 のソレノイド 30 への通電を停止して可動部 28 を閉側位置から開側位置に移動させると共に調量弁 23 を開弁させる際）に、所定の音低減制御実行条件が成立したときには、開弁制御時に発生する騒音が運転者に聞こえ易い状態であると判断して、音低減用の開弁制御を実行する。この音低減用の開弁制御では、ポンプ室 17 内の燃圧が低下して調量弁 23 が開弁するまでソレノイド 30 への通電を継続して可動部 28 を閉側位置に保持し、調量弁 23 が開弁した後にソレノイド 30 の通電を一旦停止する。これにより、可動部 28 が調量弁 23 に突き当たって止まることなく開側位置へ向かって移動する。そして、可動部 28 が開側位置に到達する前にソレノイド 30 に一時的に再通電する。これにより、ソレノイド 30 の電磁吸引力を一時的に発生させて、この電磁吸引力により可動部 28 が開側位置に移動する際の移動速度を低下させることができる。これにより、可動部 28 が開側位置に到達する際に発生する振動を抑制することができ、開弁制御時に発生する騒音を低減することができる。

【0057】

尚、上記実施例では、ポンプ室 17 内の燃圧ピーク値や燃料温度等に応じて、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を変更するようにしたが、これに限定されず、可動部 28 を閉側位置に保持する期間を予め設定した所定期間（調量弁開弁期間の最大値以上の期間）で固定するようにしても良い。

【0058】

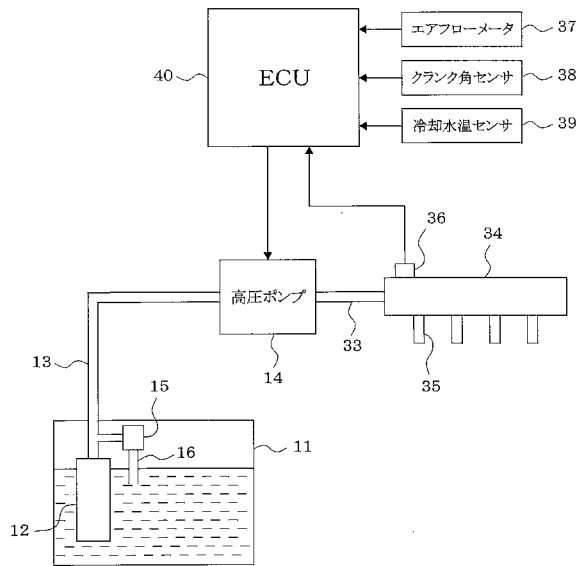
その他、本発明は、高圧ポンプの構成や燃料供給システムの構成を適宜変更しても良い等、要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施できる。

【符号の説明】

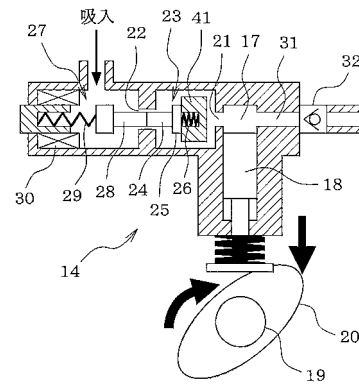
【0059】

14…高圧ポンプ、17…ポンプ室、18…プランジャ、20…カム、21…吸入口、23…調量弁、27…電磁アクチュエータ、28…可動部、30…ソレノイド、31…吐出口、40…E C U（開弁制御手段）、46…フライバック回路

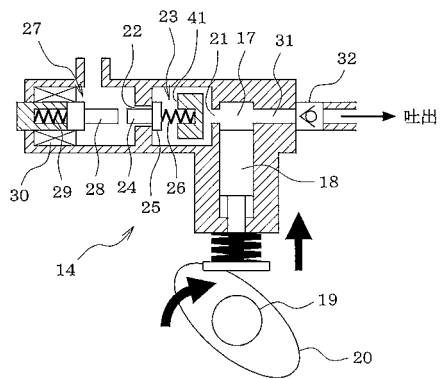
【図 1】



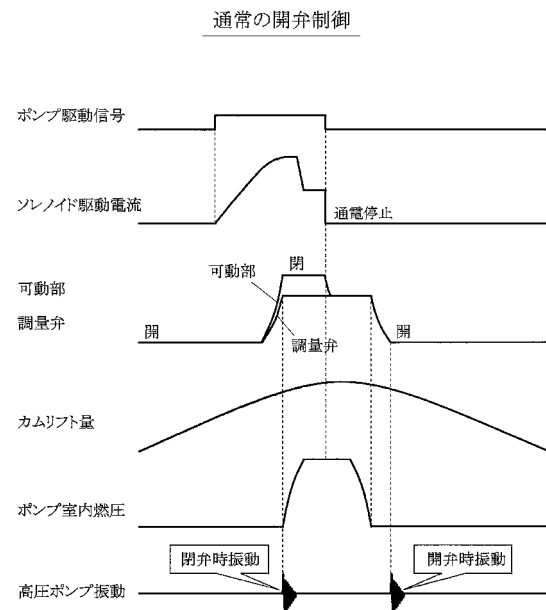
【図 2】



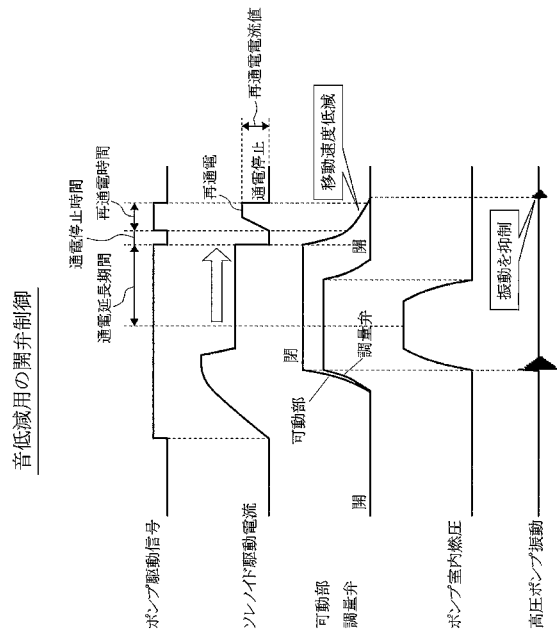
【図 3】



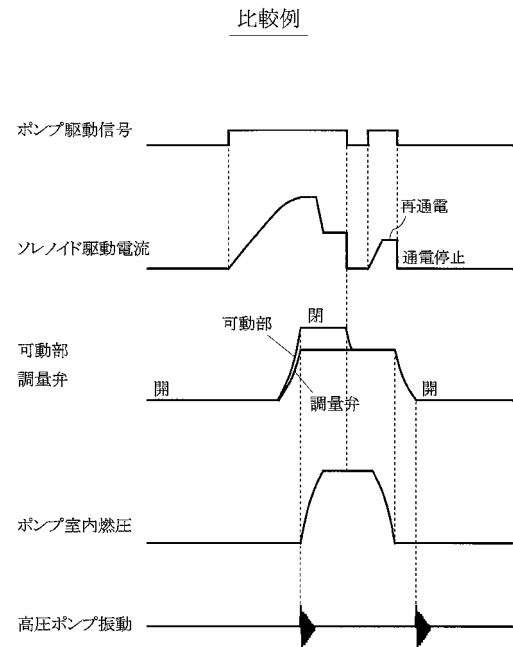
【図 4】



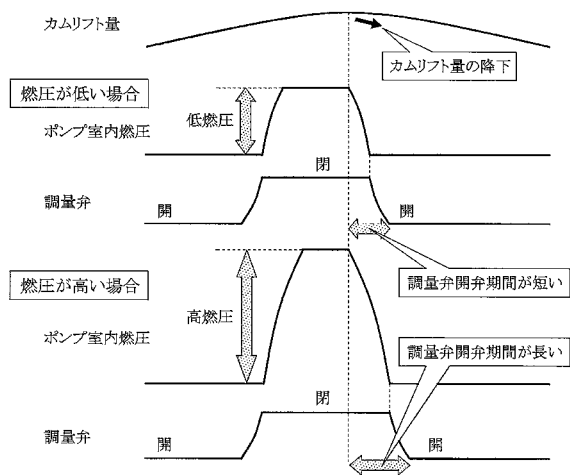
【図 5】



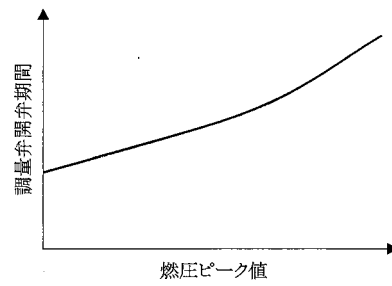
【図 6】



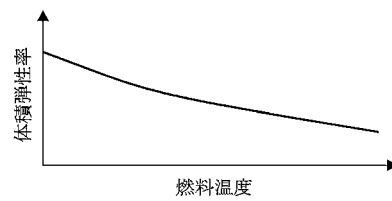
【図 7】



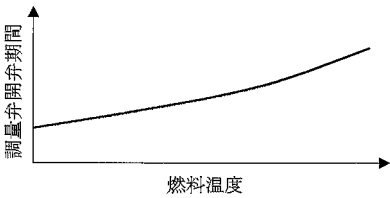
【図 8】



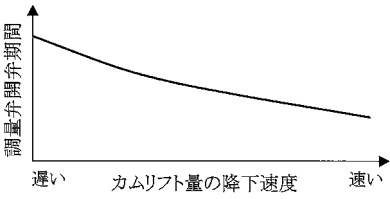
【図 9】



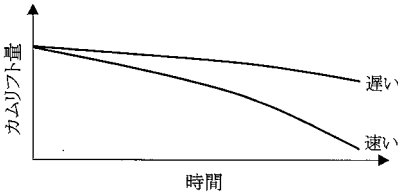
【図 1 0】



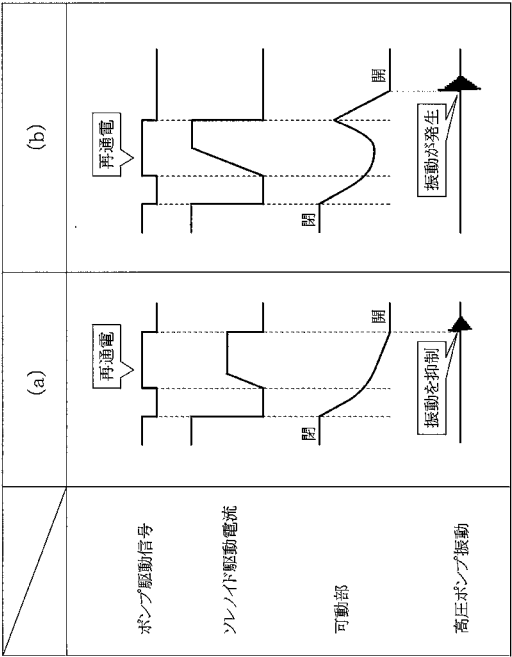
【図 1 2】



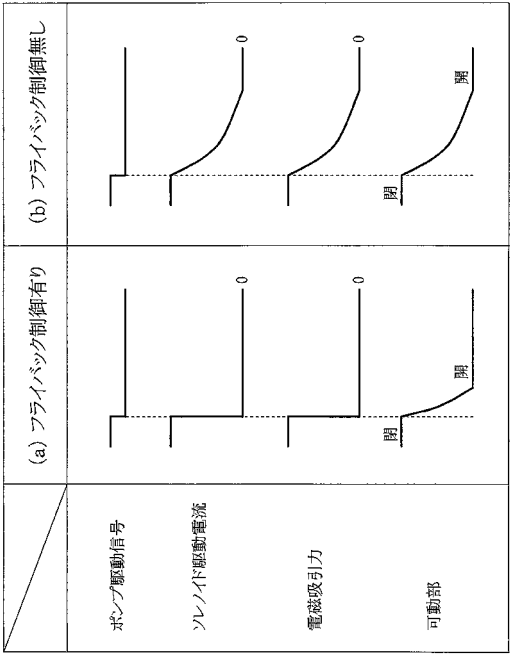
【図 1 1】



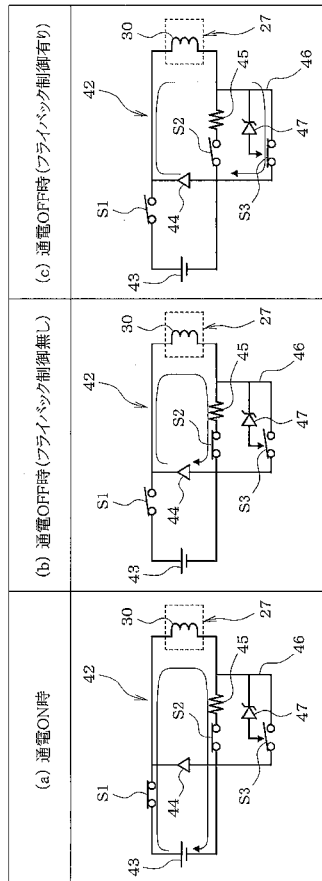
【図 1 3】



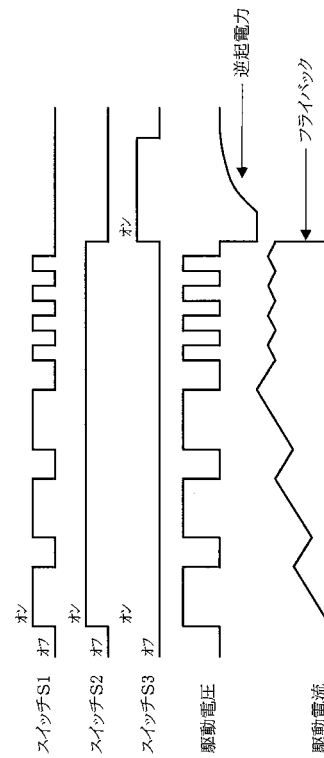
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

