

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5003720号
(P5003720)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int. Cl. F I
FO2M 55/02 (2006.01) FO2M 55/02 350E
FO2M 59/20 (2006.01) FO2M 59/20 D

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-115461 (P2009-115461)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成21年5月12日 (2009.5.12)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2010-265759 (P2010-265759A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成22年11月25日 (2010.11.25)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成22年8月31日 (2010.8.31)		弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100155789
			弁理士 栗田 恭成
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100143063
			弁理士 安藤 悟
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料圧送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部に圧力室を形成するシリンダと、
 前記シリンダ内を下降して低圧通路から前記圧力室へ燃料を吸入し、前記シリンダ内を上昇して前記圧力室の燃料を加圧して高圧通路へ吐出するプランジャと、
 前記圧力室の燃料を前記低圧通路へ排出する排出口を開閉する電磁駆動式の調量弁と、
 を備え、
 前記プランジャの上昇開始から所定の調量期間に前記排出口から燃料を排出して前記圧力室の燃料を調量し、前記調量弁へ閉弁電流を流すことで前記調量弁を閉弁作動させて前記調量期間を終了させ、前記圧力室の燃料の加圧を開始させる燃料圧送システムにおいて

10

、
前記低圧通路から前記圧力室へ燃料を吸入する吸入口を設け、
前記調量弁とは別の吸入弁により前記吸入口を開閉させ、
前記プランジャの下降期間には前記吸入口から燃料を吸入し、
 前記閉弁電流を流すに先立ち、前記閉弁電流よりも低電流のパイロット電流を前記調量弁へ流し、
前記調量弁は、閉弁側に弾性力を付与するスプリングを有するとともに、前記圧力室の燃料圧力を受けて前記弾性力に抗して開弁作動するよう構成されていることを特徴とする燃料圧送システム。

【請求項2】

20

前記調量弁は、電磁ソレノイドを有するステータ、アーマチャ、及び前記アーマチャとともに作動して前記排出口を開閉する弁体を有して構成され、

前記パイロット電流により、前記パイロット電流を流さない場合と比べて、前記ステータと前記アーマチャとの間に設けられるエアギャップを小さくするよう、前記調量期間に前記アーマチャを駆動させておくことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料圧送システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料を加圧して圧送する燃料圧送システムに関し、特に、内燃機関の燃焼に供する燃料の圧送に用いて好適なものである。

10

【背景技術】

【0002】

この種の燃料圧送システムとしては、内部に圧力室を形成するシリンダ及びプランジャを備え、プランジャの下降に伴い低压通路から圧力室へ燃料を吸入し、プランジャの上昇に伴い圧力室の燃料を加圧して高压通路へ吐出する構成が知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 057885 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そして、圧力室の燃料を低压通路へ排出する排出口を開閉する調量弁を備え、プランジャ上昇により吐出される量を以下のように調整（調量）する構成を、本発明者は検討した。すなわち、プランジャ下降時には最大量の燃料を吸入する。そして、プランジャの上昇開始から所定の調量期間に排出口から燃料を排出して圧力室の燃料を調量する。この時点では調量弁へ流す電流はゼロであり、その後、調量弁へ閉弁電流を流すことで調量弁を閉弁作動させて調量期間を終了させ、圧力室での燃料加圧を開始させる。

【0005】

30

しかしながら、上記検討による構成では、閉弁電流を流して調量期間を終了させるにあたり、調量弁の閉弁の応答性を確保すべく一定の電磁力を要する。そのため、一定の電磁力を確保しつつ電磁ソレノイド等を小型化するには限界があり、調量弁の体格を小さくするのに限界があった。

【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、調量弁の小型化を図った燃料圧送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。

40

【0008】

請求項 1 記載の発明は、内部に圧力室を形成するシリンダと、シリンダ内を下降（圧力室を拡大させる向きに移動）して低压通路から圧力室へ燃料を吸入し、シリンダ内を上昇（圧力室を縮小させる向きに移動）して圧力室の燃料を加圧して高压通路へ吐出するプランジャと、圧力室の燃料を低压通路へ排出する排出口を開閉する調量弁と、を備えることを前提とする。そして、プランジャの上昇開始から所定の調量期間に排出口から燃料を排出して圧力室の燃料を調量し、調量弁へ閉弁電流を流すことで調量弁を閉弁作動させて調量期間を終了させ、圧力室の燃料の加圧を開始させる燃料圧送システムにおいて、低压通路から圧力室へ燃料を吸入する吸入口を設け、調量弁とは別の吸入弁により吸入口を開閉させ、プランジャの下降期間には前記吸入口から燃料を吸入し、閉弁電流を流すに先立ち

50

、閉弁電流よりも低電流のパイロット電流を調量弁へ流し、調量弁は、閉弁側に弾性力を付与するスプリングを有するとともに、圧力室の燃料圧力を受けて弾性力に抗して開弁作動するよう構成されていることを特徴とする。

【0009】

これによれば、パイロット電流が流れている状態で閉弁電流を流すこととなるので、調量弁へ流す電流がゼロの状態では閉弁電流を流す場合に比べて、調量弁の電磁力発生立ち上がりを早くできる。よって、電磁ソレノイド等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁の閉弁応答性を向上できる。つまり、調量弁の閉弁応答性を確保しつつも電磁ソレノイド等の小型化を実現でき、調量弁の小型化を図ることができる。

ここで、上記発明に反し、下降期間に調量弁を開作動させて排出口から燃料を吸入する構成にすると、十分な量の燃料を吸入できるようにするために、調量弁の最大ストローク量を大きくする必要が生じる。すると、ストローク量の確保が調量弁の小型化の制約となる。これに対し上記発明によれば、調量弁とは別の吸入弁により吸入口を開弁させて吸入させるので、調量弁の最大ストローク量を小さく設定できる。よって、調量弁のより一層の小型化を図ることができる。

さらに、例えばプランジャが内燃機関により駆動されている場合において、プランジャが上昇している途中で内燃機関が停止して調量弁への通電量がゼロになった場合には、スプリングにより調量弁は閉弁することとなるため、圧力室内の加圧状態が維持される。よって、次回内燃機関を始動させた時には直ぐに燃料を加圧して圧送することができる。

【0010】

請求項2記載の発明では、調量弁は、電磁ソレノイドを有するステータ、アーマチャ、及びアーマチャとともに作動して排出口を開閉する弁体を有して構成され、パイロット電流により、パイロット電流を流さない場合と比べて、ステータとアーマチャとの間に設けられるエアギャップを小さくするよう、調量期間にアーマチャを駆動させておくことを特徴とする。

【0011】

これによれば、パイロット電流によりエアギャップが小さくなっている状態で閉弁電流を流すこととなるので、電磁ソレノイド等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁の閉弁応答性を向上できる。また、エアギャップを小さくするようアーマチャを駆動させた状態から閉弁作動させるので、当該閉弁に要する調量弁の作動ストロークを短くできる。よって、電磁ソレノイド等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁の閉弁応答性を向上できる。以上により、上記発明によれば調量弁のより一層の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる燃料圧送システムの全体構成を示す図。

【図2】図1に示すプランジャ及び調量弁等の作動を示す図であり、(a)は吸入期間、(b)は調量期間、(c)は圧送期間の作動を示す。

【図3】吐出時の高圧ポンプの作動を説明するタイムチャート。

【図4】ECUによる調量期間(調量制御期間)の算出手順を示すフローチャート。

【図5】ECUによる調量弁の制御手順を示すフローチャート。

【図6】吐出量ゼロの時の高圧ポンプの作動を説明するタイムチャート。

【図7】本発明の第2実施形態にかかる高圧ポンプを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を具体化した各実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【0018】

(第1実施形態)

10

20

30

40

50

本実施形態に係る燃料圧送システムは、ディーゼルエンジン（内燃機関）の燃焼に供する燃料を噴射する燃料噴射装置に適用されたものである。先ず、図1を用いて燃料噴射装置及び燃料圧送システムの構成を説明する。

【0019】

図示されるように、燃料を貯蔵する燃料タンク5の燃料は、燃料ポンプ10によって汲み上げられ、高圧通路41を介してコモンレール42（蓄圧容器）に圧送される。コモンレール42は、圧送された高圧燃料を蓄え、この高圧燃料を各気筒の燃料噴射弁43に供給する。燃料噴射弁43は、その先端部がディーゼル機関の燃焼室（図示せず）に突出して配置されており、燃焼室内に燃料を噴射供給可能となっている。燃料噴射弁43の作動は、運転者のアクセルペダル操作量等に基づき電子制御装置（ECU44）により制御される。なお、燃料噴射弁43からリークする燃料は、リターン通路45を介して燃料タンク5に戻される。

10

【0020】

コモンレール42には、その内部とリターン通路45とを連通及び遮断させる減圧弁46が備えられている。また、コモンレール42には、その内部の燃圧を検出する燃圧センサ47が設けられている。燃圧センサ47の検出値や、アクセル操作量及びエンジン回転速度等の各種検出値は、ECU44に取り込まれる。ECU44は、中央処理装置や適宜のメモリを備えて構成されており、各種センサの検出値に基づき、後述する調量弁や、減圧弁46、燃料噴射弁43等の各種アクチュエータの作動を制御する。

【0021】

20

燃料ポンプ10は、燃料タンク5の燃料を汲み上げる低圧ポンプ11と、低圧ポンプ11から送られてくる燃料を外部へと圧送する高圧ポンプ12とを備えている。高圧ポンプ12は、シリンダ本体13の内部にてプランジャ本体14を往復移動可能な状態で収容して構成されている。シリンダ本体13は複数（図1の例では2つ）のシリンダ15を有し、プランジャ本体14はシリンダ15内を往復移動するプランジャ16を有する。シリンダ15は内部に圧力室15aを形成し、シリンダ15内をプランジャ16が上昇すると圧力室15aは圧縮され、プランジャ16が下降すると圧力室15aは膨張して拡大する。

【0022】

プランジャ本体14の内部空間14aには、内燃機関の出力軸（クランク軸）と連結された回転体17が設けられている。そして、偏心して回転する回転体17によりプランジャ本体14を押し動かして往復移動させる。したがって、複数のプランジャ16は下降と上昇を交互に繰り返す。プランジャ16が上死点から下死点へ向けて移動（下降）すると、低圧ポンプ11から送られてくる低圧通路18内の燃料が複数の圧力室15aへ吸入される。プランジャ16が下死点から上死点へ向けて移動（上昇）すると、吸入された圧力室15a内の燃料はプランジャ16により加圧されて、高圧通路41へ圧送される。このように、高圧ポンプ12は内燃機関の出力により駆動するが、低圧ポンプ11も、高圧ポンプ12とともに内燃機関の出力により回転駆動する。

30

【0023】

次に、図2を用いて高圧ポンプ12の構造をより詳細に説明する。なお、複数のシリンダ15及びプランジャ16は全て同じ構造であるため、図2では、1つのシリンダ15及びプランジャ16を図示する。また、図2(a)は、圧力室15aへ燃料を吸入する吸入期間での作動状態を示し、図2(b)は、圧力室15a内の燃料の量（吐出量）を調整する調量期間での作動状態を示し、図2(c)は、圧力室15a内の調量された燃料を加圧して圧送する圧送期間の作動を示す。

40

【0024】

シリンダ15には、圧力室15aの燃料を低圧通路18へ排出する排出口15bが形成されており、排出口15bは電磁駆動式の調量弁19により開閉される。調量弁19は、電磁ソレノイド19aを有するステータと、電磁ソレノイド19aへ通電することに伴いステータへ吸引されるアーマチャ19bと、アーマチャ19bとともに作動して排出口15bを開閉する弁体19cと、弁体19cを開弁させる向きに弾性力をアーマチャ19b

50

に付与するスプリング 19 d と、を備えて構成されている。弁体 19 c は、圧力室 15 a の燃料圧力を受けて開弁する向きに付勢される。

【 0 0 2 5 】

したがって、ステータ及びアーマチャ 19 b 間に生じる吸引力及びスプリング 19 d の弾性力が、弁体 19 c が受ける燃料圧力よりも大きい場合には、弁体 19 c は閉弁側へ作動する。一方、前記吸引力及び弾性力が、弁体 19 c が受ける燃圧の力よりも小さい場合には、弁体 19 c は開弁側へ作動する。

【 0 0 2 6 】

要するに、調量弁 19 は、閉弁側に弾性力を付与するスプリング 19 d を有するとともに、プランジャ内圧力を受けてスプリング 19 d の弾性力に抗して開弁作動するよう構成されている。つまり、プランジャ内圧力により自動的に開弁作動する自開弁である。そして、ステータ及びアーマチャ 19 b から構成される電磁アクチュエータは、調量弁 19 をさらに閉弁側へと付勢する。

10

【 0 0 2 7 】

低压通路 18 には、排出口 15 b をバイパスするように分岐する吸入通路 18 a が設けられており、プランジャ 16 には、吸入通路 18 a から圧力室 15 a へ燃料を吸入する吸入口 16 a が形成されている。また、プランジャ 16 には吸入弁 20 が組み付けられており、吸入口 16 a は吸入弁 20 により開閉される。

【 0 0 2 8 】

吸入弁 20 は、吸入口 16 a を開閉する弁体 20 a と、弁体 20 a を開弁させる向きに弾性力を付与するスプリング 20 b と、を有する。弁体 20 a は、圧力室 15 a の燃料圧力を受けて閉弁する向きに付勢される。したがって、圧力室 15 a の燃料圧力が設定値を超えて低くなると、スプリング 20 b の弾性力により弁体 20 a は機械的に開弁する。

20

【 0 0 2 9 】

シリンダ 15 には、圧力室 15 a の燃料を高圧通路 41 へ吐出する吐出口 15 c が形成されており、吐出口 15 c は吐出弁 21 (逆止弁) により開閉される。吐出弁 21 は、圧力室 15 a の圧力が吐出弁 21 の下流側 (コモンレール 42 側) の圧力よりも所定圧以上高くなることで機械的に開弁する。

【 0 0 3 0 】

次に、調量弁 19 に対する制御内容及び高圧ポンプ 12 の作動について説明する。

30

【 0 0 3 1 】

先ず、図 2 (a) に示すようにプランジャ 16 が下降している期間 (吸入期間) においては、圧力室 15 a の圧力 (プランジャ内圧力) が低压通路 18 の圧力 (つまり低压ポンプ 11 によるフィード圧) よりも低くなる。そのため、吸入弁 20 が開弁し、吐出弁 21 及び調量弁 19 は閉弁する。なお、この時の調量弁 19 への通電はオフさせている。したがって、低压通路 18 の燃料が、吸入通路 18 a 及び吸入口 16 a を通じて圧力室 15 a へ流入し、高圧ポンプ 12 が燃料を吸入することとなる。

【 0 0 3 2 】

次に、図 2 (b) に示すようにプランジャ 16 が上昇している期間の初期 (調量期間) においては、圧力室 15 a の燃料がプランジャ 16 により加圧されて徐々に圧力上昇する。そのため、吸入弁 20 は閉弁するものの、吐出弁 21 の設定圧には達しておらず吐出弁 21 の閉弁は維持されたままである。

40

【 0 0 3 3 】

また、このような調量期間中には、閉弁電流 I2 よりも低電流のパイロット電流 I1 を調量弁 19 へ流しておく。このパイロット電流 I1 は、プランジャ内圧力に抗して弁体 19 c を閉弁させてしまわない程度の低電流に設定されている。そのため、調量期間中には弁体 19 c は開弁状態となる。したがって、吸入期間中に吸入された燃料の一部が、この調量期間中に排出口 15 b から低压通路 18 へと排出される。

【 0 0 3 4 】

なお、調量期間における弁体 19 c の開弁リフト量を大きくすると、弁体 19 c で燃料

50

の排出が絞られることなく、排出口 15 b で燃料の排出が絞られることとなる。つまり、この場合の排出通路面積は、排出口 15 b の部分で最小となり円形状である。これに対し本実施形態での弁体 19 c の開弁リフト量は、弁体 19 c で燃料の排出が絞られることとなる程度に小さく設定されている。つまり、この場合の排出通路面積は、弁体 19 c と排出口 15 b との間隙の部分で最小となり円環形状である。

【 0 0 3 5 】

したがって、排出口 15 b で燃料が絞られる場合における燃料圧力（例えば数百 k P a ）に比べ、弁体 19 c で燃料が絞られる本実施形態の燃料圧力（例えば 5 M P a ）は高くなっている。

【 0 0 3 6 】

次に、図 2（c）に示すようにプランジャ 16 が上昇している期間中の初期以降である圧送期間について説明する。調量期間中に調量弁 19 へ閉弁電流を流すと、プランジャ内圧力に抗して弁体 19 c は閉弁作動し、排出口 15 b からの燃料排出が終了する。つまり、閉弁電流を流すタイミングに応じて、プランジャ 16 上昇による燃料の排出量が調整され、圧力室 15 a に残った燃料の量が調整（調量）される。

【 0 0 3 7 】

圧送期間においては、上述の如く調量弁 19 が閉弁するとともに、吸入弁 20 の閉弁も維持されている。したがって、プランジャ 16 上昇に伴い圧力室 15 a の燃料圧力が上昇し、その燃料圧力が吐出弁 21 の設定圧に達した時点で、吐出弁 21 が開弁作動する（図 2（c）参照）。これにより、高压ポンプ 12 から高压通路 41 を通じてコモンレール 42 へ高压燃料が圧送される。

【 0 0 3 8 】

次に、上述した高压ポンプ 12 の作動について、図 3 に示すタイムチャートを用いてより詳細に説明する。図 3（a）はプランジャ 16 のリフト量、図 3（b）は調量弁 19 の電磁ソレノイド 19 a へ流すソレノイド電流の値、図 3（c）はプランジャ内圧力、図 3（d）は調量弁 19 のリフト量、図 3（e）は吸入弁 20 のリフト量をそれぞれ示す。

【 0 0 3 9 】

プランジャ下降期間（下降行程）は図 3 中の t 1 ~ t 4 に相当し、プランジャ上昇期間（上昇行程）は t 4 ~ t 1 に相当する。上述した吸入期間（吸入行程）は t 1 ~ t 4、調量期間（調量行程）は t 4 ~ t 8、圧送期間（圧送行程）は t 8 ~ t 2 に相当する。

【 0 0 4 0 】

まず、t 1 時点においてプランジャ 16 が下降を開始すると、プランジャ内圧力が低下し始める（図 3（c）参照）。すると、吸入弁 20 が開弁作動を開始して（図 3（e）参照）、圧力室 15 a への燃料吸入が開始される。また、プランジャ内圧力が吐出弁 21 の開弁圧 P 3 にまで低下した時点 t 2 で吐出弁 21 が閉弁し、高压通路 41 への圧送が終了する。なお、プランジャ 16 の下降開始とともに調量弁 19 への通電をオフにする。

【 0 0 4 1 】

プランジャ下降行程（吸入行程）の開始に伴い低下を開始したプランジャ内圧力は、低压ポンプ 11 によるフィード圧 P 1 まで低下し、このフィード圧 P 1 を維持しながら燃料を吸入する（図 3（c）参照）。

【 0 0 4 2 】

次に、プランジャ 16 が下降を終了して上昇に転じる時点 t 4 よりも、所定のプランジャリフト量（クランク角度）だけ前の時点 t 3 で、調量弁 19 にパイロット電流 I 1 を流しておく（図 3（b）参照）。このパイロット電流 I 1 は、調量弁 19 の作動に影響を与えない程度の低電流に設定されている。

【 0 0 4 3 】

次に、t 4 時点においてプランジャ 16 が上昇を開始すると、プランジャ内圧力が上昇し始める（図 3（c）参照）。すると、吸入弁 20 が閉弁作動を開始するとともに（図 3（e）参照）、調量弁 19 が開弁作動を開始する（図 3（d）参照）。そして、t 5 時点で調量弁 19 の開弁リフト量が最大となり開弁作動が完了する。なお、このような圧送行

10

20

30

40

50

程中における調量弁 19 の開弁作動は、弁体 19 c がプランジャ内圧力を受けることで自動的（機械的）に為されるものである。

【 0 0 4 4 】

次に、調量期間を終了させたい時期 t_8 よりも所定時間（或いは所定クランク角度）前の時点 t_6 で、調量弁 19 へ閉弁電流 I_2 を流し始める。本実施形態では、電磁ソレノイド 19 a をデューティ制御しているため、電磁ソレノイド 19 a に流れる電流は図 3（b）のように脈動するが、閉弁電流 I_2 を超えた領域で脈動するようデューティ比を設定している。

【 0 0 4 5 】

次に、閉弁電流 I_2 の通電開始に伴い、 t_7 時点において調量弁 19 が閉弁作動を開始する（図 3（d）参照）。通電開始時点 t_6 から閉弁作動開始時点 t_7 までの時間は、弁体 19 c の機械的な応答遅れ時間である。

【 0 0 4 6 】

なお、このような圧送行程中における調量弁 19 の閉弁作動は、閉弁電流 I_2 を流すことによる電磁ソレノイド 19 a の吸引力により為される。一方、吸入行程中における調量弁 19 の閉弁作動は、プランジャ内圧力がスプリング 19 d の弾性力よりも低いことに起因して自動的（機械的）に為されるものである。

【 0 0 4 7 】

そして、調量弁 19 の閉弁作動開始に伴い、圧力室 15 a 内の燃料加圧が開始され、調量圧 P_2 を維持していたプランジャ内圧力は急激に上昇し始める。その後、プランジャ内圧力が吐出弁 21 の開弁圧 P_3 にまで上昇した時点 t_7 から応答遅れ時間が経過した時点 t_8 で、吐出弁 21 が開弁作動を開始して、高圧通路 41 への燃料圧送が開始される。

【 0 0 4 8 】

また、プランジャ内圧力が目標レール圧 P_4 を超えると、減圧弁 46（図 1 参照）を開弁作動させることで実際のレール圧を低下させる。減圧弁 46 は、燃圧センサ 47 により検出された実レール圧が目標レール圧に近づくよう、ECU 44 によりフィードバック制御されている。そして、減圧弁 46 の作動により実レール圧が脈動しながら目標レール圧に近づくことに伴って、プランジャ内圧力も脈動しながら目標レール圧 P_4 に近づくこととなる（図 3（c）参照）。

【 0 0 4 9 】

次に、ECU 44 による調量弁 19 の制御内容を、図 4 及び図 5 を用いてより詳細に説明する。概略、図 4 の制御により調量期間 $t_4 \sim t_8$ を算出しておく。そして、算出した調量期間 $t_4 \sim t_8$ に基づき、図 5 の制御において、調量弁 19 に対して通電オフ、パイロット電流 I_1 及び閉弁電流 I_2 の切り替えを行う。以下、ECU 44 のマイコンにより繰り返し実行される図 4 及び図 5 の制御について、詳細に説明する。

【 0 0 5 0 】

先ず、図 4 のステップ S_{10} において、内燃機関のクランク軸の回転速度（エンジン回転速度 NE ）を取得する。続くステップ S_{11} にて、燃料噴射弁 43 から噴射される燃料の目標噴射量 Q 、及びステップ S_{10} で取得したエンジン回転速度 NE に基づき、コモンレール 42 内の圧力の目標値（目標レール圧 P_{trg} ）を算出する。具体的には、目標噴射量 Q 及びエンジン回転速度 NE が大きいほど目標レール圧 P_{trg} の値を大きくする。

【 0 0 5 1 】

続くステップ S_{12} では、燃圧センサ 47 の検出値に基づき実際のレール圧（実レール圧 P_{act} ）を取得し、続くステップ S_{13} では、実レール圧 P_{act} に基づき閉弁電流 I_2 の値を可変設定する。具体的には、実レール圧 P_{act} が高いほど閉弁電流 I_2 の値を大きくする。これにより、圧力室 15 a の燃料圧力に抗して閉弁電流により調量弁 19 を閉弁させることを確実にする。

【 0 0 5 2 】

続くステップ S_{14} では、目標レール圧 P_{trg} 及び実レール圧 P_{act} の偏差に基づき調量期間 $t_4 \sim t_8$ の値を可変設定する。具体的には、実レール圧 P_{act} が目標レール

10

20

30

40

50

ル圧 P_{trg} より低いほど調量期間 $t_4 \sim t_8$ を短くする。これにより、プランジャ 16 の上昇行程初期における排出口 15 b からの燃料排出量を少なくし、上昇行程初期以降における吐出口 15 c からの燃料圧送量を増大させ、実レール圧 P_{act} を上昇させる。

【0053】

ここで、閉弁電流 I_2 を流し始めるタイミング t_6 よりも遅れたタイミング t_7 で、電磁ソレノイド 19 a を流れるソレノイド電流は閉弁電流 I_2 の値にまで上昇する。また、閉弁電流 I_2 にまで上昇したタイミング t_7 よりも遅れたタイミング t_8 で、吐出弁 21 は開弁作動を開始して燃料圧送が開始される。このような閉弁電流 I_2 の通電開始タイミング t_6 に対する燃料圧送開始タイミング t_8 のずれ（応答遅れ）を加味して、続くステップ S 15 では、ステップ S 14 で算出した調量期間 $t_4 \sim t_8$ で吐出弁 21 が開弁作動を開始することとなるよう、調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ を算出する。

10

【0054】

つまり、調量期間 $t_4 \sim t_8$ とは、プランジャ 16 が上昇を開始するタイミング t_4 から圧送を開始するタイミング t_8 までの期間のことであり、調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ とは、前記タイミング t_4 から閉弁電流 I_2 を流し始めるタイミング t_6 までの期間のことである。なお、ステップ S 15 において、調量期間 $t_4 \sim t_8$ に基づき調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ を算出（つまり閉弁電流 I_2 を流し始めるタイミング t_6 を算出）するにあたり、実レール圧 P_{act} やエンジン回転速度 NE 等に応じて可変設定してもよい。

【0055】

次に、図 5 のステップ S 20 において、プランジャ 16 がリフトアップを開始するタイミング t_4 よりも所定時間（又は所定クランク角度）だけ前のタイミング t_3 であるか否かを判定する。なお、図 5 の処理とは別に、クランク軸の回転角度の変化を表すクランク角信号を所定時間毎に取得する。これにより、現時点でのプランジャ 16 のリフト位置及び移動方向が取得可能となり、所定の上記タイミング t_3 であるか否かの判定が可能となる。

20

【0056】

上記所定タイミング t_3 でないと判定された場合には（S 20：NO）、ステップ S 25 にて調量弁 19 への通電をオフにする。上記タイミング t_3 であると判定された場合には（S 20：YES）、続くステップ S 21 にてパイロット電流 I_1 を調量弁 19 へ通電する。続くステップ S 22 では、図 4 のステップ S 15 にて算出した調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ が経過したか否かを判定し、経過していなければパイロット電流 I_1 の通電を継続し（S 22：NO, S 21）、経過していれば閉弁電流 I_2 の調量弁 19 への通電を開始する（S 22：YES, S 23）。

30

【0057】

つまり、調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ が経過するまでパイロット電流 I_1 の通電を継続させ、調量制御期間 $t_4 \sim t_6$ が経過した時点で、調量弁 19 への通電をパイロット電流 I_1 から閉弁電流 I_2 に切り替える。したがって、閉弁電流 I_2 を流す直前には、電磁ソレノイド 19 a にパイロット電流 I_1 が流れていることとなり、電磁ソレノイド 19 a にパイロット電流 I_1 が流れている状態から閉弁電流 I_2 を流すこととなる。

【0058】

40

その後、ステップ S 24 では、プランジャ 16 が下降を開始するタイミング t_1 に達したか否かを判定し、下降開始タイミング t_1 に達していなければ閉弁電流 I_2 の通電を継続し（S 24：NO, S 23）、達していれば閉弁電流 I_2 の調量弁 19 への通電を終了して通電オフにする（S 24：YES, S 25）。つまり、下降開始タイミング t_1 に達するまで閉弁電流 I_2 の通電を継続させる。

【0059】

ちなみに、高圧ポンプ 12 の吐出量をゼロにする場合には、調量期間 $t_4 \sim t_8$ を最大にすればよい。すなわち、調量弁 19 にパイロット電流 I_1 及び閉弁電流 I_2 を流さないようにして、プランジャ上昇行程時に調量弁 19 を閉弁させない。これにより、下降行程で吸入した燃料の全てを上昇行程時に排出口 15 b から排出する。以下、吐出量ゼロの場

50

合における高圧ポンプ 1 2 の作動について図 6 を用いて説明する。

【 0 0 6 0 】

図 6 は、高圧ポンプ 1 2 の作動を示すタイムチャートであり、図 6 (a) はプランジャ 1 6 のリフト量、図 6 (b) は調量弁 1 9 の電磁ソレノイド 1 9 a へ流すソレノイド電流の値、図 6 (c) はプランジャ内圧力、図 6 (d) は調量弁 1 9 のリフト量、図 6 (e) は吸入弁 2 0 のリフト量をそれぞれ示す。

【 0 0 6 1 】

図 6 (a) に示すように、下降行程 $t_1 \sim t_4$ 及び上昇行程 $t_4 \sim t_1$ のいずれにおいても、ソレノイド電流はゼロのままである (図 6 (b) 参照) 。そのため、 t_4 時点においてプランジャ 1 6 が上昇を開始すると、調量弁 1 9 はプランジャ内圧力を受けて開弁する (図 6 (d) 参照) とともに、吸入弁 2 0 は閉弁状態となる (図 6 (e) 参照) 。その後、 t_1 時点においてプランジャ 1 6 が下降を開始すると、調量弁 1 9 はスプリング 1 9 d の弾性力により閉弁する (図 6 (d) 参照) とともに、吸入弁 2 0 は開弁状態となる (図 6 (e) 参照) 。なお、吐出弁 2 1 は閉弁状態を維持したままである。

【 0 0 6 2 】

このように、吐出量をゼロにする場合における上昇行程の初期には、パイロット電流 I_1 を流さない状態で調量弁 1 9 が開弁している。この時の調量弁 1 9 のリフト量は、図 3 の如くパイロット電流 I_1 を流した状態で開弁している調量弁 1 9 のリフト量に比べて大きくなっている。

【 0 0 6 3 】

以上により、本実施形態によれば、閉弁電流 I_2 を流す直前にパイロット電流 I_1 を流しておくことで、パイロット電流 I_1 が流れている状態で閉弁電流 I_2 を流す。そのため、調量弁 1 9 へ流す電流がゼロの状態での閉弁電流 I_2 を流す場合に比べて、電磁ソレノイド 1 9 a の電磁力発生立ち上がりを早くできる。つまり、閉弁電流 I_2 の通電開始タイミング t_6 からソレノイド電流が閉弁電流 I_2 の値に達するタイミング t_7 までの時間 (立ち上がり時間) を短くできる。したがって、電磁ソレノイド 1 9 a 等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁 1 9 の閉弁応答性を向上できる。換言すれば、調量弁 1 9 の閉弁応答性を確保しつつも電磁ソレノイド 1 9 a 等の小型化を実現でき、調量弁 1 9 の小型化を図ることができる。

【 0 0 6 4 】

また、閉弁電流 I_2 を流す直前にパイロット電流 I_1 を流しておくことで、パイロット電流 I_1 により、電磁ソレノイド 1 9 a を有するステータとアーマチャ 1 9 b との間に設けられるエアギャップ CL (図 2 (b) 参照) を小さくするよう、調量期間にアーマチャ 1 9 b を駆動させておく。換言すれば、吐出量をゼロにする場合においてパイロット電流 I_1 を流さずに開弁する調量弁 1 9 のリフト量に比べ、パイロット電流 I_1 して開弁させることで調量弁 1 9 のリフト量を小さくしてエアギャップ CL を小さくさせている。これにより、以下の効果が発揮される。

【 0 0 6 5 】

すなわち、パイロット電流 I_1 によりエアギャップ CL が小さくなっている状態で閉弁電流 I_2 を流すこととなるので、電磁ソレノイド 1 9 a 等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁 1 9 の閉弁応答性を向上できる。また、エアギャップ CL を小さくするようアーマチャ 1 9 b を駆動させた状態から閉弁作動させるので、当該閉弁に要する調量弁 1 9 の作動ストロークを短くできる。よって、電磁ソレノイド 1 9 a 等の大型化により電磁力発生能力を高めることなく、調量弁 1 9 の閉弁応答性を向上できる。

【 0 0 6 6 】

ここで、本実施形態に反して吸入弁 2 0 を廃止し、下降期間に調量弁 1 9 を開作動させて排出口 1 5 b から燃料を吸入する構成にすると、十分な量の燃料を吸入できるようにするために、調量弁 1 9 の最大ストローク量を大きくする必要が生じる。すると、ストローク量の確保が調量弁 1 9 の小型化の制約となる。これに対し本実施形態によれば、調量弁 1 9 とは別の吸入弁 2 0 により吸入口 1 6 a を開弁させて吸入させるので、調量弁 1 9 の

10

20

30

40

50

最大ストローク量を小さく設定できる。よって、調量弁 19 の小型化を図ることができる。

【0067】

さらに本実施形態によれば、調量弁 19 は、閉弁側に弾性力を付与するスプリング 19 d を有するとともに、プランジャ内圧力を受けてスプリング 19 d の弾性力に抗して開弁作動するよう構成されている。つまり、プランジャ内圧力により自動的に開弁作動する自開弁である。そのため、プランジャ 16 が上昇している途中で内燃機関が停止して、クランク軸の回転が停止した場合には、調量弁 19 への通電量はゼロになるもののスプリング 19 d により調量弁 19 は閉弁することとなるため、圧力室内の加圧状態がある程度維持される。よって、次回内燃機関を始動させた時には直ぐに燃料を加圧して圧送することができる。

10

【0068】

ここで、図 3 の如く調量する場合において、調量期間 $t_4 \sim t_8$ における調量弁 19 の開弁作動により、プランジャ内圧力は吐出弁 21 の開弁圧 P_3 より低くなるよう、排出口 15 b から燃料を逃がしている。そして、図 6 に示す吐出ゼロ時の調量期間（つまり上昇期間 $t_4 \sim t_1$ ）での調量弁 19 の開弁リフト量は、パイロット電流 I_1 を流している時のリフト量よりも大きい。そのため、調量期間におけるプランジャ内圧力と低压通路 18 との圧力差（つまり調量弁 19 の前後差圧）に関し、調量時における前後差圧（例えば 5 MPa）は吐出ゼロ時における前後差圧（例えば 400 kPa）よりも大きい。

【0069】

20

そして、排出口 15 b からの排出流量は、前後差圧の平方根に比例するため、上述の如く調量時の前後差圧を大きくした本実施形態によれば、調量弁 19 による排出口 15 b の開口面積を小さくしつつも十分な排出流量を確保できる。つまり、リフト量を小さくしつつも十分な排出流量を確保できる。よって、調量弁 19 の小型化を図ることができる。

【0070】

（第 2 実施形態）

上記第 1 実施形態では、吸入弁 20 により開閉される吸入口 16 a をプランジャ 16 に形成している。これに対し、図 7 に示す本実施形態では、吸入弁 20 により開閉される吸入口 16 a をシリンダ 15 に形成している。その他の点については、本実施形態にかかる燃料ポンプは第 1 実施形態にかかる燃料ポンプ 10 と同じ構成である。また、調量弁 19 に対する制御内容も同じである。

30

【0071】

（他の実施形態）

本発明は上記実施形態の記載内容に限定されず、以下のように変更して実施してもよい。

【0072】

すなわち、上記各実施形態では、プランジャ 16 の下降期間において、吸入弁 20 が開弁することにより吸入口 16 a から圧力室 15 a へ低压通路 18 の燃料を吸入する。これに対し、吸入弁 20 を廃止するとともに、吸入弁 20 により開閉される吸入口 16 a を廃止して、プランジャ 16 の下降期間に調量弁 19 を開作動させて、排出口 15 b から圧力室 15 a へ低压通路 18 の燃料を吸入するように構成してもよい。

40

【0073】

この場合の調量弁 19 は、弁体 19 c が圧力室 15 a の燃料圧力を受けて閉弁する向きに付勢されるものである。したがって、下降期間においては、圧力室 15 a の負圧により調量弁 19 は自動的に開弁し、調量期間においては、調量弁 19 の電磁ソレノイド 19 a に電流を流して、プランジャ内圧力に抗して調量弁 19 を開弁させておく。そして、加圧圧送期間においてはプランジャ内圧力により調量弁 19 は自動的に閉弁する。

【0074】

また、上記第 1 実施形態では、エアギャップ CL を小さくすべくアーマチャ 19 b が駆動する程度の大きさに、パイロット電流 I_1 の値を設定している。これに対し、アーマチ

50

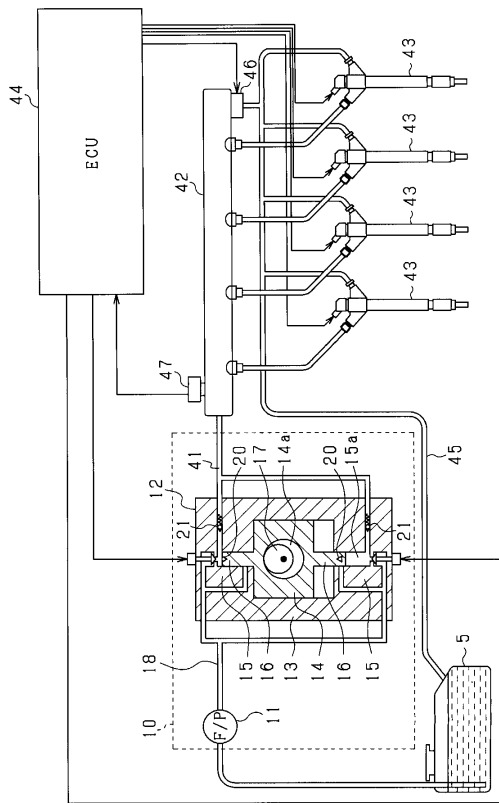
ャ19bが駆動しない程度の僅かな電流をパイロット電流I1として流すようにしてもよい。この場合であっても、調量弁19へ流す電流がゼロの状態での閉弁電流I2を流す場合に比べて、電磁ソレノイド19aの電磁力発生の上立ちを早くできる。

【符号の説明】

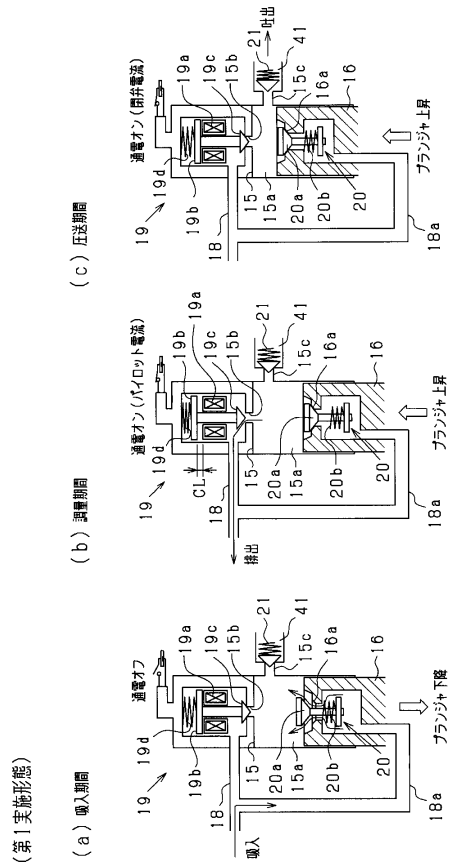
【0075】

15...シリンダ、15a...圧力室、15b...排出口、16...プランジャ、16a...吸入口、18...低压通路、19...調量弁、19a...電磁ソレノイド、19b...アーマチャ、19d...スプリング、41...高压通路、t1~t4...プランジャの下降期間、t4~t8...調量期間、CL...エアギャップ。

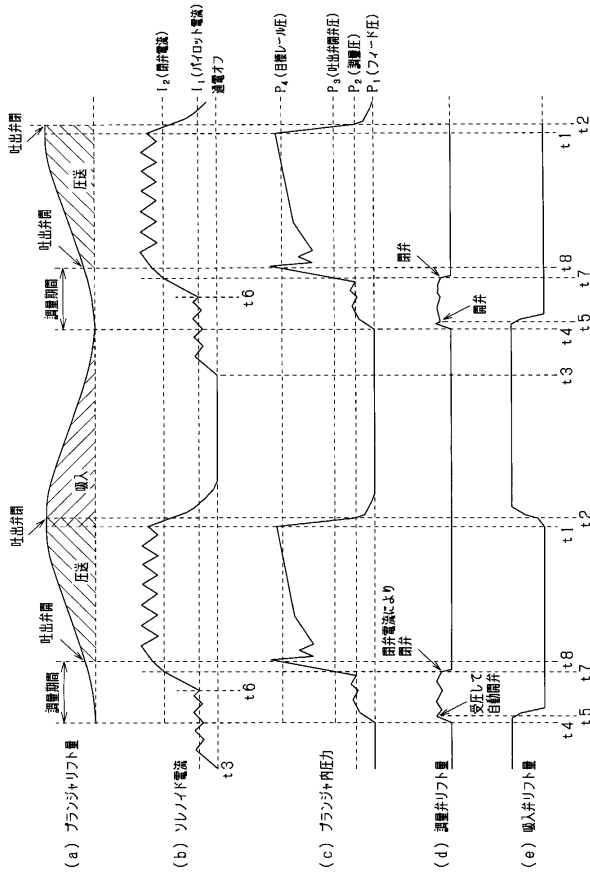
【図1】



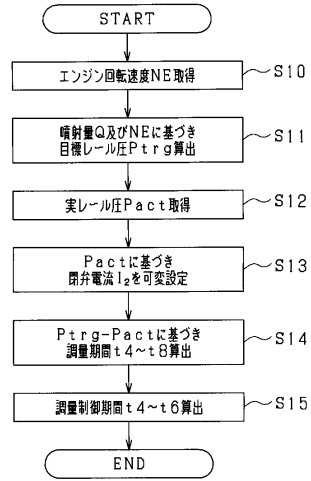
【図2】



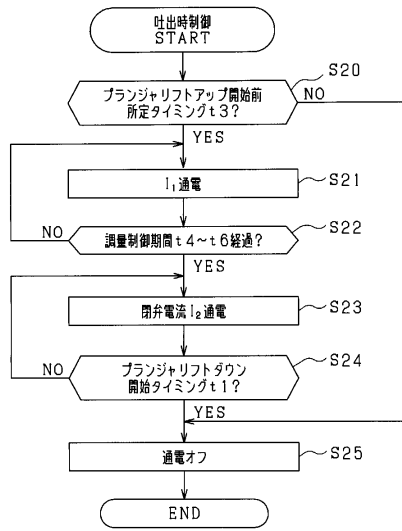
【図3】



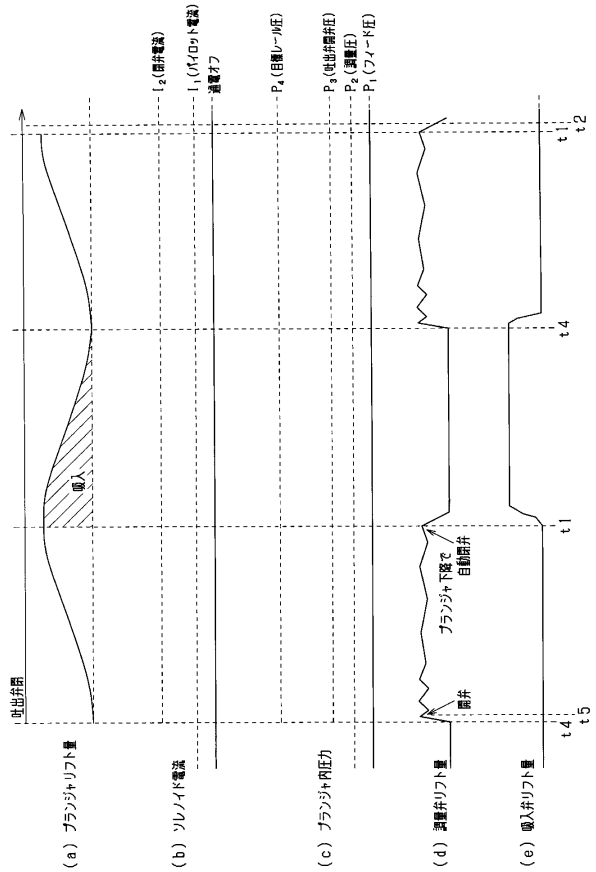
【図4】



【図5】

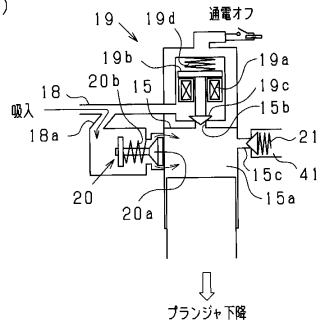


【図6】



【図7】

(第2実施形態)



フロントページの続き

審査官 八木 誠

(56)参考文献 特開平11-082237(JP,A)
特開2008-095521(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M55/02、59/20、59/26、59/46