

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4582191号
(P4582191)

(45) 発行日 平成22年11月17日(2010.11.17)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int. Cl.	F 1	
FO2D 41/38	(2006.01)	F O 2 D 41/38 B
FO2D 41/40	(2006.01)	F O 2 D 41/40 D
FO2M 45/08	(2006.01)	F O 2 M 45/08 Z

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-128295 (P2008-128295)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成20年5月15日(2008.5.15)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-275621 (P2009-275621A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成21年11月26日(2009.11.26)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成21年9月8日(2009.9.8)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	山本 聡史
			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	寺川 ゆりか
		(56) 参考文献	特開2003-314337 (JP, A) 特開2006-329028 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射制御装置およびそれを用いた燃料噴射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コモンレールから供給される燃料を1燃焼サイクル中に噴孔から複数回噴射する燃料噴射弁であって、往復移動することにより前記噴孔を開閉する弁部材と、前記コモンレールから燃料を供給され前記弁部材に噴孔閉塞方向に燃料圧力を加える制御室と、前記制御室と低圧側との間を開閉して前記制御室の燃料圧力を調整することにより前記弁部材を往復駆動する電磁駆動式の圧力調整部と、を備える前記燃料噴射弁の燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置において、

前記圧力調整部による前記弁部材に対する往復駆動制御を駆動パルス信号により指令する駆動制御手段と、

メイン噴射の噴射量、ならびに前記メイン噴射と1燃焼サイクル中において前記メイン噴射後に実施するアフター噴射との間のインターバル時間に基づいて前記制御室の圧力脈動を推定する脈動推定手段と、

前記脈動推定手段が推定する前記制御室の圧力脈動、ならびに前記コモンレールと前記燃料噴射弁との間の圧力脈動に基づいて前記アフター噴射の駆動パルス信号を補正する補正手段と、

を備えることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項2】

前記脈動推定手段は、前記制御室の容量に基づいて前記制御室の圧力脈動を推定することを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】

前記補正手段は、前記メイン噴射の前に実施するプレ噴射により前記制御室に発生する圧力脈動に基づいて前記アフター噴射の駆動パルス信号を補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記補正手段は、前記メイン噴射の前に実施するプレ噴射により前記コモンレールと前記燃料噴射弁との間に発生する圧力脈動に基づいて前記アフター噴射の駆動パルス信号を補正することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

燃料を加圧し圧送する燃料供給ポンプと、
前記燃料供給ポンプが圧送する燃料を蓄圧するコモンレールと、
前記コモンレールが蓄圧している燃料を内燃機関の気筒に噴射する燃料噴射弁と、
請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の燃料噴射制御装置と、
を備えることを特徴とする燃料噴射システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、往復移動して噴孔を開閉する弁部材に制御室から噴孔閉塞方向に燃料圧力を加え、制御室と低圧側との間を開閉して制御室の燃料圧力を調整することにより弁部材を往復移動させ、1 燃焼サイクル中に多段噴射を実施する燃料噴射弁の燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置およびそれを用いた燃料噴射システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、コモンレールで蓄圧した燃料を噴孔側と制御室とに供給し、弁部材に噴孔閉塞方向に燃料圧力を加える制御室の燃料圧力を調整して弁部材を往復移動させることにより、噴孔からの燃料噴射を断続する燃料噴射弁が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。制御室の圧力は、電磁ソレノイド等の電磁駆動部への通電を制御して制御室と低圧側との間を可動部材で開閉することにより調整される。電磁駆動部への通電は、駆動パルス信号により制御される。

【0003】

噴孔を開閉する弁部材は、噴孔側に供給される燃料から噴孔開放方向に燃料圧力を受け、制御室に供給される燃料から噴孔閉塞方向に燃料圧力を受ける。そして、制御室と低圧側とが連通して制御室の燃料圧力が低下すると、制御室の燃料圧力から噴孔閉塞方向に弁部材が受ける力が低減する。これにより、弁部材は噴孔開放方向にリフトするので、噴孔から燃料が噴射される。制御室と低圧側との連通が遮断され制御室の燃料圧力が上昇すると、制御室の燃料圧力から噴孔閉塞方向に弁部材が受ける力が増加する。これにより、弁部材は噴孔閉塞方向に移動して噴孔を閉塞するので、噴孔からの燃料噴射が遮断される。

30

【0004】

そして、このような構成の燃料噴射弁を使用し、1 燃焼サイクル中に燃料を複数回噴射する多段噴射を実施することが知られている。

40

多段噴射は、エンジンの主なトルクを発生するメイン噴射を含み、メイン噴射の前のプレ噴射、メイン噴射の後のアフター噴射、プレ噴射の前のパイロット噴射、アフター噴射の後のポスト噴射等により実施される。

【0005】

パイロット噴射は、メイン噴射による着火の前に空気と微量の燃料とを予め混合させておくために実施される。

プレ噴射は、メイン噴射の前に微量の燃料を噴射してメイン噴射の前に燃焼室で燃料を燃焼させておくことにより、メイン噴射での急激な燃焼を抑制する。これにより、燃焼音および振動を低減する。

【0006】

50

アフター噴射は、メイン噴射の後に微量の燃料を噴射してメイン噴射で燃焼室に発生した未燃成分であるパティキュレート等を燃焼させることにより排ガスを浄化する。

ポスト噴射は、微量の燃料を噴射してDPF (Diesel Particulate Filter) が捕集しているパティキュレート等を燃焼するために実施される。

【特許文献1】特開2002-89330号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前述した構成の燃料噴射弁を使用して多段噴射を実施する場合、メイン噴射を終了するとき、コモンレールから供給され制御室から低圧側に流れる高圧の燃料流れが急激に遮断されるので、制御室に圧力脈動が発生する。そして、メイン噴射の直後の制御室に圧力脈動が発生している間にアフター噴射の駆動パルス信号を電磁駆動部に加えて制御室と低圧側とが連通すると、噴孔を開閉する弁部材が噴孔開放方向にリフトする時期や速度が制御室の圧力脈動のためにばらつき、弁部材の挙動が不安定になる。これにより、アフター噴射の目標噴射量に対して実際のアフター噴射量がずれるという問題が生じる。微量の燃料を噴射するアフター噴射においては、実噴射量のずれは目標噴射量に対して大きな割合になるので、アフター噴射量がずれると所望の効果を得ることができなくなる。

10

【0008】

例えば、アフター噴射の実噴射量が目標噴射量より少ない場合には、メイン噴射後に燃焼室に発生するパティキュレート等を十分に燃焼させることができないので、排ガスを十分に浄化できない。反対に、アフター噴射の実噴射量が目標噴射量よりも多い場合には、アフター噴射による燃焼によりトルクが発生し、ドライバビリティが悪化する。

20

【0009】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、メイン噴射後に目標噴射量のアフター噴射を実施する燃料噴射制御装置およびそれをを用いた燃料噴射システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1から5に記載の発明によると、弁部材に噴孔閉塞方向に燃料圧力を加える制御室と低圧側との間を電磁駆動式の圧力調整部が開閉し、制御室の燃料圧力を調整することにより弁部材を往復駆動する燃料噴射弁の燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置において、駆動制御手段は、圧力調整部による弁部材に対する往復駆動制御を駆動パルス信号により指令し、補正手段は、1燃焼サイクル中においてメイン噴射後に実施するアフター噴射の駆動パルス信号を制御室の圧力脈動に基づいて補正する。

30

【0011】

このように、制御室の圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を補正することにより、制御室に圧力脈動が発生してもアフター噴射による噴射量のばらつきを低減し、目標噴射量のアフター噴射を実施できる。これにより、パティキュレート等の未燃成分を十分に燃焼させて排ガスを浄化するとともに、アフター噴射によるトルク発生を極力低減してドライバビリティの悪化を防止できる。

40

【0012】

尚、アフター噴射の駆動パルス信号の補正とは、例えば、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅、ならびにメイン噴射の駆動パルス信号とアフター噴射の駆動パルス信号とのインターバル時間の少なくともいずれか一方を制御室に発生する圧力脈動に基づいて補正することを表している。

【0013】

ところで、制御室の圧力脈動に加え、コモンレールと燃料噴射弁との間を接続する燃料配管にも、コモンレールから供給される燃料自体、ならびに燃料噴射弁による燃料噴射によって圧力脈動は発生する。そして、コモンレールと燃料噴射弁との間の圧力脈動によっ

50

てもアフター噴射量はばらつく。例えば、コモンレールから噴孔側に供給される燃料に圧力脈動が発生していることにより、噴孔から噴射される燃料の噴射率が変化し噴射量がばらつく。また、コモンレールと燃料噴射弁との間の圧力脈動は、制御室に伝わることにより制御室の圧力脈動の一因となる。

【 0 0 1 4 】

そこで、請求項 1 から 5 に記載の発明によると、補正手段は、さらに、コモンレールと燃料噴射弁との間の圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を補正する。

これにより、制御室の圧力脈動に加え、コモンレールと燃料噴射弁との間の圧力脈動に基づいて、アフター噴射の駆動パルス信号を高精度に補正できる。

【 0 0 1 5 】

ところで、メイン噴射後に制御室に発生する圧力脈動の振幅はメイン噴射の噴射量に応じて変化する。また、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間、つまりメイン噴射後のアフター噴射の駆動パルス信号の立ち上がり時期が変化すると、駆動パルス信号が立ち上がる際の圧力脈動の大きさが変化する。このように、制御室の圧力脈動の大きさが変化すると、アフター噴射量が変化する。

【 0 0 1 6 】

そこで、請求項 1 から 5 に記載の発明によると、脈動推定手段は、メイン噴射の噴射量と、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間とに基づいて制御室の圧力脈動を推定し、補正手段は、脈動推定手段が推定する制御室の圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を補正する。

【 0 0 1 7 】

これにより、メイン噴射の噴射量と、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間とに基づいて推定した制御室の圧力脈動に基づいて、異なるメイン噴射量およびインターバル時間におけるアフター噴射の駆動パルス信号を補正できる。

【 0 0 1 8 】

また、制御室の容量が大きくなると、制御室に発生する圧力脈動の振幅は大きくなり、圧力脈動の周期は長くなる。

そこで、請求項 2 に記載の発明によると、脈動推定手段は、制御室の容量に基づいて制御室の圧力脈動を推定する。

【 0 0 1 9 】

これにより、制御室の容量の異なる燃料噴射弁についても、アフター噴射の駆動パルス信号を補正できる。

また、メイン噴射だけでなく、メイン噴射の前に実施されるプレ噴射によっても制御室に圧力脈動は発生する。そして、プレ噴射によって発生する圧力脈動がメイン噴射後も制御室に残りアフター噴射の噴射量がばらつくおそれがある。

【 0 0 2 0 】

そこで、請求項 3 に記載の発明によると、補正手段は、メイン噴射の前に実施するプレ噴射により制御室に発生する圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を補正する。

【 0 0 2 1 】

これにより、プレ噴射により制御室に発生する圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を高精度に補正できる。

また、プレ噴射によってもコモンレールと燃料噴射弁との間に圧力脈動は発生する。そして、プレ噴射によって発生する圧力脈動がメイン噴射後もコモンレールと燃料噴射弁との間に残りアフター噴射の噴射量がばらつくおそれがある。

【 0 0 2 2 】

そこで、請求項 4 に記載の発明によると、補正手段は、メイン噴射の前に実施するプレ噴射によりコモンレールと燃料噴射弁との間に発生する圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を補正する。

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

これにより、プレ噴射によりコモンレールと燃料噴射弁との間に発生する圧力脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号を高精度に補正できる。

尚、本発明に備わる複数の手段の各機能は、構成自体で機能が特定されるハードウェア資源、プログラムにより機能が特定されるハードウェア資源、またはそれらの組み合わせにより実現される。また、これら複数の手段の各機能は、各々が物理的に互いに独立したハードウェア資源で実現されるものに限定されない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

本発明の一実施形態による燃料噴射システムを図1に示す。

10

(燃料噴射システム10)

本実施形態の燃料噴射システム10は、例えば、自動車用の4気筒のディーゼルエンジン(以下、単に「エンジン」ともいう。)2に燃料を供給するためのものであり、コモンレール20に燃料を供給する高圧ポンプ14と、高圧燃料を蓄えるコモンレール20と、コモンレール20より供給される高圧燃料をエンジン2の各気筒に噴射する燃料噴射弁30と、本システムを制御する電子制御装置(ECU:Electronic Control Unit)60とを備える。高圧ポンプ14には、燃料タンク12から燃料を汲み上げるフィードポンプが内蔵されている。

【0025】

燃料供給ポンプとしての高圧ポンプ14は、カムシャフトのカムの回転に伴いプランジャが往復移動することにより、加圧室に吸入した燃料を加圧する公知のポンプである。高圧ポンプ14のプランジャは、1個のカムの周囲に複数設置されている。

20

【0026】

調量アクチュエータとしての調量弁16は、高圧ポンプ14の吸入側に設置されており、電流制御されることにより高圧ポンプ14が吸入行程で吸入する燃料吸入量を調量する。そして、燃料吸入量が調量されることにより、高圧ポンプ14の燃料吐出量が調量される。

【0027】

コモンレール20は、高圧ポンプ14から供給される燃料を蓄圧し燃料噴射弁30に供給する。コモンレール20には、内部の燃料圧力(コモンレール圧)を検出する圧力センサ22、ならびに、コモンレール圧が過度に上昇すると開弁し内部の燃料を燃料タンク12側へ排出することでコモンレール圧を減圧するプレッシャリミッタ24が設置されている。

30

【0028】

圧力センサ22以外にも、エンジン2には、運転状態を検出するセンサとして、エンジン2の回転数を検出する回転数センサ50が設置されている。さらに、運転状態を検出する他のセンサとして、アクセルペダルの操作量であるアクセル開度ACCPを検出するアクセルセンサ、吸入空気の温度(吸気温)、冷却水の温度(水温)をそれぞれ検出する温度センサ等が燃料噴射システム10に設けられている。

【0029】

40

燃料噴射弁30は、1燃焼サイクル中に燃料を複数回噴射する多段噴射を実施する。多段噴射とは、エンジン2の主なトルクを発生するメイン噴射に加え、メイン噴射の前にプレ噴射、さらにプレ噴射の前にパイロット噴射、メイン噴射の後にアフター噴射、さらにアフター噴射の後にポスト噴射等の複数回の噴射を1燃焼サイクル中に実施することを表している。

【0030】

図2に示すように、燃料噴射弁30の弁ボディ32は、弁部材としてのノズルニードル34を往復移動自在に收容している。弁ボディ32の噴孔側の内側端部には、コモンレール20から燃料を供給される燃料室100が形成されている。ノズルニードル34は、弁ボディ32に形成された弁座32aに着座することにより噴孔36を閉塞して噴孔36が

50

らの燃料噴射を遮断し、弁座 3 2 a から離座することにより噴孔 3 6 を開放して噴孔 3 6 から燃料を噴射する。ノズルニードル 3 4 は、図示しないスプリングにより噴孔閉塞方向である弁座 3 2 a に向けて荷重を受けている。

【 0 0 3 1 】

ノズルニードル 3 4 の噴孔 3 6 と反対側には制御室 1 0 2 が形成されている。制御室 1 0 2 には、コモンレール 2 0 の燃料が第 1 オリフィス 1 0 4 を介して供給される。制御室 1 0 2 の燃料圧力は、噴孔閉塞方向である弁座 3 2 a に向けてノズルニードル 3 4 に力を加える。

【 0 0 3 2 】

圧力調整部 4 0 は電磁駆動式であり、可動部材 4 2 およびコイル 4 4 等により構成されている。コイル 4 4 への通電をオンすることにより発生する磁気吸引力により、可動部材 4 2 はリフトする。これにより、制御室 1 0 2 と低圧側との間に形成された第 2 オリフィス 1 0 6 が開放され、制御室 1 0 2 の高圧燃料が低圧側の燃料タンク 1 2 に排出される。コイル 4 4 への通電がオフされると、図示しないスプリングの荷重により可動部材 4 2 は第 2 オリフィス 1 0 6 を閉塞する。

10

【 0 0 3 3 】

第 2 オリフィス 1 0 6 のオリフィス径は第 1 オリフィス 1 0 4 のオリフィス径よりも大きいので、第 2 オリフィス 1 0 6 が開放され制御室 1 0 2 と低圧側とが連通すると、第 1 オリフィス 1 0 4 から制御室 1 0 2 に流入する燃料量よりも、第 2 オリフィス 1 0 6 から流出する制御室 1 0 2 の燃料量の方が多い。したがって、制御室 1 0 2 と低圧側とが連通

20

【 0 0 3 4 】

ここで、ノズルニードル 3 4 が燃料室 1 0 0 の燃料により噴孔開放方向に受ける力を F_1 、ノズルニードル 3 4 が制御室 1 0 2 の燃料により噴孔閉塞方向に受ける力を F_2 、ノズルニードル 3 4 がスプリングにより噴孔閉塞方向に受ける力を F_3 とすると、圧力調整部 4 0 のコイルへの通電がオフされており、第 2 オリフィス 1 0 6 が閉塞されている場合には、 $F_1 < F_2 + F_3$ となり、ノズルニードル 3 4 は弁座 3 2 a に着座している。この場合には噴孔 3 6 からの燃料噴射は遮断される。

【 0 0 3 5 】

一方、圧力調整部 4 0 のコイル 4 4 への通電がオンされ、第 2 オリフィス 1 0 6 が開放

30

【 0 0 3 6 】

図 1 に示す燃料噴射制御装置である ECU 6 0 は、CPU、RAM、ROM およびフラッシュメモリ等により構成されるマイクロコンピュータである。ECU 6 0 は、圧力センサ 2 2、回転数センサ 5 0、アクセルペダルの開度 (ACC) を検出するアクセルセンサ、吸気温センサ、水温センサ等の各種センサの検出信号からエンジン 2 の運転状態を取得する。ECU 6 0 は、エンジン 2 を最適な運転状態に制御するために、取得したエンジン運転状態に基づいて調量弁 1 6 および燃料噴射弁 3 0 等への通電を制御する。

【 0 0 3 7 】

40

次に、ROM またはフラッシュメモリに記憶された制御プログラムにより機能する ECU 6 0 の手段について説明する。

(駆動制御手段)

ECU 6 0 は、圧力センサ 2 2、回転数センサ 5 0 を含む各種センサから得たエンジン運転状態に応じ、駆動パルス信号により、燃料噴射弁 3 0 の圧力調整部 4 0 のコイル 4 4 に多段噴射の各段の噴射量および噴射時期を指令する。図 3 に示す駆動パルス信号では、ECU 6 0 は、プレ噴射、メイン噴射、アフター噴射を燃料噴射弁 3 0 に指令する。

【 0 0 3 8 】

尚、本実施形態では、基本的に多段噴射を実施するときの噴射間のインターバル時間を固定にし、噴射量だけをエンジン運転状態に応じて制御する。ECU 6 0 は、駆動パルス

50

信号のパルス幅と噴射量との関係を表す噴射量特性マップを所定範囲のコモンレール圧毎にROMまたはフラッシュメモリに記憶している。そして、ECU60は、圧力センサ22が検出するコモンレール圧に応じて、噴射量特性マップから多段噴射の各段の目標噴射量に対応する駆動パルス信号のパルス幅を決定する。

【0039】

(補正手段、脈動推定手段)

多段噴射の各段の目標噴射量に対応する駆動パルス信号のパルス幅を噴射量特性マップからコモンレール圧毎に決定して噴射量を制御する場合、図3に示すように、制御室102に圧力脈動(以下、制御室102の圧力脈動を制御室圧脈動とも言う。)が発生するとノズルニードル34のリフト時期やリフト速度がばらつきノズルニードル34がリフトする
10
ときの挙動が不安定になるので、噴射量特性マップから決定したパルス幅では目標噴射量を噴射できないことがある。特に、アフター噴射のようにメイン噴射の後にメイン噴射に近接して微量の燃料を噴射する場合、メイン噴射の影響を受けて目標噴射量に対して噴射量がばらつく割合は大きくなる。

【0040】

ここで、制御室102に圧力脈動が発生する原因として、次の2点が考えられる。

(1)燃料噴射弁30の圧力調整部40の可動部材42が制御室102から低圧側に排出される高圧の燃料流れを遮断してメイン噴射を終了させるときに、制御室102に圧力脈動が発生する。

【0041】

(2)コモンレール20と燃料噴射弁30との間の配管には、コモンレール20から供給される燃料自体、ならびに燃料噴射弁30からの噴射等により、図3に示すようにコモンレール20と燃料噴射弁30との間に圧力脈動(以下、コモンレール20と燃料噴射弁30との間に発生する圧力脈動をコモンレール圧脈動とも言う。)が発生する。このコモンレール圧脈動が制御室102に伝わり、制御室圧脈動の一因となる。コモンレール圧脈動の振幅および周期は、可動部材42が制御室102と低圧側との連通を遮断するとき
20
に制御室102に発生する脈動の振幅および周期とは異なっている。尚、コモンレール圧脈動の振幅は第1オリフィス104を通るときに低減するので、制御室102に伝わったときのコモンレール圧脈動の振幅は、可動部材42が制御室102と低圧側との連通を遮断するとき
30
に制御室102に発生する脈動の振幅よりも小さくなる。したがって、制御室圧脈動の主な原因は、圧力調整部40の可動部材42が制御室102と低圧側との連通を遮断してメイン噴射を終了させることにより発生すると考えられる。

【0042】

このような制御室圧脈動によるアフター噴射量のばらつきに加え、噴孔36から噴射される燃料に発生しているコモンレール圧脈動によってもアフター噴射量はばらつく。尚、制御室圧脈動は、コモンレール圧脈動に比べてノズルニードル34がリフトするときの挙動に与える影響が大きいので、制御室圧脈動の方がコモンレール圧脈動よりもアフター噴射量のばらつきに与える影響は大きい。

【0043】

本実施形態では、制御室102の圧力脈動と、コモンレール20と燃料噴射弁30との間の圧力脈動とに基づいて、噴射量特性マップから求めた目標のアフター噴射量に対応する駆動パルス信号のパルス幅を補正することにより、目標噴射量のアフター噴射を実施する。
40

【0044】

次に、噴射量特性マップから求めたアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正する例について説明する。

(補正例1)

制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動のそれぞれの振幅および周期は、コモンレール圧、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、制御室102の容量(制御室圧脈動の場合)、およびその他のパラメータによって推定することができる。また、アフター噴射を実施す
50

るときの制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の振幅は、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間によって推定することができる。そして、制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の変動特性であるそれぞれの振幅および周期に応じてアフター噴射量はばらつくので、コモンレール圧、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、メイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間、制御室102の容量、およびその他のパラメータに基づいて制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動のそれぞれの振幅および周期、ならびにアフター噴射を実施するときの制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の振幅を推定し、推定した制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の変動特性に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正することが考えられる。

【0045】

10

そこで、ECU60は、図4に示すように、前述したコモンレール圧、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、メイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間、制御室102の容量、およびその他のパラメータに基づき、補正マップから制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の変動特性を推定しつつ、制御室圧脈動に対する駆動パルス信号のパルス幅の補正值 K_c と、コモンレール圧脈動に対する駆動パルス信号のパルス幅の補正值 K_r とを取得する。

【0046】

そして、ECU60は、図3の最下段に示すようにメイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間は変更せず、取得した補正值 K_c 、 K_r に基づいて、制御室圧脈動とコモンレール圧脈動とが複合したときの駆動パルス信号のパルス幅の補正值を関数またはマ

20

ップから求める。

これらマップおよび関数は、測定値またはシミュレーション結果から求めることができる。

(補正例2)

アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を固定し、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間を変化させたときにアフター噴射量を測定したときの変動特性200を図5に各点として示す。インターバル時間に対するアフター噴射量の変動特性200から、メイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間が変化するとアフター噴射量

30

が変動することが分かる。

【0048】

これは、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を固定しても、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間が変化すると、アフター噴射の駆動パルス信号の立ち上がり時期において制御室102の圧力脈動の大きさが変化するためと考えられる。前述したように、制御室圧脈動は、圧力調整部40の可動部材42が制御室102から低圧側に排出される高圧の燃料流れを遮断してメイン噴射を終了させるときに発生するとともに、コモンレール圧脈動が制御室102に伝わることによって発生する。

【0049】

ノズルニードル34のリフト時期は制御室102の圧力によって決定されるので、駆動パルス信号のパルス幅が同じであっても、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間が変化すると、ノズルニードル34のリフト時期がばらつく。また、制御室102の圧力の変化の割合によってノズルニードル34のリフト速度はばらつく。

40

【0050】

このように、アフター噴射においてノズルニードル34のリフト時期およびリフト速度がばらつくと、アフター噴射量は変動する。

さらに、前述したように、アフター噴射量は、噴孔36から噴射される燃料に発生しているコモンレール圧脈動によってもばらつく。

【0051】

そこで、このようなアフター噴射量の変動特性200は、制御室圧脈動とコモンレール圧脈動との2波により生じると考え、アフター噴射量の変動特性200を次式(1)で近

50

似することが考えられる。

【0052】

$$a + b * \exp(-c * x) * \sin(d * x + e) + f * \exp(-g * x) * \sin(h * x + i) \dots (1)$$

式(1)において、 x はインターバル時間を表す変数であり、 $a \sim i$ は、コモンレール圧、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、燃料噴射弁30毎の制御室102の容量、およびその他のパラメータによって決定される係数である。

【0053】

また、式(1)において、例えば、 $b * \exp(-c * x) * \sin(d * x + e)$ の項は制御室圧脈動によるアフター噴射量の変動特性を表し、 $f * \exp(-g * x) * \sin(h * x + i)$ の項はコモンレール圧脈動によるアフター噴射量の変動特性を表している。 $\exp(-c * x)$ 、 $\exp(-g * x)$ は変動特性の減衰率を表し、 $\sin(d * x + e)$ 、 $\sin(h * x + i)$ は変動特性の周期を表している。図5に式(1)で近似した変動特性210を示す。

10

【0054】

ECU60は、式(1)で近似した変動特性210に基づき、アフター噴射量が目標値になるように、図3の最下段に示すようにメイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間は変更せず、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正する。例えば、変動特性210の振幅が大きいときにアフター噴射の駆動パルス信号が立ち上がる場合にはパルス幅を短くし、変動特性210の振幅が小さいときにアフター噴射の駆動パルス信号が立ち上がる場合にはパルス幅を長くする。

20

【0055】

また、メイン噴射の前にプレ噴射を実施する場合、プレ噴射において制御室102に発生する制御室圧脈動と、コモンレール20と燃料噴射弁30との間に発生するコモンレール圧脈動とは、アフター噴射を実施するときにも残っていると考えられる。そして、式(1)は、測定したアフター噴射量の変動特性200を近似しているので、プレ噴射実施時に発生した圧力脈動による影響を含んだアフター噴射量の変動特性を近似していると考えられる。

【0056】

尚、プレ噴射の前にパイロット噴射を実施する場合、パイロット噴射の実施時期はプレ噴射の実施時期よりもかなり前なので、パイロット噴射により発生する圧力脈動の影響をアフター噴射に対して考慮する必要はないと考えられる。

30

【0057】

式(1)で近似した変動特性210に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正する場合、式(1)の変数 x および係数 $a \sim i$ に値を設定して式(1)を計算した結果に基づいて、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正する補正値を関数またはマップから求める。

【0058】

また、制御室圧脈動による変動特性の項と、コモンレール圧脈動の変動特性の項とについて式(1)の変数および係数に値を設定し、制御室圧脈動による変動特性の項とコモンレール圧脈動による変動特性の項とについて、補正例1のようにそれぞれ異なる補正マップからアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅の補正値を取得し、取得した補正値に基づいて、制御室圧脈動とコモンレール圧脈動とが複合したときの駆動パルス信号のパルス幅の補正値を関数またはマップから求めてもよい。

40

【0059】

前述したように、式(1)において x はインターバル時間を表す変数であり、 $a \sim i$ は、コモンレール圧、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、燃料噴射弁30毎の制御室102の容量、およびその他のパラメータによって決定される係数である。したがって、式(1)の変数 x 、係数 $a \sim i$ の値を適宜設定することにより、プレ噴射およびメイン噴射の噴射量、制御室102の容量、インターバル時間のそれぞれについて異なる値において式

50

(1) に基づいて推定された制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の特性に基づいて駆動パルス信号のパルス幅の補正値を求めることができる。

【 0 0 6 0 】

制御室 1 0 2 の容量が異なる場合は、制御室 1 0 2 の容量が異なる燃料噴射弁毎に、図 5 に示すアフター噴射量の変動特性 2 0 0 を測定し、式 (1) で近似したアフター噴射量の変動特性 2 1 0 に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正してもよい。

【 0 0 6 1 】

ところで、制御室圧脈動の振幅は、メイン噴射量が減少すると小さくなり、メイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間が長くなると小さくなる。そこで、メイン噴射量が所定値よりも少ないか、あるいはメイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間が所定値よりも長い場合には、制御室圧脈動の振幅は小さくアフター噴射量の変動が小さいので、アフター噴射量の駆動パルス信号のパルス幅の補正を実施しなくてもよい。

【 0 0 6 2 】

以上説明した補正例 1、2 では、メイン噴射とアフター噴射とのインターバル時間、制御室 1 0 2 の容量、メイン噴射の前に実施するプレ噴射により制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の振幅および周期を推定し、推定した制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正するので、高精度な補正を実施できる。

【 0 0 6 3 】

(駆動パルス信号補正)

次に、アフター噴射の駆動パルス信号の補正について、図 6 の補正ルーチンに基づいて説明する。図 6 の補正ルーチンは、前述した補正例 2 を実施するルーチンであり、1 燃焼サイクルに 1 回実行される。図 6 において「 S 」はステップを表している。

【 0 0 6 4 】

図 6 の S 3 0 0 において E C U 6 0 は、アフター噴射を実施する噴射パターンであるかを判定する。アフター噴射を実施しない場合 (S 3 0 0 : N o)、S 3 0 8 において E C U 6 0 は、駆動パルス信号のパルス幅を補正しない通常の噴射制御を実施し本ルーチンを終了する。

【 0 0 6 5 】

アフター噴射を実施する場合 (S 3 0 0 : Y e s)、S 3 0 2 において E C U 6 0 は、メイン噴射の噴射量が所定値以上であるかを判定する。メイン噴射の噴射量が所定値より少ない場合 (S 3 0 2 : N o)、E C U 6 0 は、アフター噴射量のばらつきは小さいと判断し、S 3 0 8 においてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正しない通常の噴射制御を実施し本ルーチンを終了する。

【 0 0 6 6 】

メイン噴射の噴射量が所定値以上である場合 (S 3 0 2 : Y e s)、S 3 0 4 において E C U 6 0 は、メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間が所定値以下であるかを判定する。インターバル時間が所定値より長い場合 (S 3 0 4 : N o)、E C U 6 0 は、アフター噴射量のばらつきは小さいと判断し、S 3 0 8 においてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正しない通常の噴射制御を実施し本ルーチンを終了する。

【 0 0 6 7 】

インターバル時間が所定値以下である場合 (S 3 0 4 : Y e s)、S 3 0 6 において E C U 6 0 は、アフター噴射量の変動特性を、式 (1) に基づいて制御室圧脈動およびコモンレール圧脈動の 2 波の周期および振幅によって近似する。そして、式 (1) に基づいて、目標のアフター噴射量となるように、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正する。

【 0 0 6 8 】

尚、S 3 0 6 の処理を、図 4 に示す補正マップによるアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅の補正に置き換えれば、図 6 の補正ルーチンを前述した補正例 1 を実施するルー

10

20

30

40

50

チンと見なすこともできる。

【 0 0 6 9 】

以上説明した上記実施形態では、制御室圧脈動とコモンレール圧脈動とに基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を高精度に補正した。このように、アフター噴射量の変動に対する影響の大きい制御室圧脈動に基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正することにより、目標噴射量のアフター噴射を実施できる。その結果、アフター噴射によりパティキュレート等の未燃成分を十分に燃焼させて排ガスを浄化するとともに、アフター噴射によるトルク発生を極力低減してドライバビリティの悪化を防止できる。

【 0 0 7 0 】

[他の実施形態]

上記実施形態では、制御室圧脈動とコモンレール圧脈動とに基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正した。これに対し、アフター噴射量の変動に対する影響の大きい制御室圧脈動だけに基づいてアフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正してもよい。

【 0 0 7 1 】

また、上記実施形態得では、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正して目標噴射量のアフター噴射を実施した。これに対し、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅を補正せず、アフター噴射の駆動パルス信号の立ち上がり時期、つまりメイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間を補正して目標噴射量のアフター噴射を実施してもよい。また、アフター噴射の駆動パルス信号のパルス幅と立ち上がり時期との両方を補正して目標噴射量のアフター噴射を実施してもよい。

【 0 0 7 2 】

上記実施形態では、駆動制御手段、補正手段、脈動推定手段の機能を、制御プログラムにより機能が特定される ECU 60 により実現している。これに対し、上記複数の手段の機能の少なくとも一部を、回路構成自体で機能が特定されるハードウェアで実現してもよい。

【 0 0 7 3 】

このように、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の実施形態に適用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 4 】

【 図 1 】 本実施形態による燃料噴射システムを示すブロック図。

【 図 2 】 本実施形態の燃料噴射弁を示す模式的断面図。

【 図 3 】 燃料噴射弁に対する駆動パルス信号、圧力脈動を示す説明図。

【 図 4 】 マップによる駆動パルス信号の補正を示す説明図。

【 図 5 】 メイン噴射とアフター噴射との間のインターバル時間とアフター噴射量との関係を示す測定結果と、測定結果を近似した結果を示す特性図。

【 図 6 】 駆動パルス信号の補正ルーチンを示すフローチャート。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

2 : ディーゼルエンジン (内燃機関) 、 1 0 : 燃料噴射システム、 1 4 : 高圧ポンプ (燃料供給ポンプ) 、 2 0 : コモンレール、 3 0 : 燃料噴射弁、 3 4 : ノズルニードル (弁部材) 、 3 6 : 噴孔、 4 0 : 圧力調整部、 6 0 : ECU (燃料噴射制御装置、駆動制御手段、補正手段、脈動推定手段) 、 1 0 2 : 制御室

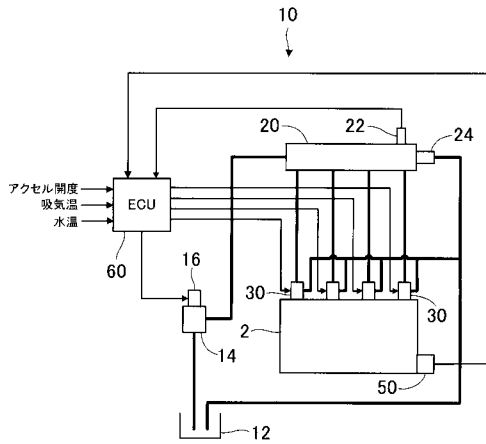
10

20

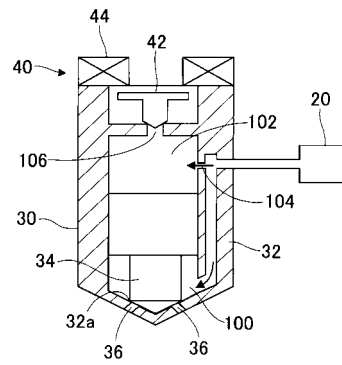
30

40

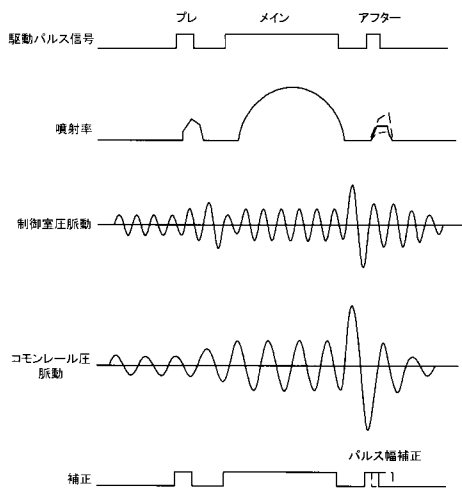
【図 1】



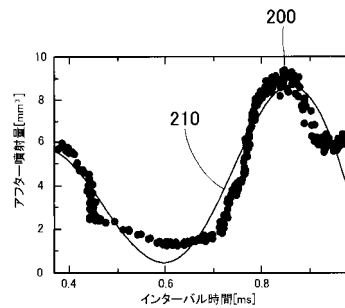
【図 2】



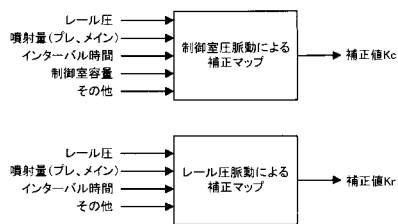
【図 3】



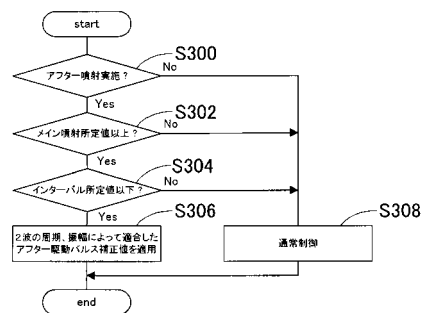
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D	4 1 / 3 8
F 0 2 D	4 1 / 4 0
F 0 2 M	4 5 / 0 8