

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-307800
(P2006-307800A)

(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 385Z	3G066
FO2D 41/32 (2006.01)	FO2D 41/32 Z	3G301
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 F	3G384
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 310B	
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2D 45/00 364K	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-134145 (P2005-134145)	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年5月2日(2005.5.2)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
		(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100084537 弁理士 松田 嘉夫
		(74) 代理人	100120178 弁理士 三田 康成
		(74) 代理人	100120260 弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	瀬見井 一州 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

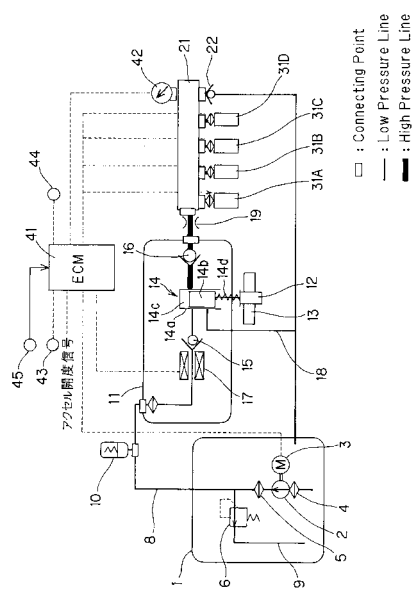
(54) 【発明の名称】 エンジンの燃料供給装置

(57) 【要約】

【課題】 噴射タイミングの前に噴射時期計算タイミングを設けている場合においても早期に圧縮行程噴射を許可し得る装置を提供する。

【解決手段】 クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータ(12)と、このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプ(11)と、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁とを備えると共に、燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出する手段(41)と、エンジンの始動時にこの燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに圧縮行程噴射を許可する手段(41)とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータと、
このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプと、
圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁と

を備えるエンジンの燃料供給装置において、

前記燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出する燃料圧力推定値算出手段と、

エンジンの始動時にこの燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに圧縮行程噴射を許可する燃料噴射禁止・圧縮行程噴射許可判定手段と

を備えることを特徴とするエンジンの燃料供給装置。

【請求項 2】

クランクシャフトにより駆動されるポンプ駆動カムと、

このポンプ駆動カムにより駆動されるポンププランジャが上昇する行程で高圧燃料を吐出し、このポンププランジャが下降する行程で一定の燃料圧力を保持する高圧燃料ポンプと、

圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁と

を備えるエンジンの燃料供給装置において、

前記ポンププランジャが上昇する行程中に前記燃料噴射タイミングが存在する気筒について、その気筒の燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、その気筒の燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出する燃料圧力推定値算出手段と、

エンジンのクランキング時にこの前記気筒の燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は前記気筒の燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに前記気筒の圧縮行程噴射を許可する燃料噴射禁止・圧縮行程噴射許可判定手段とを備えることを特徴とするエンジンの燃料供給装置。

【請求項 3】

前記所定のタイミングより前記燃料噴射タイミングまでの燃料圧力の上昇分を算出し、この算出値に基づいて前記燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 4】

前記燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値は、前記所定のタイミングで前記燃料噴射弁に実際に作用している燃料圧力と、前記燃料圧力の上昇分とを足し合せた値であることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 5】

前記気筒の燃料噴射タイミングにある前の所定のタイミングより前記気筒の燃料噴射タイミングまでの燃料圧力の上昇分を算出し、この算出値に基づいて前記気筒の燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値を算出することを特徴とする請求項 2 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 6】

前記気筒の燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値は、前記気筒の燃料噴射タイミングにある前の所定のタイミングで前記気筒の燃料噴射弁に実際に作用している燃料圧力と、前記気筒の燃料噴射タイミングまでの燃料圧力の上昇分とを足し合せた値であることを特徴とする請求項 5 に記載のエンジンの燃料供給装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記燃料圧力の上昇分を、前記高圧燃料ポンプの吐出量または前記高圧燃料ポンプの容量に基づいて設定することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 8】

前記燃料圧力の上昇分を、前記高圧燃料ポンプの吐出量が大きくなるほど大きくすることを特徴とする請求項 7 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 9】

前記燃料圧力の上昇分を、前記高圧燃料ポンプの容量が大きくなるほど大きくすることを特徴とする請求項 7 に記載のエンジンの燃料供給装置。

10

【請求項 10】

前記高圧燃料ポンプからの高圧燃料を一旦蓄えた後に前記燃料噴射弁に分配するコモンレールを備え、前記燃料圧力の上昇分を、このコモンレール容積に基づいて設定することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【請求項 11】

前記燃料圧力の上昇分を、前記コモンレール容積が大きくなるほど小さくすることを特徴とする請求項 10 に記載のエンジンの燃料供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明はエンジンの燃料供給装置、特にエンジンにより駆動される高圧燃料ポンプから吐出した燃料を燃料噴射弁に供給するようにしたものに関する。

【背景技術】

【0002】

クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプと、所定の燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンに供給する燃料噴射弁とを備えるエンジンの燃料供給装置において、燃料噴射に先立って検出された燃料圧力を、1 サイクル後の当該気筒における燃料圧力の予測値として、1 サイクル後の当該燃料噴射時間を算出するものがある（特許文献 1 参照）。

30

【特許文献 1】特開 2000 - 320385 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプと、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁とを備えるエンジンにおいて、一層の燃費向上のため、エンジンのクランク角の当初より圧縮行程噴射による成層燃焼を行わせることが考えられている。

40

【0004】

この場合に、圧縮行程中にある噴射終了時期を固定とすれば、この固定の噴射終了時期より、要求燃料量に応じた所定の燃料噴射パルス幅 T_i をそのときのエンジン回転速度を用いてクランク角に換算した値だけ進角側のクランク角位置が噴射開始時期となる。このため、実際の噴射タイミングが訪れる前の所定のクランク角位置を噴射時期計算タイミングとして定め、この噴射時期計算タイミングにおいて噴射時期（噴射開始時期）の計算を行うこととなる。つまり、噴射時期計算タイミングと、実際の噴射タイミングとの間に時間的なズレが生じる。

【0005】

このように、噴射時期計算タイミング（噴射タイミングになる前の所定のタイミング）と実際の噴射タイミングとの間にズレがあると、圧縮行程噴射を許可するタイミングが遅

50

れ、結果としてエンジン始動までの時間が長引くことがある。

【0006】

これを図4を参照して説明すると、図4はスタータスイッチ45をONにしてエンジンのクランキングを開始してからのコモンレール燃料圧力の変化をモデルで示している(最上段参照)。図4において、燃料噴射が行われないときには、 t_1 におけるクランキングの開始と共に高圧燃料ポンプが働き始めコモンレール燃料圧力が t_1 より上昇し、 t_4 より t_7 までは一定を保ち、 t_7 より再び上昇し、 t_{11} より一定を保つ。

【0007】

こうしたコモンレール燃料圧力の変化を図3最上段に示した高圧燃料ポンプのプランジャリフトと対応させると、図4 $t_1 \sim t_4$ と $t_7 \sim t_{11}$ の各区間がプランジャリフトの上昇行程に、これに対して図4 $t_4 \sim t_7$ と t_{11} 以降の区間がプランジャリフトの下降行程に対応する。

10

【0008】

ここで、噴射時期計算タイミングとして各気筒のRef信号の立ち上がりタイミングを採用し、この噴射時期計算タイミングで圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する場合で考えてみる。Ref信号は公知であり、各気筒についてのクランク角基準位置の信号である。例えば、後述するように4気筒エンジンについて各気筒の圧縮上死点前 110° で立ち上がるRef信号がある。

【0009】

さて、図4において4番気筒では、 t_{12} の噴射時期計算タイミングで t_{12} での実際のコモンレール燃料圧力と所定の噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する。このとき、その直後に訪れる4番気筒の噴射タイミング(t_{13})になってもコモンレール燃料圧力は t_{12} での値と同じであるため、4番気筒の噴射タイミングである t_{13} の手前の t_{12} で予め実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定しても、この許可判定に誤判定が生じることはない。

20

【0010】

同様にして1番気筒では、 t_5 の噴射時期計算タイミングで t_5 での実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する。このとき、その直後に訪れる1番気筒の噴射タイミング(t_6)になってもコモンレール燃料圧力は t_5 での値と同じであるため、1番気筒の噴射タイミングである t_6 の手前の t_5 で予め実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定しても、この許可判定に誤判定が生じることはない。

30

【0011】

一方、3番気筒では、 t_7 から t_{11} までのプランジャリフトの上昇行程中に噴射時期計算タイミング(t_8)と噴射タイミング(t_{10})とがあるため、 t_8 の噴射時期計算タイミングで t_8 での実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定したとすると、 t_8 での実際のコモンレール燃料圧力は噴射許可燃料圧力にわずかに達していないため、 t_8 の噴射時期計算タイミングでは圧縮行程噴射が許可されず、 t_{10} の噴射タイミングで3番気筒の燃料噴射が行われることはない。3番気筒で燃料噴射が行われないことは第3段目において3番気筒の噴射波形を破線で示している。なお、2番、1番気筒についても燃料噴射が行われることがないので、同じく第3段目において2番、1番気筒の噴射波形を破線で示している。

40

【0012】

このように、噴射時期計算タイミングで実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定するようにしているのでは、 t_8 の噴射時期計算タイミングで圧縮行程噴射が許可されず、 t_{12} の噴射時期計算タイミングにおいて初めて圧縮行程噴射が許可されることとなる。

【0013】

ここで、3番気筒の噴射時期計算タイミング(t_8)を再考すると、 t_8 の噴射時期計

50

算タイミングのすぐ後の t 9 で実際のコモンレール燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達している。しかも、t 9 は t 10 の噴射タイミングより前にある。これより、t 10 の噴射タイミングにおいて実際のコモンレール燃料圧力は噴射許可燃料圧力を超えているはずであるから、t 8 のタイミングで圧縮行程噴射を許可し t 10 の噴射タイミングで 3 番気筒の燃料噴射を実行させてもなんら問題がなく、t 8 のタイミングで圧縮行程噴射を許可することで、圧縮行程噴射を許可するタイミングが、噴射時期計算タイミングにおいて実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する場合の t 12 より t 8 へと早まることがわかる。

【0014】

しかしながら、上記特許文献 1 はエンジン始動後の主に定常運転時の制御技術であるため、エンジンのクランキングよりの制御については一切記載されていない。 10

【0015】

そこで本発明は、噴射タイミングの前に噴射時期計算タイミングを設けている場合においても早期に圧縮行程噴射を許可し得る装置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】

【0016】

本発明は、クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプと、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁とを備えるエンジンの燃料供給装置において、前記燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出し、エンジンの始動時にこの燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに圧縮行程噴射を許可するように構成する。 20

【0017】

また、本発明は、クランクシャフトにより駆動されるポンプ駆動カムと、このポンプ駆動カムにより駆動されるポンププランジャが上昇する行程で高圧燃料を吐出し、このポンププランジャが下降する行程で一定の燃料圧力を保持する高圧燃料ポンプと、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁とを備えるエンジンの燃料供給装置において、前記ポンププランジャが上昇する行程中に前記燃料噴射タイミングが存在する気筒について、その気筒の燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、その気筒の燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出し、エンジンのクランキング時にこの前記気筒の燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は前記気筒の燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに前記気筒の圧縮行程噴射を許可するように構成する。 30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、エンジンの始動時に燃料噴射弁に作用する燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達した後に圧縮行程噴射を許可するのではなく、燃料噴射タイミングよりも前のタイミングで、燃料噴射タイミングにおいて燃料噴射弁に作用するであろう燃料圧力を前もって推定し、その燃料圧力の推定値に基づいて、つまり実際の燃料圧力が噴射許可燃料圧力となるのを待つことなく圧縮行程噴射を許可するか否かの判定を行うので、そのぶん圧縮行程噴射を行うタイミングが、燃料噴射弁に作用する燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達した後に圧縮行程噴射を許可する場合より早まり、始動時間の短縮と排気性能とを両立させた始動を行わせることができる。 40

【0019】

また、本発明によれば、ポンププランジャが上昇する行程中に燃料噴射タイミングが存 50

在する気筒について、エンジンのクランキング時に当該気筒の燃料噴射弁に作用する燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達した後に当該気筒の圧縮行程噴射を許可するのではなく、当該気筒の燃料噴射タイミングよりも前のタイミングで、当該気筒の燃料噴射タイミングにおいて当該気筒の燃料噴射弁に作用するであろう燃料圧力を前もって推定し、その燃料圧力の推定値に基づいて、つまり実際の燃料圧力が噴射許可燃料圧力となるのを待つことなく当該気筒の圧縮行程噴射を許可するか否かの判定を行うので、そのぶん当該気筒の圧縮行程噴射を行うタイミングが、当該気筒の燃料噴射弁に作用する燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達した後に当該気筒の圧縮行程噴射を許可する場合よりも早まり、始動時間の短縮と排気性能とを両立させた始動を行わせることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0020】

図1は本発明の一実施形態のエンジンの燃料供給装置の概略構成図、図2はクランクシャフトにより駆動されるアクチュエータとしてのポンプ駆動カム12(板カム)の平面図、図3は高圧ポンプ11の作用を示すための波形図である。

【0021】

図1において、エンジンの燃料供給装置は、燃料タンク1と、フィードポンプ2と、高圧燃料ポンプ11と、コモンレール(フュエルギャラリー)21と、燃料噴射弁とを主に備える。

【0022】

フィードポンプ2は電動モータ3により駆動され、燃料タンク1内の燃料を燃料供給通路8へと圧送する。フィードポンプ2の上流側、下流側にはそれぞれ燃料フィルタ4、5が設けられている。また、フィードポンプ2の吐出圧力が一定圧力以上とならないようにするため、燃料供給通路8より分岐して燃料タンク1に戻るリターン通路9に低圧プレッサレギュレータ6が設けられている。

20

【0023】

フィードポンプ2からの吐出燃料は、燃料供給通路8を介して、高圧燃料ポンプ11に供給される。燃料供給通路8には燃料圧力の脈動を抑制するためのダンパ10が設けられている。

【0024】

高圧燃料ポンプ11の構成(公知でない)について説明すると、高圧燃料ポンプ11は、クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータとしてのポンプ駆動カム12(板カム)、このポンプ駆動カム12により駆動されるプランジャポンプ14、常閉の吸入チェックバルブ15、常閉の吐出チェックバルブ16、制御ソレノイド17からなっている。上記のプランジャポンプ14は、さらに、シリンダ14aと、ポンプ駆動カム12の周面を従動して図で上下方向に往復動する一つのプランジャ14bと、このプランジャ14bとシリンダ14aにより区画される高圧室14cと、プランジャ14bをカム12の周面に向けて付勢するスプリング14dと、高圧室14cの燃料を燃料タンク1に戻すスピル通路18とからなるものである。

30

【0025】

上記のポンプ駆動カム12は、図2に示したように、180度離れた左右の対向位置にベースサークルより盛り上がるリフト部をそれぞれ有しており、ポンプ駆動カム12が図2において時計方向に回転すると、図2に示す左右いずれかの最大リフト位置よりベースサークルへと降りてくるとき、スプリング14dがプランジャ14bをカム12の方向に付勢するため、プランジャ14bが図1において下方に移動する。さらにポンプ駆動カム12が回転し、今度はベースサークルを離れて180度離れた反対側のもう一つの最大リフト位置に向けて上昇するとき、プランジャ14bがスプリング14dの付勢力に抗し図1において上方に移動する。

40

【0026】

図3は高圧燃料ポンプ11の動作をモデルで示している。いま、プランジャ14bが最高リフト位置にあるt1のタイミングで吸入チェックバルブ15を開くと共に、プランジ

50

ャ 1 4 b を最高リフト位置より最低リフト位置となる t 2 のタイミングまで下降するとき、高圧室 1 4 c にフィードポンプ 2 からの低圧燃料が吸入される。つまり、t 1 より t 2 までの区間が高圧燃料ポンプ 1 1 の吸入行程である。

【 0 0 2 7 】

t 2 よりプランジャ 1 4 b が最高リフト位置に向けて上昇するが、このとき、制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を開放しているため、高圧室 1 4 c の燃料はスピル通路 1 8 を介して燃料タンク 1 に戻されるだけであり、高圧室 1 4 c の燃料がコモンレール 2 1 へと圧送されることはない。

【 0 0 2 8 】

プランジャ 1 4 b が上昇して、t 3 のタイミングで制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を閉塞すると、この t 3 のタイミングよりプランジャ 1 4 b が最高リフト位置に達する t 4 のタイミングまでの区間で、高圧室 1 4 c の燃料圧力が上昇して吐出チェックバルブ 1 6 が開かれ、高圧の燃料がオリフィス 1 9 を介してコモンレール 2 1 へと供給される。つまり、t 2 より t 3 までの区間が高圧燃料ポンプ 1 1 のスピル行程、t 3 より t 4 までの区間が高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出行程である。そして、t 1 から t 4 までの区間における一連の動作がひとまとまりであり、t 4 のタイミング以降は、このひとまとまりの動作が繰り返される。

【 0 0 2 9 】

制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を閉塞するタイミング (t 3 のタイミング) を早めるほど高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出量が増し、この逆に制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を閉じるタイミングを遅くするほど高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出量が減るのであり、制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を閉じるタイミングを進角側あるいは遅角側へと制御することにより高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出量を制御できる。

【 0 0 3 0 】

図 1 に戻り、上記のポンプ駆動カム 1 2 は吸気バルブ用カムシャフト 1 3 に一体に設けられており、この吸気バルブ用カムシャフト 1 3 の前端に固定されるカムスプロケットと、図示しないクランクシャフトの前端に固定されるクランクスプロケットとにチェーンあるいはベルトが掛け回されており、吸気バルブ用カムシャフト 1 3 はクランクシャフトにより間接的に駆動される。

【 0 0 3 1 】

コモンレール 2 1 の後端には安全弁 2 2 を備えている。実際のコモンレール燃料圧力が許容圧力を超えるときには、この安全弁 2 2 が開いてコモンレール 2 1 内の高圧燃料の一部を燃料タンク 1 へと戻す。

【 0 0 3 2 】

コモンレール 2 1 に蓄えられた高圧燃料は各気筒の高圧燃料噴射弁に分配される。図 1 には 4 気筒エンジンの場合を示しており、4 つの高圧燃料噴射弁 3 1 A、3 1 B、3 1 C、3 1 D にコモンレール 2 1 に蓄えられた高圧燃料が作用している。

【 0 0 3 3 】

各気筒の点火タイミングに従い、所定のタイミングで燃料噴射弁 3 1 A ~ 3 1 D を開くと、その開かれた燃料噴射弁を有する気筒の燃焼室に燃料が供給される。また、所定量の燃料が燃料噴射弁より消失することで、コモンレール燃料圧力が低下する。

【 0 0 3 4 】

このため、エンジンコントローラ 4 1 では、エンジン負荷と回転速度に応じたコモンレール 2 1 の目標燃料圧力をマップとして予め持っており、燃料圧力センサ 4 2 により検出される実際のコモンレール燃料圧力が、そのときのエンジンの負荷と回転速度に応じた目標燃料圧力と一致するように、制御ソレノイド 1 7 を介して高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出量を制御する。例えば、実際のコモンレール燃料圧力が目標燃料圧力より低いときには制御ソレノイド 1 7 がスピル通路 1 8 を閉塞するタイミングを早めて高圧燃料ポンプ 1 1 の吐出量を増やし実際のコモンレール燃料圧力を上昇させて目標燃料圧力に近づける。この逆に、実際のコモンレール燃料圧力が目標燃料圧力より高いときには制御ソレノイド 1 7 が

10

20

30

40

50

スピル通路 18 を閉塞するタイミングを遅くして高圧燃料ポンプ 11 の吐出量を減らし実際のコモンレール燃料圧力を下降させて目標燃料圧力に近づける。

【0035】

エンジン負荷と回転速度が定めれば 1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量が一義的に定まり、その 1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量とコモンレール燃料圧力が定めれば、燃料噴射弁の開弁パルス幅が定まる。従って、エンジンコントローラ 41 では、エンジン負荷と回転速度とに応じた 1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量のマップを持っており、そのときのエンジン負荷と回転速度とから 1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量のマップを検索して、1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量を求め、この 1 気筒、1 サイクル当たり要求燃料量とコモンレール燃料圧力とから燃料噴射弁に与える開弁パルス幅を算出し、所定の噴射タイミングとなったとき、この開弁パルス幅で燃料噴射弁を開いて各気筒に燃料を供給する。

10

【0036】

本実施形態では、上記の高圧燃料噴射弁 31A ~ 31D を各気筒の燃焼室に臨ませて設けており、エンジンのクランキング時より気筒毎に圧縮行程噴射を行って成層燃焼を行わせるようにしている。

【0037】

一方、噴射終了時期を固定とすれば、この固定の噴射終了時期より、要求燃料量に応じた所定の燃料噴射パルス幅 T_i をそのときのエンジン回転速度を用いてクランク角に換算した値だけ進角側のクランク角位置が噴射開始時期となる。このため、実際の噴射タイミングが訪れる前の所定のクランク角位置を噴射時期計算タイミングとして定め、この噴射時期計算タイミングにおいて噴射時期（噴射開始時期）の計算を行っている。つまり、噴射時期計算タイミングと、実際の噴射タイミングとの間に時間的なズレがある。

20

【0038】

このように、噴射時期計算タイミング（つまり燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミング）と実際の噴射タイミングとの間にズレがあると、圧縮行程噴射を許可するタイミングが遅れ、結果としてエンジン始動までの時間が長引くことがある。

【0039】

これを図 4 を参照して説明すると、図 4 はスタータスイッチ 45 を ON にしてエンジンのクランキングを開始してからのコモンレール燃料圧力の変化をモデルで示している（最上段参照）。図 4 において、燃料噴射が行われなるときには、 t_1 におけるクランキングの開始と共に高圧燃料ポンプ 11 が働き始めコモンレール燃料圧力が t_1 より上昇し、 t_4 より t_7 までは一定を保ち、 t_7 より再び上昇し、 t_{11} より一定を保つ。

30

【0040】

こうしたコモンレール燃料圧力の変化を図 3 最上段のプランジャリフトと対応させると、図 4 $t_1 \sim t_4$ と $t_7 \sim t_{11}$ の各区間がプランジャリフトの上昇行程に、これに対して図 4 $t_4 \sim t_7$ と t_{11} 以降の区間がプランジャリフトの下降行程に対応する。

【0041】

ここで、噴射時期計算タイミングとして各気筒の Ref 信号の立ち上がりタイミングを採用し、この噴射時期計算タイミングで圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する。Ref 信号は公知であり、各気筒についてのクランク角基準位置の信号である。例えば、後述するように 4 気筒エンジンについて各気筒の圧縮上死点前 110° で立ち上がる Ref 信号がある。

40

【0042】

さて、図 4 において 4 番気筒では、 t_{12} の噴射時期計算タイミングで t_{12} での実際のコモンレール燃料圧力と所定の噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する。このとき、その直後に訪れる 4 番気筒の噴射タイミング（ t_{13} ）になってもコモンレール燃料圧力は t_{12} での値と同じであるため、4 番気筒の噴射タイミングである t_{13} の手前の t_{12} で予め実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定しても、この許可判定に誤判定が

50

生じることはない。

【0043】

同様にして1番気筒では、 t_5 の噴射時期計算タイミングで t_5 での実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定する。このとき、その直後に訪れる1番気筒の噴射タイミング(t_6)になってもコモンレール燃料圧力は t_5 での値と同じであるため、1番気筒の噴射タイミングである t_6 の手前の t_5 で予め実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定しても、この許可判定に誤判定が生じることはない。

【0044】

一方、3番気筒では、 t_7 から t_{11} までのプランジャリフトの上昇行程中に噴射時期計算タイミング(t_8)と噴射タイミング(t_{10})とがあるため、 t_8 の噴射時期計算タイミングで t_8 での実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定したとすると、 t_8 での実際のコモンレール燃料圧力は噴射許可燃料圧力にわずかに達していないため、 t_8 の噴射時期計算タイミングでは圧縮行程噴射が許可されず、 t_{10} の噴射タイミングで3番気筒の燃料噴射が行われることはない。3番気筒で燃料噴射が行われないことは第3段目において3番気筒の噴射波形を破線で示している。なお、2番、1番気筒についても燃料噴射が行われることがないので、同じく第3段目において2番、1番気筒の噴射波形を破線で示している。

10

【0045】

このように、噴射時期計算タイミングで実際のコモンレール燃料圧力と噴射許可燃料圧力との比較により圧縮行程噴射を許可するか否かを判定するようにしているのでは、 t_8 の噴射時期計算タイミングで圧縮行程噴射が許可されず、 t_{12} の噴射時期計算タイミングにおいて初めて圧縮行程噴射が許可されることとなる。

20

【0046】

ここで、3番気筒の噴射時期計算タイミング(t_8)を再考すると、 t_8 の噴射時期計算タイミングのすぐ後の t_9 で実際のコモンレール燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達している。しかも、 t_9 は t_{10} の噴射タイミングより前にある。これより、 t_{10} の噴射タイミングにおいて実際のコモンレール燃料圧力は噴射許可燃料圧力を超えているはずであるから、 t_8 のタイミングで圧縮行程噴射を許可し t_{10} の噴射タイミングで3番気筒の燃料噴射を実行させてもなんら問題がなく、 t_8 のタイミングで圧縮行程噴射を許可することで、圧縮行程噴射を許可するタイミングが従来装置の t_{12} より t_8 へと早まること

30

【0047】

そこで本発明は、噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、噴射タイミングでのコモンレール燃料圧力を前もって推定し、エンジンのクランキング時にこの噴射タイミングでのコモンレール燃料圧力推定値と噴射許可燃料圧力との比較により、コモンレール燃料圧力推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は燃料噴射を禁止し、コモンレール燃料圧力推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに圧縮行程噴射を許可する。

【0048】

噴射タイミングまでのコモンレール燃料圧力の上昇分について図5をさらに参照して説明すると、図5は横軸をクランク角とした高圧燃料ポンプ14のプランジャリフトを示している。吸気バルブ用カムシャフト13はクランクシャフトが2回転してやっと1回転すること、かつポンプ駆動カム12は1回転の間に2回リフトするから、結果的に、プランジャリフトの1周期はクランク角でちょうど 360° になる。いま、簡単のため、1番気筒の圧縮上死点位置でプランジャリフトがゼロになるようにポンプ駆動カム12を吸気バルブ用カムシャフト13上に設定してあるとし、1番気筒のRef信号が圧縮上死点よりクランク角で 110° 前の t_3 のタイミングで立ち上がるものとして考える。4気筒エンジンの点火順序を1-3-4-2とすれば、1番気筒の1つ前の気筒は2番気筒であり、この2番気筒のRef信号は1番気筒のRef信号よりもさらに 180° 前の t_1 のタイミングで立ち上がる。

40

50

【0049】

一方、1番気筒の噴射タイミングは、1番気筒のRef信号の立ち上がり(t₃)よりも遅れたt₄のクランク角で、また2番気筒の噴射タイミングは、2番気筒のRef信号の立ち上がり(t₁)よりも遅れたt₂のクランク角であるとする。

【0050】

3番気筒、4番気筒については、プランジャリフトが360°進角側にずれた位置において、3番気筒、4番気筒のRef信号が2番気筒、1番気筒のRef信号の位置にくるし、3番気筒、4番気筒の噴射タイミングが2番気筒、1番気筒のRef信号の立ち上がりよりも遅れたt₂、t₄のクランク角にくるので、これら3番気筒、4番気筒についてのRef信号、噴射タイミングを図5の括弧書きで示している。

10

【0051】

この場合に、Ref信号の立ち上がりタイミングと噴射タイミングとがプランジャリフトの上昇側にある気筒、つまり2番気筒(または3番気筒)では、2番気筒のRef信号の立ち上がりタイミング(t₁)でのコモンレール燃料圧力よりも、2番気筒の噴射タイミング(t₂)でのコモンレール燃料圧力のほうがそのタイミング差の分だけ上昇する。このコモンレール燃料圧力上昇分をRef信号の立ち上がりタイミングで推定するのである。

【0052】

エンジンコントローラ41より実行されるこの制御を以下のフローチャートに従って詳述する。

20

【0053】

図6は成層燃焼許可フラグを設定するためのもので、一定時間毎(例えば10msec毎)に実行する。

【0054】

ステップ1ではスタータスイッチ45からの信号をみる。スタータスイッチ45からの信号がONであるときにエンジンのクランキング時であると判断しステップ2に進んで成層燃焼の要求があるか否かをみる。エンジン回転速度とエンジン負荷とをパラメータとする運転領域は、低負荷側において成層燃焼を行う成層燃焼領域と、高負荷において均質燃焼を行う均質燃焼域とに大きく二つに分かれている。これは、大きなエンジン出力の要求されない低負荷側では圧縮行程噴射により成層燃焼を行わせることで燃費を向上し、この反対に大きなエンジン出力の要求される高負荷側になると、燃焼状態を成層燃焼から、吸気行程噴射を行い燃焼するまでに燃料の気化を燃焼室全体で十分に促進した後に燃焼させる、いわゆる均質燃焼へと切替えるためである。そのため、そのときのエンジン回転速度とエンジン負荷とから定まる運転条件が成層燃焼域にあれば成層燃焼の要求があることになり、これに対してそのときのエンジン回転速度とエンジン負荷とから定まる運転条件が均質燃焼域にあれば成層燃焼の要求がないことになる。

30

【0055】

また、本実施形態では、スタータスイッチ45がONとなるエンジンのクランキング時においても圧縮行程噴射を行って成層燃焼を行わせるようにしている。このため、スタータスイッチ45がONであるときには成層燃焼の要求があると判断し、ステップ3に進んで燃料圧力センサ42により検出される実際のコモンレール燃料圧力Prを読み込み、ステップ4においてこの実際のコモンレール燃料圧力Prと規定値1を比較する。

40

【0056】

この規定値1は後述する噴射許可燃料圧力よりも少し低い値である。燃料噴射弁から供給される1気筒、1サイクル当たり燃料量はコモンレール燃料圧力と燃料噴射パルス幅により定まる。ここで、成層燃焼によりエンジンを安定して回転させるのに必要な最小の燃料量と、噴射弁の開弁精度が補償される最小の燃料噴射パルス幅とは予め決まっている。よって、この2つの値より、成層燃焼によりエンジンを安定して回転させるのに必要なコモンレール燃料圧力の最小値が定まる。規定値は、この成層燃焼によりエンジンを安定して回転させるのに必要なコモンレール燃料圧力の最小の値である。実際のコモンレール燃

50

料圧力 P_r が規定値 1 以上であれば成層燃焼を行うことが可能なコモンレール燃料圧力になっていると判断し、ステップ 5 に進んで成層燃焼許可フラグ（ゼロに初期設定）= 1 とする。

【 0 0 5 7 】

これに対して、ステップ 4 で実際のコモンレール燃料圧力 P_r が規定値 1 未満であるときには成層燃焼を行うことが可能なコモンレール燃料圧力に達しておらず成層燃焼を行わせることができないと判断し、ステップ 6 に進んで噴射禁止フラグ（ゼロに初期設定）= 1 とする。

【 0 0 5 8 】

また、ステップ 2 で成層燃焼の要求がないときにもステップ 6 に進んで噴射禁止フラグ = 1 とする。 10

【 0 0 5 9 】

一方、ステップ 1 でスタータスイッチ 4 5 が OFF であるとき（ただしイグニッションスイッチは ON 状態にある）にはステップ 7 以降に進む。ステップ 7 以降はエンジン始動後の制御である。すなわち、ステップ 7 では成層燃焼の要求があるか否かをみる。前述のようにそのときのエンジン回転速度とエンジン負荷とから定まる運転条件が成層燃焼域にあれば成層燃焼の要求があることになり、これに対してそのときのエンジン回転速度とエンジン負荷とから定まる運転条件が均質燃焼域にあれば成層燃焼の要求がないことになるので、成層燃焼の要求があるときにはステップ 5 に進んで成層燃焼許可フラグ = 1 とし、成層燃焼の要求がないときにはステップ 8 に進んで成層燃焼許可フラグ = 0 とする。 20

【 0 0 6 0 】

図 7 は噴射時期（噴射開始時期）を計算するためのもので、各気筒の Ref 信号の立ち上がりのタイミング毎に実行する。つまり、Ref 信号の立ち上がりタイミングが噴射時期計算タイミングである。Ref 信号は、クランクシャフトポジションセンサ 2 1 からの信号とカムシャフトポジションセンサ 2 2 からの信号とから算出される、各気筒についてのクランク角基準位置の信号である。

【 0 0 6 1 】

ステップ 1 1 では、図 6 により設定されている成層燃焼許可フラグをみる。成層燃焼許可フラグ = 0 であるときには圧縮行程噴射を許可すべきでないため、ステップ 2 4 に進み圧縮行程噴射許可フラグ = 0 とする。 30

【 0 0 6 2 】

成層燃焼許可フラグ = 1 であるときにはステップ 1 2 に進み、燃料圧力センサ 4 2 により検出される実際のコモンレール燃料圧力 P_r [Pa] を読み込む。

【 0 0 6 3 】

ステップ 1 3 では、今回の Ref 信号の立ち上がりタイミングが 2 番気筒または 3 番気筒のものであるか否かをみる。今回の Ref 信号の立ち上がりタイミングが 2 番気筒または 3 番気筒のものである場合には現在のタイミングである噴射時期計算タイミングより噴射タイミングまでにコモンレール燃料圧力が上昇すると判断し、ステップ 1 4 に進んで現在のタイミングより噴射タイミングまでに昇圧し得るコモンレール燃料圧力上昇分 P [Pa] を算出し、ステップ 1 5 において現在のタイミングにおけるコモンレール燃料圧力 P_r にこのコモンレール燃料圧力上昇分 P を加えた値を、2 番気筒または 3 番気筒の噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} [Pa] とする。 40

【 0 0 6 4 】

ここで、現在のタイミング（噴射時期計算タイミング）より噴射タイミングまでに昇圧し得るコモンレール燃料圧力上昇分 P は、高圧燃料ポンプの吐出量 V と、コモンレール容積 V_0 に依存して定まる。これを式に表すと、次式になる。

【 0 0 6 5 】

$$P = (V / V_0) \times K \quad \dots (1)$$

ただし、 K : 定数、

従って、高圧燃料ポンプ 1 1 とコモンレール 2 1 の仕様が決めれば、(1) 式の定数 K 50

を適合することにより、コモンレール燃料圧力上昇分 P を一定値で設定することができる。

【0066】

ただし、高圧燃料ポンプ11とコモンレール21の仕様が変更になれば、定数 K を改めて適合することが必要である。この場合のコモンレール燃料圧力上昇分 P の傾向は次の通りである。

【0067】

〔1〕高圧燃料ポンプ11のプランジャリフトの上昇カーブが急である場合のほうがプランジャリフトの上昇カーブが緩やかである場合よりもポンプ吐出量 V が大きくなり、コモンレール燃料圧力上昇分 P が大きくなる。

10

【0068】

〔2〕高圧燃料ポンプ11そのものの容量（仕様）が大きくなると、ポンプ吐出量 V が大きくなるため、高圧燃料ポンプの容量が小さい場合よりコモンレール燃料圧力上昇分 P が大きくなる。

【0069】

〔3〕コモンレール容積 V_0 が大きくなると、コモンレール容積 V_0 が小さい場合よりコモンレール燃料圧力上昇分 P が小さくなる。

【0070】

ステップ13で今回の Ref 信号の立ち上がりタイミングが2番気筒または第3気筒のものでないとき、つまり1番気筒または4番気筒の Ref 信号の立ち上がりタイミングである場合には現在のタイミングより噴射タイミングまでにコモンレール燃料圧力が上昇することはないと判断し、ステップ16に進んでコモンレール燃料圧力上昇分 $P = 0$ とした後、ステップ15の操作を実行する。このときには噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 $P_{est} = P_r$ である。

20

【0071】

ステップ17では噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} と規定値2とを比較する。この規定値2は噴射許可燃料圧力（圧縮行程噴射を許可するコモンレール燃料圧力）である。規定値2として具体的には2MPa程度の値を設定しておく。噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} が規定値2未満であるときには、ステップ24に進み圧縮行程噴射許可フラグ = 0 とする。

30

【0072】

噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} が規定値2以上のときには噴射タイミングで圧縮行程噴射を行わせることの可能なコモンレール燃料圧力に達しているであろうと判断し、ステップ18に進んでエンジン回転速度 N_e とエンジン負荷を読み込み、これらからステップ19において所定のマップを検索することにより、1気筒、1サイクル当たり要求燃料量 Q [mg/サイクル] を算出する。この1気筒、1サイクル当たり要求燃料量 Q はエンジン回転速度が同じであれば、エンジン負荷が大きくなるほど大きくなる値である

ステップ20では、この1気筒、1サイクル当たり要求燃料量 Q と、噴射タイミングにおけるコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} とを用いて次式により燃料噴射パルス幅 T_i [msec] を次式により算出する。

40

【0073】

$$T_i = K \times Q / P_{est} \quad \dots (2)$$

ただし、 K : 定数、

(2)式は次のようにして求めたものである。1気筒、1サイクル当たり要求燃料量 Q [mg/1サイクル] はコモンレール燃料圧力 P [Pa] と燃料噴射パルス幅 T_i [msec] に比例するので次式により与えられる。

【0074】

$$Q = P \times T_i \times C \quad \dots (3)$$

ただし、 C : 比例定数、

50

(3) 式を燃料噴射パルス T_i について解くと次式が得られる。

【0075】

$$T_i = (1/C) \times Q / P \quad \dots (4)$$

ここで、(4) 式の $1/C$ を改めて K とおくと、上記(2) 式が得られる。

【0076】

ステップ21ではこのようにして得た燃料噴射パルス幅 T_i を、そのときのエンジン回転速度を用いてクランク角に換算し、噴射終了時期 IT_{end} [° BTDC] からこの換算したクランク角だけ進角側のクランク角を噴射開始時期 IT_{st} [° BTDC] として設定する。ここで、噴射終了時期 IT_{end} は各気筒の圧縮上死点から進角側に計測したクランク角で、固定値である。このため、噴射開始時期 IT_{st} も各気筒の圧縮上死点から進角側に計測したクランク角になる。

10

【0077】

ステップ22ではこのようにして設定した噴射開始時期 IT_{st} を出力レジスタに移しておく。

【0078】

最後に、ステップ23では圧縮行程噴射許可フラグ = 1 として今回の処理を終了する。

【0079】

なお、本発明では、均質燃焼域で吸気行程噴射を行わせることにしており、均質燃焼域、つまり成層燃焼許可フラグ = 0 のときの燃料噴射制御は本発明と関係しないので、均質燃焼域での燃料噴射パルス幅の算出については省略して示していない。

20

【0080】

図8は燃料噴射を実行するためのもので、実行タイミングは各気筒の噴射開始タイミングである。

【0081】

ステップ31では図7で設定されている噴射禁止フラグをみる。噴射禁止フラグ = 1 であるときには燃料噴射を実行することなくそのまま今回の処理を終了する。例えば、図4に示したように、スタータモータ45のON状態で2番気筒、1番気筒の噴射タイミングとなった場合において実際のコモンレール燃料圧力 P_r が規定値1 (噴射許可燃料圧力) に満たなければ2番気筒、1番気筒の燃料噴射は行われない。

【0082】

ステップ31で噴射禁止フラグ = 0 であるときにはステップ32に進み図7で設定されている圧縮行程噴射許可フラグをみる。圧縮行程噴射許可フラグ = 1 であるときにはステップ33に進み噴射開始時期 IT_{st} と噴射終了時期 IT_{end} とを用いて圧縮行程での燃料噴射を実行する。すなわち、噴射開始時期 IT_{st} を起点として噴射終了時期 IT_{end} までの期間、燃料噴射弁を開弁する。

30

【0083】

一方、圧縮行程噴射許可フラグ = 0 であるときにはステップ32よりステップ34に進み吸気行程での燃料噴射を実行する。

【0084】

ここで、本実施形態の効果を説明する。

40

【0085】

本実施形態(請求項2に記載の発明)によれば、ポンププランジャが上昇する行程中に燃料噴射タイミングが存在する気筒である3番気筒(または2番気筒)について、3番気筒の Ref 信号の立ち上がりタイミング(3番気筒の燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミング)になったとき、3番気筒の燃料噴射タイミングでコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} (燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値) を前もって算出し(図7のステップ12、13、14、15)、エンジンのクランキング時にこのコモンレール燃料圧力推定値 P_{est} と規定値2 (噴射許可燃料圧力) との比較により、コモンレール燃料圧力推定値 P_{est} が規定値2未満である間は3番気筒の燃料噴射を禁止し、コモンレール燃料圧力推定値 P_{est} が規定値2以上になったときに3番気筒の圧縮行程噴射を許可する

50

(図 7 のステップ 1 7、2 4、2 3)。

【 0 0 8 6 】

このように本実施形態によれば、ポンププランジャが上昇する行程中に燃料噴射タイミングが存在する気筒である 3 番気筒 (または 2 番気筒) について、エンジンのクランキング時にコモンレール燃料圧力 (3 番気筒の燃料噴射弁に作用する燃料圧力) が噴射許可燃料圧力に達した後に 3 番気筒の圧縮行程噴射を許可するのではなく、図 4 にも示したように、3 番気筒の噴射時期計算タイミング (3 番気筒の燃料噴射タイミングよりも前のタイミング) (図 4 の t 8) で、3 番気筒の噴射タイミング (図 4 の t 1 0) におけるコモンレール燃料圧力 (3 番気筒の燃料噴射弁に作用するであろう燃料圧力) を前もって推定し、そのコモンレール燃料圧力の推定値 P_{est} に基づいて、つまり実際のコモンレール燃料圧力が噴射許可燃料圧力となるのを待つことなく 3 番気筒の圧縮行程噴射を許可するかの判定を行うので、そのぶん 3 番気筒の圧縮行程噴射を行うタイミングが、コモンレール燃料圧力が噴射許可燃料圧力に達した後に 3 番気筒の圧縮行程噴射を許可する場合よりも早まり、始動時間の短縮と排気性能とを両立させた始動を行わせることができる。

10

【 0 0 8 7 】

実施形態では、噴射終了時期を固定として噴射開始時期を計算する場合で説明したが、噴射開始時期を固定として噴射終了時期を設定する場合にも本発明を適用できる。

【 0 0 8 8 】

実施形態では、噴射時期計算タイミングを Ref 信号の立ち上がりタイミングとする場合で説明したが、噴射時期計算タイミングを Ref 信号の立ち下がりタイミングとする場合でもかまわない。さらに、 Ref 信号のタイミングに限定されるものでない。要は、噴射タイミングより時間的に前の所定のクランク角を噴射時期計算タイミングとして設けているものに対しては本発明の適用がある。

20

【 0 0 8 9 】

実施形態では、吸気バルブ用カムシャフトにポンプ駆動カム 1 2 を設け、このポンプ駆動カムにより高圧燃料ポンプを駆動する場合で説明したが、この構成に限定されるものではない。例えば、高圧燃料ポンプは斜板式のものでもよいし、排気バルブ用カムシャフトにポンプ駆動カム 1 2 を設けてもかまわない。さらに、ポンプ駆動カムはカムシャフト以外のシャフトにも設け得る。また、コモンレールを備えることも必須でない。

【 0 0 9 0 】

実施形態では、クランクシャフトにより駆動されるポンプ駆動カム 1 2 と、このポンプ駆動カム 1 2 により駆動されるポンププランジャが上昇する行程で高圧燃料を吐出し、このポンププランジャが下降する行程で一定の燃料圧力を保持する高圧燃料ポンプ 1 1 と、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプ 1 1 からの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁 3 1 A ~ 3 1 D とを備えるエンジンの燃料供給装置において、前記ポンププランジャが上昇する行程中に前記燃料噴射タイミングが存在する気筒 (3 番、2 番気筒) について、その気筒の燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、その気筒の燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁 3 1 A ~ 3 1 D に作用する燃料圧力の推定値 P_{est} を前もって算出し、エンジンのクランキング時にこの前記気筒の燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値 P_{est} と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値 P_{est} が噴射許可燃料圧力未満である間は前記気筒の燃料噴射を禁止し、燃料圧力の推定値 P_{est} が噴射許可燃料圧力以上になったときに前記気筒の圧縮行程噴射を許可する場合で説明したが、クランクシャフトにより駆動されるアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動される高圧の燃料を吐出する高圧燃料ポンプと、圧縮行程にある燃料噴射タイミングで開いて、この高圧燃料ポンプからの高圧燃料をエンジンの燃焼室に直接供給する燃料噴射弁とを備えるエンジンの燃料供給装置において、前記燃料噴射タイミングになる前の所定のタイミングになったとき、燃料噴射タイミングで前記燃料噴射弁に作用する燃料圧力の推定値を前もって算出し、エンジンの始動時にこの燃料噴射タイミングでの燃料圧力の推定値と所定の噴射許可燃料圧力との比較により、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力未満である間は燃料噴射を禁止し

30

40

50

、燃料圧力の推定値が噴射許可燃料圧力以上になったときに圧縮行程噴射を許可するように構成してもかまわない（請求項 1 に記載の発明）。

【 0 0 9 1 】

請求項 1 の燃料圧力推定値算出手段の機能は図 7 のステップ 1 2、1 4、1 5 により、燃料噴射禁止・圧縮行程噴射許可判定手段の機能は図 7 のステップ 1 7、2 4、2 3 により果たされている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 2 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態の燃料供給装置の概略構成図。

【 図 2 】 ポンプ駆動カム（板カム）の平面図。

10

【 図 3 】 高圧燃料ポンプの作動を説明するための波形図。

【 図 4 】 クランキングからの共通レール燃料圧力の変化波形図。

【 図 5 】 プランジャリフトと噴射タイミング、R e f 信号の立ち上がりタイミングとの関係を説明するための波形図。

【 図 6 】 成層燃焼許可フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【 図 7 】 噴射時期計算を説明するためのフローチャート。

【 図 8 】 燃料噴射の実行を説明するためのフローチャート。

【 符号の説明 】

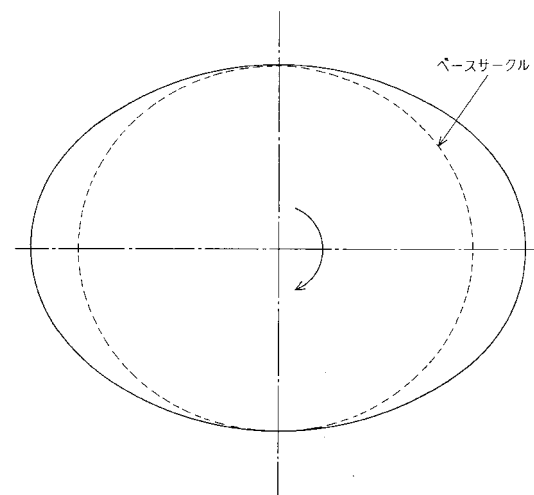
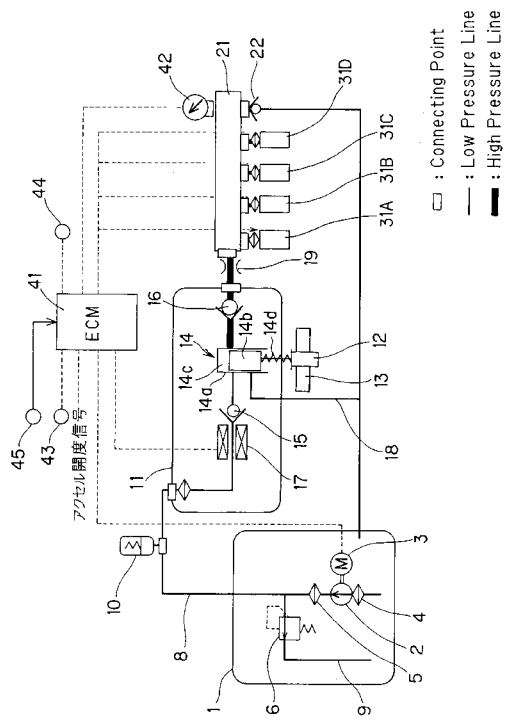
【 0 0 9 3 】

- 1 2 ポンプ駆動カム（板カム）
- 1 3 吸気バルブ用カムシャフト
- 3 1 A ~ 3 1 D 燃料噴射弁
- 4 1 エンジンコントローラ
- 4 2 燃料圧力センサ
- 4 5 スタータスイッチ

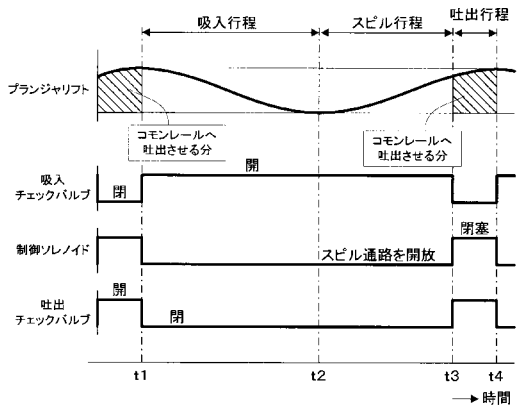
20

【 図 1 】

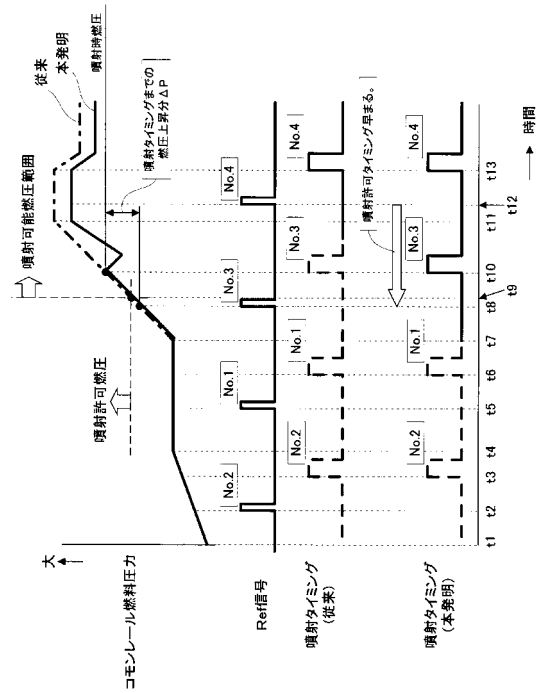
【 図 2 】



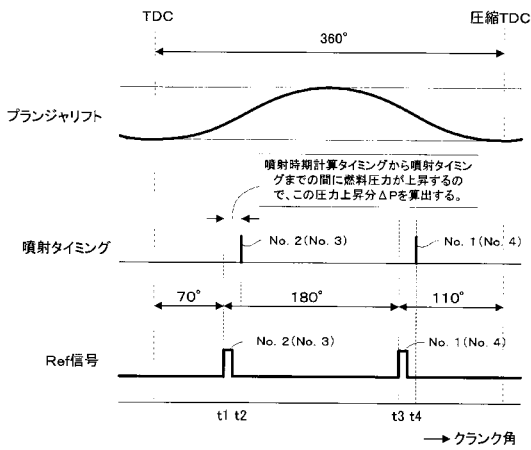
【 図 3 】



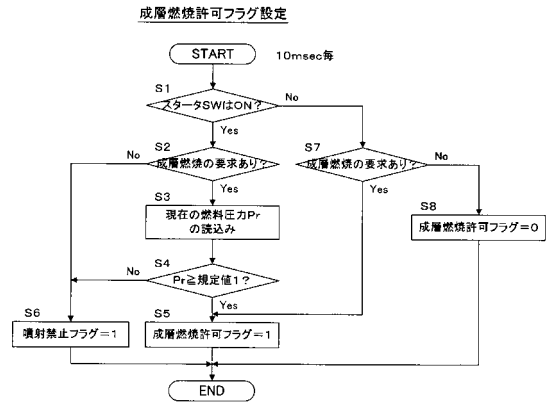
【 図 4 】



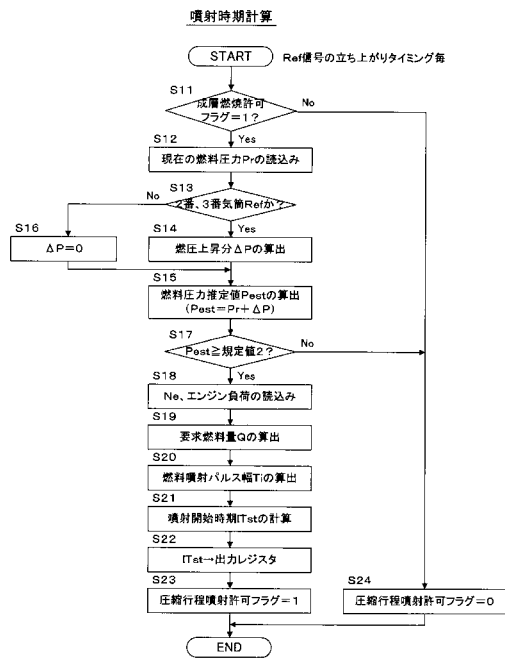
【 図 5 】



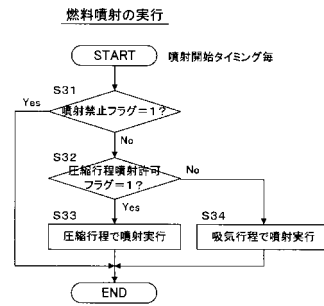
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 2 M 47/00 E

(72)発明者 岡村 学武

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G066 AA02 CC05U DA04 DA06 DB01 DC05 DC18
3G301 HA01 HA04 HA16 KA01 LB04 MA19 PB08Z PE03Z PF16Z
3G384 AA01 AA06 BA18 CA01 DA13 EB10 FA15Z FA58Z FA64Z