

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4120567号
(P4120567)

(45) 発行日 平成20年7月16日(2008.7.16)

(24) 登録日 平成20年5月9日(2008.5.9)

(51) Int.Cl.		F I		
FO2D 41/34	(2006.01)	FO2D 41/34		C
FO2D 41/04	(2006.01)	FO2D 41/04	330Z	
FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D 45/00	368S	
FO2M 63/00	(2006.01)	FO2M 63/00		P

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-381537 (P2003-381537)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成15年11月11日(2003.11.11)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2005-146884 (P2005-146884A)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43) 公開日	平成17年6月9日(2005.6.9)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
審査請求日	平成18年4月7日(2006.4.7)	(72) 発明者	大谷 元希 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
前置審査		審査官	倉橋 紀夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の噴射制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第1の燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する第2の燃料噴射弁とを有し、それら各燃料噴射弁のうち少なくとも一方を駆動して燃料噴射を行う内燃機関の噴射制御装置において、

機関運転状態が異音領域にあるときに前記第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させる制御が実行されていることを前提条件として前記内燃機関の燃焼状態の悪化を検出する検出手段と、

少なくとも前記第1の燃料噴射弁が駆動される第1の領域での運転時に前記検出手段により燃焼状態の悪化が検出されるとき、前記第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える切替手段とを備えることを特徴とする内燃機関の噴射制御装置。

【請求項2】

内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第1の燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する第2の燃料噴射弁とを有し、それら各燃料噴射弁のうち少なくとも一方を駆動して燃料噴射を行う内燃機関の噴射制御装置において、

機関運転状態が高回転高負荷領域にあるときに前記第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させる制御が実行されていることを前提条件として前記内燃機関の燃焼状態の悪化を検出する検出手段と、

少なくとも前記第1の燃料噴射弁が駆動される第1の領域での運転時に前記検出手段に

より燃焼状態の悪化が検出されるとき、前記第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える切替手段と
を備えることを特徴とする内燃機関の噴射制御装置。

【請求項3】

前記第1の領域は、前記第1の燃料噴射弁と前記第2の燃料噴射弁との双方が駆動される運転領域である

ことを特徴とする請求項1又は2記載の内燃機関の噴射制御装置。

【請求項4】

前記第1の領域は、前記第1の燃料噴射弁のみが駆動される運転領域であり、

前記切替手段は、前記検出手段により前記燃焼状態の悪化が検出されるとき、前記第1の燃料噴射弁の燃料噴射量を減量する一方、前記第2の燃料噴射弁から燃料噴射を開始させる

ことを特徴とする請求項1又は2記載の内燃機関の噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の噴射制御装置にかかり、詳しくは、気筒内に燃料を噴射供給する第1の燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射供給する第2の燃料噴射弁とを併せ備える内燃機関の噴射制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関の一つとして、気筒内に燃料を噴射する筒内噴射弁（第1の燃料噴射弁）と吸気通路の吸気ポートに燃料を噴射する吸気ポート噴射弁（第2の燃料噴射弁）とを併せ備え、それら各燃料噴射弁のうち少なくとも一方を駆動することで燃料噴射形態を適宜切り替え可能とした構成がある（例えば、特許文献1参照）。このような2系統の燃料噴射弁を備える内燃機関においては、通常、筒内噴射弁から噴射される燃料の噴射圧（燃圧）は、吸気ポート噴射弁におけるそれと比較して高圧に設定されている。これは、筒内噴射弁では、高圧となった気筒の内圧に抗して燃料を噴射しなければならない、また、良好な燃料状態を確保すべく燃料噴霧を適度に微粒化する必要があるからである。

【0003】

筒内噴射弁に高圧燃料を供給する燃料圧送系では、燃料タンクの燃料はサプライポンプ等の高圧燃料ポンプによって高圧に加圧され、この加圧された燃料がデリバリパイプ等の高圧燃料配管に供給されるとともに、同高圧燃料配管に接続された筒内噴射弁に供給される。この際、この燃料圧送系において、その高圧燃料の圧送動作に伴って発生する機械的な異音、例えば、高圧燃料ポンプにおけるスピル弁の着座音や、筒内噴射弁の着座音等が問題となる。このような燃料圧送系で生じる異音は、アイドル領域や低負荷の運転領域では運転者に特に不快感を与えるものとなる。

【0004】

また、筒内噴射弁を用いた運転領域にあっては、こうした燃料圧送系で生じる機械的な異音のみならず、燃焼速度の増加に起因して発生する燃焼騒音も問題となる。筒内噴射弁では、高圧燃料を極めて短い時間で直接気筒内に噴射するため、混合気の均質化が十分に図られず、燃料が点火プラグの周囲に偏在する傾向にあり、斯くして、筒内噴射弁を用いたときの燃焼速度は、吸気ポート噴射弁を用いたときのそれと比較しても一般に速くなる傾向にある。

【0005】

ここで、上記のような燃料圧送系で生じる異音や燃焼速度に起因する燃焼騒音を抑制する対策としては、例えば、筒内噴射弁に供給する燃料の燃圧を低下させる方法がある。こうした燃圧低下制御は、高圧下で駆動するスピル弁の着座音や、筒内噴射弁の着座音等を好適に抑制することができるとともに、筒内噴射弁からの燃料噴射圧を低くして燃焼速度を抑え、燃焼騒音を抑制することもできる点で有効的な方法である。このような燃圧低下

10

20

30

40

50

制御に関する先行技術は、例えば、特許文献 2 に開示されている。

【 0 0 0 6 】

なお、燃焼騒音を抑制するその他の対策としては、こうした燃圧低下制御を行う以外にも、例えば、燃焼速度が遅くなるよう、点火時期を遅角させる方法（例えば、特許文献 3 参照）や、気筒内に噴射する燃料を分割（いわゆる分割噴射）させる方法（例えば、特許文献 4 参照）等、種々の方法がある。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 3 1 2 2 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 2 4 9 0 2 0 号公報

【特許文献 3】特開平 1 - 3 1 3 6 7 2 号公報

【特許文献 4】特開平 1 1 - 9 3 7 3 1 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、燃料圧送系で生じる異音対策や燃焼騒音対策として、上記のような燃圧低下制御を行うと、燃料噴霧の微粒化悪化及び噴霧貫徹力の低下に起因する混合気の形成不良によって、燃焼悪化を招くおそれがあった。また、筒内噴射弁を用いた運転時の燃焼状態は、吸気ポート噴射弁を用いた運転時のそれと比較して外乱の影響を受け易い傾向にある。このため、燃焼騒音を低減すべく上記のような点火時期の遅角や分割噴射等を行い燃焼速度を低下させることによって、やはり燃焼悪化を招くおそれがあった。

20

【 0 0 0 8 】

このように、吸気通路用の燃料噴射弁（吸気ポート噴射弁）に加えて筒内噴射用の燃料噴射弁（筒内噴射弁）を備えた内燃機関にあっては、この筒内噴射弁を用いることによりその燃料噴射形態を柔軟に切り換えることができ、機関運転状態により即した態様をもって燃料噴射を行うことができる。しかしその一方で、燃料圧や燃焼速度の低下等の外乱が生じた場合には燃焼悪化を招きやすい傾向にあり、この点においてなお改善の余地を残すものとなっていた。

【 0 0 0 9 】

この発明は、こうした従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、吸気通路用の燃料噴射弁に加えて筒内噴射用の燃料噴射弁を備える内燃機関において、燃圧低下や燃焼速度低下等の外乱による燃焼悪化を好適に抑制することのできる内燃機関の噴射制御装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第 1 の燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する第 2 の燃料噴射弁とを有し、それら各燃料噴射弁のうち少なくとも一方を駆動して燃料噴射を行う内燃機関の噴射制御装置において、機関運転状態が異音領域にあるときに前記第 1 の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させる制御が実行されていることを前提条件として前記内燃機関の燃焼状態の悪化を検出する検出手段と、少なくとも前記第 1 の燃料噴射弁が駆動される第 1 の領域での運転時に前記検出手段により燃焼状態の悪化が検出されるとき、前記第 1 の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える切替手段とを備えることを要旨とする。

40

【 0 0 1 1 】

一般に吸気通路用の第 2 の燃料噴射弁を用いた運転時における燃焼状態は、筒内噴射用の第 1 の燃料噴射弁を用いた運転時におけるそれと比較して外乱の影響を受け難く、燃焼状態が安定する傾向にある。従って、上記構成のように、第 1 の燃料噴射弁を用いた運転時に、何らかの外乱によって燃焼状態の悪化が生じる場合には、第 2 の燃料噴射弁からの燃料噴射を積極的に行うべく第 1 の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替えることにより、燃焼状態の改善を図り、燃焼悪化を好適に抑制することができる。

50

また、内燃機関の運転状態に応じて第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力（燃圧）を低下させる際には、その燃圧低下に伴い燃料噴霧の微粒化が悪化する等によって燃焼悪化が生じるおそれがある。また、このような燃圧を低下させる制御は、燃料圧送系で生じる異音等を抑制する手段としても有効的であるが、こうした異音を好適に抑制するには、燃圧を極めて低い圧力値に抑える必要がある。このため、機関運転状態が異音領域にあるときに異音対策として燃圧低下制御が行われる際には、その燃圧低下に起因して燃焼悪化が一層生じ易くなる傾向がある。従って、このような燃圧の低下を前提条件として燃焼悪化が検出された場合に、燃料噴射形態を切り替える制御を実行することで、機関運転状態に応じた燃圧調整や異音対策を行いつつ、燃圧低下に起因する燃焼悪化を好適に抑制することができるようになる。

10

請求項2に記載の発明では、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する第1の燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する第2の燃料噴射弁とを有し、それら各燃料噴射弁のうち少なくとも一方を駆動して燃料噴射を行う内燃機関の噴射制御装置において、機関運転状態が高回転高負荷領域にあるときに前記第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させる制御が実行されていることを前提条件として前記内燃機関の燃焼状態の悪化を検出する検出手段と、少なくとも前記第1の燃料噴射弁が駆動される第1の領域での運転時に前記検出手段により燃焼状態の悪化が検出されるとき、前記第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える切替手段とを備えることを要旨とする。

第1の燃料噴射弁が駆動される第1の領域における燃焼騒音は、機関運転状態が高回転高負荷領域になるにしたがって大きくなる。このため、高回転高負荷領域を燃焼騒音領域として定め、機関運転状態がこの燃焼騒音領域にあるときには、燃焼騒音を抑制すべく燃焼速度低下制御を実施する。こうした燃焼速度低下制御は、第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させることによって行うことができる。しかしながら、こうした燃焼速度を低下させる制御が実行される際には、その燃焼速度の低下に起因して燃焼悪化が生じるおそれがある。従って、このような燃焼速度の低下のために第1の燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を低下させる制御が実行されていることを前提条件として燃焼悪化が検出された場合に、燃料噴射形態を切り替える制御を実行することで、燃焼騒音対策を行いつつ、燃料速度低下に起因する燃焼悪化を好適に抑制することができるようになる。

20

【0012】

ここで、上記請求項1又は2において少なくとも第1の燃料噴射弁が駆動される第1の領域としては、

30

請求項3に記載されるように、第1の燃料噴射弁と第2の燃料噴射弁との双方が駆動される運転領域であってもよいし、或いは、

請求項4に記載されるように、第1の燃料噴射弁のみが駆動される運転領域であってもよい。

【0013】

また、上記第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える際の具体的な態様としては、

上記請求項3に記載されるような運転領域、即ち第1の燃料噴射弁と第2の燃料噴射弁との双方による燃料噴射が行われる燃料噴射形態において、第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率を低下させる一方、第2の燃料噴射弁の燃料噴射比率を増加させることにより、燃料噴射形態の切り替えを実行する態様であってもよいし、或いは、

40

上記請求項4に記載されるような運転領域、即ち第1の燃料噴射弁のみによる燃料噴射が行われる燃料噴射形態において、第1の燃料噴射弁の燃料噴射量を減量する一方、第2の燃料噴射弁からの燃料噴射を開始させることにより、燃料噴射形態の切り替えを実行する態様であってもよい。

【0014】

このように、双方の燃料噴射弁が駆動される運転時に燃焼悪化が検出されるときには、第2の燃料噴射弁による燃料噴射を積極的に活用すべく第1の燃料噴射弁の燃料噴射比率を低下させることで、燃焼悪化の抑制を図る。また、第2の燃料噴射弁が駆動されてお

50

らず、第1の燃料噴射弁のみが駆動される運転時に燃焼悪化が検出されるときにも、第2の燃料噴射弁による燃料噴射を積極的に活用するべく同第2の燃料噴射弁からの燃料噴射を開始させることで、燃焼状態の改善を図り、燃焼悪化を好適に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

(第1の実施の形態)

以下、本発明にかかる内燃機関の噴射制御装置を具体化した第1の実施の形態について図1～図3に従って説明する。

【0019】

図1は、本実施の形態の噴射制御装置を示す概略構成図である。

この装置は、4サイクルの筒内噴射式内燃機関11を中心として構成されている。この内燃機関11は、その気筒12内にピストン13を備えている。ピストン13は、内燃機関11の出力軸であるクランクシャフト14にコンロッド15を介して連結され、そのコンロッド15によりピストン13の往復運動がクランクシャフト14の回転に置き換えられるようになっている。

【0020】

上記気筒12内にあってピストン13の上方には、燃焼室16が区画形成されている。この燃焼室16には、第1の燃料噴射弁としての筒内噴射用燃料噴射弁(以下「筒内噴射弁」という)17が取り付けられている。筒内噴射弁17には、同噴射弁17に高圧燃料を供給する高圧燃料配管としてのデリバリパイプ18が接続され、このデリバリパイプ18には、燃料タンク(図示略)の燃料を高圧に加圧する高圧燃料ポンプとしてのサプライポンプ19が接続されている。サプライポンプ19にて加圧された燃料はデリバリパイプ18に供給され、同デリバリパイプ18内の燃料圧(以下「燃圧」という)に基づいて、筒内噴射弁17の燃料噴射圧が設定されるようになっている。そして、この筒内噴射弁17の開弁駆動に基づいて、燃料が燃焼室16内に噴射供給されるようになっている。

【0021】

また、燃焼室16には、その内部に形成される燃料と空気とからなる混合気に対して点火を行う点火プラグ21が取り付けられている。この点火プラグ21による上記混合気への点火タイミングは同プラグ21の上方に設けられたイグナイタ22によって調整される。なお、上記ピストン13の上面は、筒内噴射弁17から噴射された燃料により層状の混合気を形成させるとともに、この混合気を点火タイミングにおいて点火プラグ21付近に到達させるのに適した形状に形成されている。

【0022】

さらに、上記燃焼室16には、吸気通路23及び排気通路24が連通されており、燃焼室16と吸気通路23との連通部分、即ち吸気ポート23aには、同吸気ポート23aに燃料を噴射する第2の燃料噴射弁としての吸気ポート噴射用燃料噴射弁(以下「吸気ポート噴射弁」という)25が設けられている。吸気ポート噴射弁25には、周知の燃料供給機構(図示略)を通じて高圧の燃料が供給される。そして、この吸気ポート噴射弁25の開弁駆動に基づいて、燃料が吸気ポート23aに噴射されるようになっている。なお、第2の燃料噴射弁としては、本実施の形態のように吸気ポート23aに設けられる吸気ポート噴射弁に限定されず、例えば、吸気通路23のサージタンク(図示略)内に設けられるコールドスタートインジェクタ等であってもよい。

【0023】

この装置には、筒内噴射弁17や吸気ポート噴射弁25、点火プラグ21(イグナイタ22)等の駆動を制御する電子制御装置(以下「ECU」という)30と、そのECU30による制御に用いられる各種のセンサが設けられている。

【0024】

本実施の形態においては、内燃機関11の運転状態を検出するためのセンサとして、クランクシャフト14の時間当たりの回転数(即ち機関回転速度)を検出する回転速度センサ31やアクセルペダル(図示略)の踏込量(即ちアクセル開度)を検出するアクセルセ

10

20

30

40

50

ンサ 3 2 等が設けられている。なお、回転速度センサ 3 1 は、内燃機関 1 1 の燃焼状態を検出するためのセンサとしても利用され、本実施の形態においては、この回転速度センサ 3 1 と ECU 3 0 とにより検出手段が構成されている。また、デリバリパイプ 1 8 には、同デリバリパイプ 1 8 内の燃圧を検出する燃圧センサ 3 3 が設けられている。これらの各センサ 3 1 ~ 3 3 の検出信号はいずれも、ECU 3 0 に入力される。

【 0 0 2 5 】

ECU 3 0 は、回転速度センサ 3 1 やアクセルセンサ 3 2 からの検出信号に基づいて、機関運転状態を検出し、その検出した機関運転状態に応じて燃料噴射形態を切り替える。具体的には、ECU 3 0 は、機関運転状態に基づいて、筒内噴射弁 1 7 と吸気ポート噴射弁 2 5 とのうち少なくとも一方を駆動制御し、各燃料噴射形態に対応して設定されている燃料噴射時期や燃料噴射量を決定する。この燃料噴射量は、燃料噴射圧（燃圧）と燃料噴射時間を算出することで決定される。

10

【 0 0 2 6 】

また、ECU 3 0 は、燃圧センサ 3 3 からの検出信号に基づいて、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧を制御する。この燃圧制御について詳述すると、ECU 3 0 は、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧に係る目標値（以下「目標燃圧値」という）をその時々々の機関運転状態に基づいて算出し、この目標燃圧値と実際に検出されるデリバリパイプ 1 8 内の燃圧とを比較する。そして、ECU 3 0 は、その比較結果に基づいて、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧が目標燃圧値となるよう、サブライポンプ 1 9 の燃料圧送量、即ちサブライポンプ 1 9 での昇圧量を調節する。このように燃料圧送量が調節されることにより、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧、換言すれば、筒内噴射弁 1 7 の燃料噴射圧が機関運転状態に応じた圧力に制御されるようになる。

20

【 0 0 2 7 】

上記目標燃圧値は、その時々々の機関運転状態に最も適した圧力値として予め実験等により求められる。この目標燃圧値と機関回転速度及び燃料噴射量との関係を定義した関数データは、ECU 3 0 に備えられる ROM 等（図示略）に燃圧制御マップ（図 2 参照）として格納されており、ECU 3 0 は目標燃圧値を算出する際に、このマップを参照する。

【 0 0 2 8 】

次に、本実施の形態における内燃機関 1 1 の機関運転状態と異音領域との関係について図 2 を参照しながら説明する。

30

筒内噴射弁 1 7 に高圧燃料を供給する燃料圧送系において、その燃料圧送動作に伴い生じる機械的な異音（例えば、サブライポンプ 1 9 におけるスピル弁（図示略）の着座音や筒内噴射弁 1 7 の着座音）は、通常、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧が高圧されるにしたがって大きくなる。

【 0 0 2 9 】

即ち、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧は、機関運転状態が高回転高負荷領域にあるときには、最も高い目標燃圧値 P F H（例えば 1 0 M P a ~ 1 2 M P a 程度）となるよう調整され、低回転低負荷領域にあるときには、それよりも低い目標燃圧値 P F L（例えば 4 M P a 程度）となるよう調整される。従って、燃料圧送系で生じる異音は、低回転低負荷領域に比べて高回転高負荷領域の方が相対的に大きくなる。しかしながら、高回転高負荷領域では、その燃焼音や走行音などによって、燃料圧送系で生じる異音がマスクされ、こうした異音を運転者が不快に感じることはそれほどない。一方、低回転低負荷領域では、その燃焼音なども小さいため、運転者は不快感を覚えやすい。従って、燃料圧送系で生じる異音は、低回転低負荷領域や、特にアイドル領域で問題となる。

40

【 0 0 3 0 】

こうした理由から、本実施の形態においては、例えば、アイドル領域を異音領域として定め、機関運転状態がこの異音領域にあるときには、デリバリパイプ 1 8 内の燃圧が上記低回転低負荷領域における目標燃圧値 P F L よりもさらに低い目標燃圧値 P F I（例えば 2 M P a 程度）となるよう調整されるようになっている。即ち、ECU 3 0 は、機関運転状態がアイドル領域（図 2 に斜線で示す）にあるときには、同運転状態が異音領域にある

50

と判断して、デリバリパイプ18内の燃圧を上記目標燃圧値PFIまで低下させる制御（以下「燃圧低下制御」という）を実行する。

【0031】

ところで、こうした燃圧低下制御が実行されると、その燃圧低下に伴って燃料噴霧の微粒化が悪化し、また、噴霧貫徹力が低下することにより、燃焼状態が悪化するおそれがある。このため、ECU30は、回転速度センサ31からの検出信号に基づいて燃焼状態を監視し、同検出信号を基に燃焼状態の悪化を検出したとき（若しくは燃焼悪化が懸念されるとき）には、同燃焼悪化の要因となっている筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える制御（以下「燃料噴射形態切替制御」という）を実行する。

10

【0032】

図3は、燃料噴射形態切替制御にかかる制御手順を示すフローチャートである。同図に示す制御ルーチンは、ECU30に備えられるROM等に格納されており、本ルーチンに従った処理は、切替手段として機能するECU30によって実行される。

【0033】

本実施の形態にかかる切替制御は、少なくとも筒内噴射弁17が駆動されて燃料噴射される第1の領域（以下「筒内噴射領域」という）での運転時に、燃料圧送系で生じる異音対策として実行した燃圧低下制御に起因する燃焼悪化を防止すべく筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える点に特徴がある。

【0034】

処理がこのルーチンに移行すると、ECU30は、まずステップS110において、機関運転状態が筒内噴射領域にあるか否かを判断する。ここで筒内噴射領域にあると判断した場合、ECU30は、次いでステップS111において、同運転状態が筒内噴射領域における異音領域にあるか否か、本実施の形態においてはアイドル領域にあるか否かを判断する。

20

【0035】

ステップS111において機関運転状態が異音領域（ここではアイドル領域）にあると判断した場合、ECU30は、ステップS112において、燃料圧送系で生じる異音対策として燃圧低下制御を実行する。具体的には、燃圧制御マップ（図2）を参照して、デリバリパイプ18内の燃圧を目標燃圧値PFIまで低下させる制御を行う。

30

【0036】

次に、ステップS113において、ECU30は、ステップS112での燃圧低下制御に伴い燃焼悪化が生じていないか否かを、回転速度センサ31からの検出信号に基づいて判断する。ここで燃焼悪化が生じていると判断した場合には、ECU30は、外乱（この場合は燃圧低下制御）による影響を受けない吸気ポート噴射弁25を積極的に活用すべく、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える。

【0037】

具体的には、このとき筒内噴射弁17と吸気ポート噴射弁25とが双方駆動されている場合には、燃焼悪化が改善されるまで筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させる一方、吸気ポート噴射弁25の燃料噴射比率を増加させる。これに対して、筒内噴射弁17のみ駆動されている場合には、燃焼悪化が改善されるまで筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させる一方、吸気ポート噴射弁25による燃料噴射を開始させる。これにより、燃料圧送系で発生する異音を抑制しながら、燃圧低下に起因する燃焼状態の悪化を好適に抑制することができる。

40

【0038】

一方、ステップS113において燃焼悪化が生じていないと判断した場合には、ECU30は、そのときの筒内噴射弁17における燃料噴射比率を維持したまま（即ち燃料噴射形態を変更させることなく）運転を継続させる。従って、この場合には、良好な燃焼状態を維持することができる。

【0039】

50

以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

(1) 筒内噴射領域における燃料圧送系での異音対策として燃圧低下制御が実行された際に、同燃圧低下に起因する燃焼悪化が生じた場合には、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態が切り替えられる。これにより、燃料圧送系で生じる異音等を抑制しながら、燃焼状態の悪化を好適に抑制することができる。

【0040】

(2) 筒内噴射領域において、燃料圧送系で生じる異音対策として燃圧低下制御が実行された場合にも燃焼悪化が生じないときには、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が維持されたまま(即ち燃料噴射形態が変更されることなく)運転が継続される。従って、燃焼圧送系で生じる異音を抑制しつつ、良好な燃焼状態を維持することができる。

【0041】

(3) 本実施の形態では、燃圧制御マップ(図2)を基に、機関運転状態に応じた目標燃圧値となるようデリバリパイプ18内の燃圧が制御されるため、低回転低負荷領域では高回転高負荷領域よりも燃料圧送系で生じる異音は抑制される。しかしながら、こうした異音は、アイドル領域において特に運転者に不快感を与えるものとなるため、同領域ではさらなる燃圧低下を行うことが必要となる。このため、アイドル領域では燃焼悪化が生じ易くなるが、本実施の形態のように、筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させる制御を行うようにすれば、アイドル領域での異音対策を好適に行いつつ、燃焼悪化の抑制を図ることができるようになる。

【0042】

(第2の実施の形態)

以下、第2の実施の形態を図4に従って説明する。なお、第1の実施の形態と同様な構成部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0043】

この第2の実施の形態は、筒内噴射領域において燃焼騒音が問題となる場合に、その燃焼騒音対策として燃焼速度を低下させる制御(以下「燃焼速度低下制御」という)を実施した際、それに起因する燃焼悪化を防止すべく筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える点に特徴がある。

【0044】

筒内噴射領域における燃焼騒音は、機関運転状態が高回転高負荷領域になるにしたがって大きくなる。このため、本実施の形態においては、例えば高回転高負荷領域を燃焼騒音領域として定め、機関運転状態がこの燃焼騒音領域にあるときには、燃焼騒音を抑制すべく燃焼速度低下制御を実施するようになっている。具体的には、ECU30は、点火プラグ21(イグナイタ22)を駆動制御して点火時期を遅角させる、或いは筒内噴射弁17による燃料噴射を分割(分割噴射)させることによって燃焼速度を低下させる制御を実行する。なお、こうした燃焼速度低下制御は、上記第1の実施の形態で説明したようなデリバリパイプ18内の燃圧を低下させることによって行うことができる。

【0045】

ところで、こうした燃焼速度低下制御が実行されると、その燃焼速度の低下に伴って燃焼状態が悪化するおそれがある。これは、筒内噴射弁17を用いた運転領域が、吸気ポート噴射弁25を用いた運転領域と比較して外乱の影響(ここでは燃焼速度低下制御の影響)を受け易い傾向にあることに起因する。このため、第1の実施の形態と同様、ECU30は、回転速度センサ31からの検出信号に基づいて燃焼状態を監視し、同検出信号を基に燃焼状態の悪化を検出したとき(若しくは燃焼状態の悪化が懸念されるとき)には、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える制御(燃料噴射形態切替制御)を実行する。

【0046】

図4は、本実施の形態の燃料噴射形態切替制御にかかる制御手順を示すフローチャートである。第1の実施の形態と同様、同図に示す制御ルーチンは、ECU30内のROM等に格納されており、本ルーチンに従った処理はECU30によって実行される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

処理がこのルーチンに移行すると、ECU30は、まずステップS210において、機関運転状態が筒内噴射領域にあるかどうかを判断する。ここで筒内噴射領域にあると判断した場合、ECU30は、次いでステップS211において、同運転状態が筒内噴射領域における燃焼騒音領域にあるか否か、本実施の形態においては高回転高負荷領域にあるか否かを判断する。

【 0 0 4 8 】

ステップS211において機関運転状態が燃焼騒音領域（ここでは高回転高負荷領域）にあると判断した場合、ECU30は、ステップS212において、燃焼騒音対策として燃焼速度低下制御を実行する。例えば、本実施の形態においては、ECU30は、点火時期の遅角を行うことにより燃焼速度を低下させる。

10

【 0 0 4 9 】

次に、ステップS213において、ECU30は、ステップS212での燃焼速度低下制御に伴う燃焼悪化が生じていないか否かを、回転速度センサ31からの検出信号に基づいて判断する。ここで燃焼悪化が生じていると判断した場合には、ECU30は、外乱（この場合は燃焼速度低下制御）による影響の少ない吸気ポート噴射弁25を積極的に活用するべく、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態を切り替える。

【 0 0 5 0 】

具体的には、このとき筒内噴射弁17と吸気ポート噴射弁25とが双方駆動されている場合には、燃焼悪化が改善されるまで筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させる一方、吸気ポート噴射弁25の燃料噴射比率を増加させる。これに対して、筒内噴射弁17のみが駆動されている場合には、燃焼悪化が改善されるまで筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させる一方、吸気ポート噴射弁25による燃料噴射を開始させる。これにより、燃焼騒音を抑制しながら、燃焼速度低下に起因する燃焼状態の悪化を好適に抑制することができる。

20

【 0 0 5 1 】

一方、ステップS213において燃焼悪化が生じていないと判断した場合には、ECU30は、そのときの筒内噴射弁17における燃料噴射比率を維持したまま（即ち燃料噴射形態を変更させることなく）運転を継続させる。従って、この場合には、良好な燃焼状態を維持することができる。

30

【 0 0 5 2 】

以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

（1）筒内噴射領域における燃焼騒音対策として燃焼速度低下制御が実行された際に、同燃焼速度低下に起因する燃焼悪化が生じた場合には、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態が切り替えられる。これにより、燃焼騒音を抑制しながら、燃焼状態の悪化を好適に抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

（2）筒内噴射領域における燃焼騒音対策として燃焼速度低下制御が実行された場合にも燃焼悪化が生じないときには、筒内噴射弁17の燃料噴射比率が維持されたまま（即ち燃料噴射形態が変更されることなく）運転が継続される。従って、燃焼騒音を好適に抑制しつつ、良好な燃焼状態を維持することができる。

40

【 0 0 5 4 】

（3）本実施の形態では、燃焼騒音が大きくなる高回転高負荷領域において燃焼速度低下制御が行われる過程で燃焼悪化が生じた場合に、筒内噴射弁17の燃料噴射比率を低下させるようにした。従って、高回転高負荷領域での燃焼騒音対策を好適に行いつつ、燃焼悪化の抑制を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

< その他の実施例 >

上記各実施の形態は、以下の態様に変更して実施してもよい。

・第1及び第2の実施の形態において、燃焼悪化を検出するためのセンサは、回転速度

50

センサ 31に限らず、例えば、燃焼室 16 内の燃焼圧を検出する燃焼圧センサであってもよい。このような燃焼圧センサを用いた構成では、燃焼状態をより精度良く検出することができる。

【0056】

・第 1 の実施の形態において、異音対策を行う領域（異音領域）はアイドル領域のみに限らない。例えば、機関運転状態が低回転低負荷領域にある場合にも異音対策を行うべく、アイドル領域と同様な目標燃圧値 PFI まで燃圧低下制御を行うようにしてもよい。この場合には、燃圧低下に伴い燃焼悪化が生じる可能性が高くなるが、悪化が生じた場合には、その程度に応じて筒内噴射弁 17 の燃料噴射比率を低下させることにより燃焼悪化を改善することができる。

10

【0057】

・また、第 1 の実施の形態では、異音対策として燃圧低下制御が行われる過程で燃焼悪化が生じる場合に、筒内噴射弁 17 の燃料噴射比率を低下させる制御（燃料噴射形態切替制御）を行うようにしたが、次のような場合にも同切替制御を行うようにしてもよい。すなわち、ECU30は、図 2 に示すような燃圧制御マップを基に、例えば、低回転低負荷領域では、高回転高負荷領域のときの目標燃圧値 PFH よりも低い目標燃圧値 PFL となるようデリバリパイプ 18 内の燃圧を調整する。このため、このように機関運転状態に応じて燃圧調整を行うべく燃圧低下制御が行われる過程でも燃焼悪化が生じる可能性はある。従って、この場合にも上記のような切替制御を行うようにしてもよい。

【0058】

・また、第 1 の実施の形態では、
(A1) 図 2 に示すような燃圧制御マップを基に、異音領域か否かの判断を行うようにしたが、これを、センサ等の検出結果を基に判断するようにしてもよい。例えば、図 1 に示すように、燃料圧送系で生じる異音を検出するための異音センサ 41 を別途設け、ECU30 は、同センサ 41 からの検出信号に基づいて、基準値を超える異音を検出した場合には異音対策が必要な領域（異音領域）と判断する。そして、ECU30 は、当該検出した異音が上記基準値以下となるまで燃圧低下制御を実行するとともに、その過程で燃焼悪化を検出する場合には筒内噴射弁 17 の燃料噴射比率を低下させる。このようにすれば、予め定めた異音領域（実施例ではアイドル領域）のみに限らず、燃料圧送系で生じる異音対策をより綿密に行いながら、それに起因する燃焼悪化を防止することができる。

20

30

【0059】

(A2) また、燃圧低下制御を行う際には、図 2 に示すような燃圧制御マップと上記 (A1) に記載した異音センサ 41 とを併用して行うようにしてもよい。

(A3) 上記 (A1) に記載した構成において、燃料圧送系で生じる異音を検出するためのセンサとしては、異音センサ 41 のみに限らない。高圧燃料の燃料圧送動作に伴って異音が生じる個所では機械的振動（例えばスピル弁の開閉動作に伴う振動など）が生じている。こうした振動を検出する振動センサを設け、同センサの検出信号を基に異音を検出するようにしてもよい。

【0060】

・第 2 の実施の形態において、燃焼騒音対策を行う領域（燃焼騒音領域）は、高回転高負荷領域のみに限らない。例えば、機関運転状態が低回転低負荷領域にある場合にも燃焼騒音対策を行うべく、燃焼速度を低下させる制御を行ってもよい。

40

【0061】

・また、第 2 の実施の形態においては、燃焼騒音の検出を上記 (A1) に記載した異音センサ 41 により検出するようにしてもよい。

・上記各実施の形態では、燃料圧送系で生じる異音対策として燃圧低下制御が実行された際に燃焼悪化が生じる場合（第 1 の実施の形態）と、燃焼騒音対策として燃焼速度低下制御が実行された際に燃焼悪化が生じる場合（第 2 の実施の形態）とについて、それぞれ個別に燃料噴射形態を切り替える態様について説明したが、次のような態様でもよい。すなわち、燃料圧送系で生じる異音と燃焼騒音との双方が問題となるような機関運転状態に

50

において、燃圧低下制御と燃焼速度低下制御とが双方実行されるときには、それら双方の制御に起因する燃焼悪化を防止すべく筒内噴射弁 17 の燃料噴射比率が低下するように燃料噴射形態の切り替えを行う態様としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】内燃機関の噴射制御装置を示す概略構成図。

【図2】燃圧制御マップを示す説明図。

【図3】第1の実施の形態にかかる燃料噴射形態切替制御の制御手順を示すフローチャート。

【図4】第2の実施の形態にかかる燃料噴射形態切替制御の制御手順を示すフローチャート。

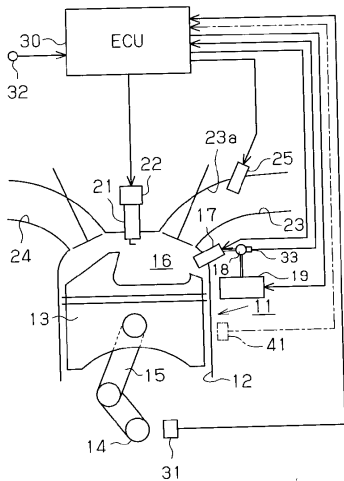
10

【符号の説明】

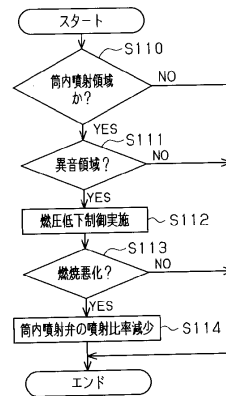
【0063】

11...内燃機関、12...気筒、16...燃焼室、17...第1の燃料噴射弁としての筒内噴射用燃料噴射弁(筒内噴射弁)、23...吸気通路、25...第2の燃料噴射弁としての吸気ポート噴射用燃料噴射弁(吸気ポート噴射弁)、30...電子制御装置(ECU)、31...回転速度センサ、32...アクセルセンサ、33...燃圧センサ。

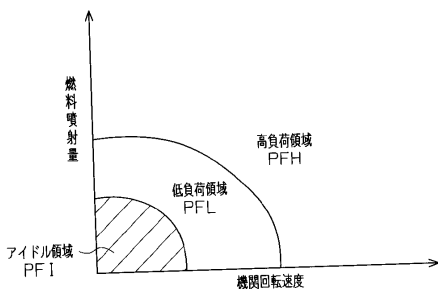
【図1】



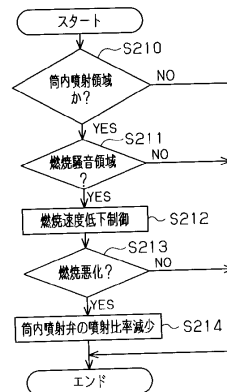
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-107789(JP,A)
特開平04-132876(JP,A)
特開昭63-25536(JP,A)
特開平05-288097(JP,A)
特開2001-280228(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/34
F02D 41/04
F02D 45/00
F02M 63/00