

(11) 特許出願公開番号

特開2009-92075

(P2009-92075A)

(43) 公開日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(51) Int.Cl.

F l

テーマコード (参考)

F02D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/04 330P

3 G 3 0 1

F02D 41/06 (2006.01)

F O 2 D 41/06 345

3 G 3 8 4

F02D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 5 8 J

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-321715 (P2008-321715)

(22) 出願日 平成20年12月18日 (2008.12.18)

(62) 分割の表示 特願2006-217652 (P2006-217652)
の分割

原出願日 平成18年8月10日 (2006.8.10)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(72) 発明者 豊原 正裕

茨城県ひたちなか市高場2477番地

株式会社日立力一工

エンジニアリング内

(72) 発明者 岡本 多加志

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地

株式会社日立製作所

オートモティブシステムグループ内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

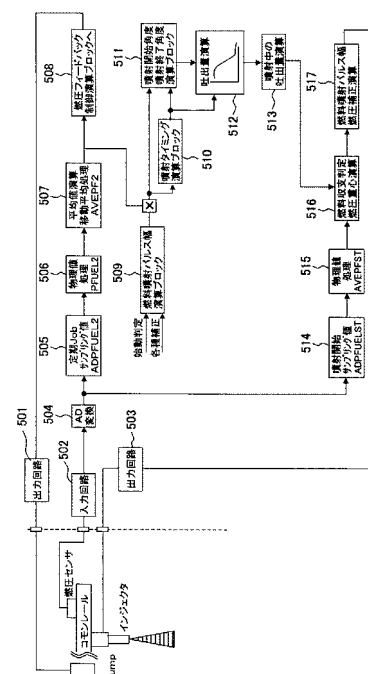
【課題】

筒内燃料噴射方式内燃機関の燃料配管内燃圧挙動に応じた燃料噴射量制御を行う精度の高い安定した燃料噴射量制御を実現する。

【解決手段】

上記目的は高圧燃料ポンプにより燃料が供給される燃料配管と、前記燃料配管の燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段と、前記燃料配管内の燃料を内燃機関の各気筒に燃料を噴射する燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁からの噴射量を算定する燃料量算定手段と、前記高圧燃料ポンプからの燃料配管に燃料を供給する吐出量を算定する手段と、前記燃料噴射弁からの燃料量を算定する手段と、前記吐出量を算定する手段に基づき求められる燃料噴射量と吐出量の差分を求める手段と、前記燃料を噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記差分に基づいて、前記燃料噴射弁を制御する基準値を求めると共に前記基準値に基づいて前記燃料噴射弁を制御することにより達成される。

【選択図】 図5

5 ☒

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高圧燃料ポンプにより燃料が供給される燃料配管と、
前記燃料配管の燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段と、
前記燃料配管内の燃料を内燃機関の各気筒に燃料を噴射する燃料噴射弁と、
前記燃料噴射弁から燃料を噴射開始するタイミングと、前記燃料圧力検出手段により一定周期毎のタイミングで、燃料圧力をサンプリングする手段とを備え、
前記燃料噴射弁からの噴射量を算定する燃料量算定手段と、
前記高圧燃料ポンプからの燃料配管に燃料を供給する吐出量を算定する手段と、
前記燃料噴射弁からの燃料量を算定する手段と、前記吐出量を算定する手段に基づき求められる燃料噴射量と吐出量の差分を求める手段と、
前記燃料を噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記差分に基づいて、前記燃料噴射弁を制御する基準値を求めると共に前記基準値に基づいて前記燃料噴射弁を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置において、
燃料噴射弁からの燃料噴射量を算定する手段は、他の気筒の燃料噴射弁と噴射期間が重なっているか否かを判定する判定手段を有し、前記判定手段の結果、
他の気筒と噴射が重なっている場合には、前記重なり期間分の燃料噴射量を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置において、
燃料ポンプからの吐出量を算定する手段は、燃料噴射弁からの燃料噴射開始するタイミングと噴射終了するタイミングの期間である燃料噴射期間における、高圧燃料ポンプからの燃料吐出量を算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の内燃機関の制御装置において、
前記燃料噴射期間における燃料吐出量を算定する手段は、予め設定された高圧燃料ポンプからの吐出量特性をデータとして記録しておくと共に、
前記データは、少なくとも内燃機関のクランク角度と内燃機関の回転数の何れか 1 つ以上のパラメータにより、
算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の内燃機関の制御装置において、
燃料噴射期間中の吐出量を算定する手段は、燃料噴射開始のタイミングと高圧燃料ポンプからの吐出タイミングの何れか遅い方と、燃料噴射弁からの噴射終了までの期間により吐出量を算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 の何れかに記載の内燃機関の制御装置において、
燃料噴射を終了するタイミングは、前記一定周期で検出した燃料圧力に基づいて算定された燃料噴射パルス幅に基づいて、算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れかに記載の内燃機関の制御装置において、
燃料噴射弁を制御する基準値は、前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記燃料噴射量と吐出量の差分値より求められる燃料噴射終了タイミングでの燃料圧力差により求められる燃料圧力に対し予め定める割合を乗じて算定した燃料圧力により燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 6 の何れかに記載の内燃機関の制御装置において、
燃料噴射弁を制御する基準値は、

10

20

30

40

50

前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と、前記燃料噴射するタイミングでの前記燃料圧力差と前記噴射開始するタイミングでの燃料圧力より仮想的に求まる燃料圧力面積の圧力重心点を算定した燃料圧力により、燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 の何れかに記載の内燃機関の制御装置において、

前記燃料圧力検出手段が異常又は故障と判定された場合には、前記燃料圧力検出値を固定値とすることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 7 の何れかに記載の内燃機関の制御装置において、

前記高圧燃料ポンプが異常又は故障と判定された場合には、前記燃料噴射中の吐出量を一定値として算出するまたは、高圧燃料ポンプからの燃料吐出タイミングを一定値とすると共に、前記一定値は、全吐出（フル吐出）と無吐出故障で各々別々の値とすることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 11】

内燃機関の運転状態を検出する手段と、

内燃機関のクランク角度を検出する手段と、

前記燃料配管内の燃料を内燃機関の各気筒に燃料を噴射する燃料噴射弁とを備え、

前記運転状態と前記クランク角度検出する手段から、前記燃料噴射弁からの燃料噴射期間における内燃機関の燃焼室内圧力を算定し、該燃料噴射期間中の前記値燃焼室内圧力に基づいて、前記燃料噴射弁を制御する基準値を求めると共に前記基準値に基づいて前記燃料噴射弁を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 12】

請求項 11 記載の内燃機関の制御装置において、

燃焼室内圧力を算定する手段は、燃料噴射弁からの燃料噴射開始するタイミングと噴射終了するタイミングの期間である燃料噴射期間における、燃焼室内圧力の差分を算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 13】

請求項 11 又は 12 の内燃機関の制御装置において、

燃料噴射弁を制御する基準値は、前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記燃料噴射量と吐出量の差分値より求められる燃料噴射終了タイミングでの燃料圧力差により求められる燃料圧力に対し予め定める割合を乗じて算定した燃料圧力により燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 14】

請求項 11 又は 12 の内燃機関の制御装置において、

燃料制御弁を制御する基準値は、前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と、前記燃料噴射するタイミングでの前記燃料圧力差と前記噴射開始するタイミングでの燃料圧力より仮想的に求まる燃料圧力面積の圧力重心点を算定した燃料圧力により、燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 15】

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置において、前記補正は前記重なり期間分の燃料噴射量を加算し算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 16】

請求項 1 又は 3 に記載の内燃機関の制御装置において、前記高圧ポンプからの燃料吐出量は、前記燃料噴射開始タイミングと上記燃料噴射される期間から求まる燃料噴射終了タイミングでの高圧ポンプ吐出量を引くことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の内燃機関の制御装置において、高圧ポンプの吐出量はクランク角度と内燃機関の回転数より算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置において、前記燃料量算出手段により求められる燃料噴射量は、上記噴射期間（パルス幅）から燃圧の補正量を除いた値から算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置において、前記燃料算出手段により求められる燃料噴射量は、燃料噴射中の燃圧変化を算出して、該燃圧変化量と噴射開始時の燃圧に基づいて、燃料噴射パルス幅を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、筒内噴射式内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

筒内噴射式内燃機関の複数の気筒に燃料を供給する装置として、蓄圧式の燃料噴射制御装置が知られている。これは、燃料を供給する配管に、燃料ポンプ等を用いて燃料を高圧で蓄圧して、燃料配管に設けられた燃料噴射弁（インジェクタ）により、各シリンダ内に燃料を噴射するものである。また、燃料配管内に蓄圧する燃料圧力を可変とすることで、燃焼が安定する最適な燃料噴射量の制御を可能としている。

【0003】

上記した蓄圧式の燃料噴射制御を行う場合には、燃料ポンプから燃料配管への供給（吐出）と燃料噴射弁からの燃料噴射することで、燃料配管内の燃料の圧力（以下、燃圧と称す）は脈動が発生し、燃料圧力の変化が直接燃料噴射量に影響を及ぼしてしまう。これにより、内燃機関の空燃比制御精度が悪化し、排気エミッションへの影響が出てしまう。

20

【0004】

このような、燃料配管内の燃圧の変化を求め、これに基づいた燃料噴射制御を行うことで、所望の噴射量を確保する制御が開示されている（特許文献 1 及び 2 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開 2004-346852 号公報

【特許文献 2】特開 2006-57514 号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献 1 及び 2 の何れでも、以前の所定期間の燃圧変化を測定し、該測定結果に基づいて、次回（これから実行する燃料噴射制御）に反映して行うことが示されている。

【0007】

しかしながら、上記前回の燃圧変化の測定で次回の燃料噴射制御に反映する場合には、燃料噴射弁のパルス幅や燃料噴射弁の出力タイミングや燃料ポンプの出力タイミング（燃料ポンプの吐出開始タイミング）が変わってしまう場合には、制御精度が確保できず、安定した燃料噴射量の制御量誤差が生じてしまう可能性がある。

【0008】

40

本発明では、上記課題に鑑みなされたもので、誤差の少ない燃料噴射量を供給する内燃機関の燃料噴射制御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】

【0009】

上記目的は、高圧燃料ポンプにより燃料が供給される燃料配管と、前記燃料配管の燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段と、前記燃料配管内の燃料を内燃機関の各気筒に燃料を噴射する燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁から燃料を噴射開始するタイミングと、前記燃料圧力検出手段により一定周期毎のタイミングで、燃料圧力をサンプリングする手段とを備え、前記燃料噴射弁からの噴射量を算定する燃料量算定手段と、前記高圧燃料ポンプからの燃料配管に燃料を供給する吐出量を算定する手段と、前記燃料噴射弁からの燃料量を算

50

定する手段と、前記吐出量を算定する手段に基づき求められる燃料噴射量と吐出量の差分を求める手段と、前記燃料を噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記差分に基づいて、前記燃料噴射弁を制御する基準値を求めると共に前記基準値に基づいて前記燃料噴射弁を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置により達成される。

【発明の効果】

【0010】

以上の制御を行うことで、新たなアクチュエータやセンサを用いずに、高圧燃料ポンプによる燃料吐出や燃料噴射弁による燃料噴射により変化する燃料配管内の燃圧であっても正確な燃料噴射量を実現できる内燃機関制御が可能となる。これにより、内燃機関の精度のよい空燃比制御ができ、運転性の向上や排気エミッション低減が実現できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明にかかる一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0012】

図1は、本実施形態の内燃機関（以下、エンジンと称す）の制御装置に係る筒内噴射式内燃機関の制御システムを示す図である。図1において、エンジン1に吸入される空気は、エアクリーナ3の入力部4から取り入れられ、吸入空気計5を通り、吸入流量を制御する絞弁6を設置した絞弁ボディ7を通り、コレクタ8に入る。ここで、絞弁6は、これを駆動するモータ10と連結しており、該モータ10を駆動することにより絞弁6を操作して、吸入空気量を制御できるようになっている。

20

【0013】

コレクタ8に至った吸入空気は、エンジン1の各シリンダ2に接続された吸気管19に分配され、前記シリンダ2内の燃焼室に導かれる。

【0014】

一方、ガソリン等の燃料は、燃料タンク11から燃料ポンプ12により吸引、加圧されて燃料噴射弁13と燃圧を所定の範囲内に可変制御する高圧燃料ポンプ12が配管されている燃料系に供給される。燃圧は、燃圧センサ34により測定されている。前記燃料は、各シリンダ2の燃焼室に燃料噴射口を開口している燃料噴射弁13から該燃焼室内に噴射される。該燃焼室内に流入した空気と噴射燃料とは、混合され、点火コイル17からの昇圧又は圧電により点火プラグ35によって点火されて燃焼される。

30

【0015】

前記エンジン1の燃焼室で燃焼した排気ガスは、排気管28に導かれ、触媒を介してエンジン1外に放出される。

【0016】

前記空気量計5からは、吸気流量を示す信号が出力され、コントロールユニット15に入力されるようになっており、更に前記絞弁ボディ7には、絞弁6の開度を検出するスロットルセンサ18が取り付けられており、その出力もコントロールユニット15に入力されるようになっている。

【0017】

クランク角センサ16は、エンジン1のカム軸（図示省略）によって回転駆動され、該クランク軸の回転位置を少なくとも1～10°程度の精度で検出する。該信号もコントロールユニット1に入力されるようになっている。

40

【0018】

前記各信号により燃料の噴射タイミング、噴射流量（燃料噴射弁のパルス幅制御）、高圧ポンプの吐出タイミング、点火のタイミング等が制御される。

【0019】

排気管28に設けられたA/Fセンサ20は、排気ガスの成分から実運転空燃比を検出して出力し、該信号も同じく前記コントロールユニット15に入力されるようになっている。

【0020】

50

図 2 は、本発明の蓄圧式燃料噴射制御のタイムチャートの一例である。

【0021】

図中の上段に高圧燃料ポンプを上下駆動させるカム山の動作を示したものである。該カム山により、高圧燃料ポンプ内のピストンが上下駆動される。次に、カム山の動作図の下段に示した矩形図が、高圧燃料ポンプから燃料の吐出量を制御するソレノイド駆動パルス信号を示す。該ソレノイド信号がOFF（図中ではLowの位置）となったタイミングから、高圧燃料ポンプを上下駆動するカムのTDC（上死点）となるまで、高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料を押し出す（吐出）するものである。ここで、本発明では、高圧燃料ポンプから燃料が燃料配管に燃料を吐出するタイミングが必要であり、上記した一例では高圧燃料ポンプから燃料を吐出するタイミングとしてソレノイドをOFFすると説明したが、ONしたタイミングから燃料を吐出する方式でも問題なく、その高圧燃料ポンプから吐出開始する方法の方式には関係しない。

10

【0022】

図中に示したように、燃料噴射弁を駆動（図中のINJパルス）させた場合には、高圧燃料ポンプから燃料吐出している場合と高圧燃料ポンプから燃料吐出していない場合では、燃料噴射弁を駆動している時の燃料配管内の燃圧は、異なる。ここについては、後述する図4で説明する。

【0023】

このように、燃料噴射弁が駆動しているときの燃料配管内燃圧違いにより、燃料噴射弁から燃料噴射される量は異なってくる。このことを図中では、一例として単位時間あたりの燃料噴射量としたものを最下段に示す。燃料噴射弁を駆動している時に、高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料吐出している場合（図中の左端の場合）に対し、高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料吐出していない場合（図中の中央及び右端）では、燃料噴射量が低下してしまう。このように、燃料噴射弁を駆動するパルス幅が同じであっても、燃料噴射弁の駆動するタイミングと高圧燃料ポンプから燃料配管に燃料を吐出するタイミングとの相対関係により燃料噴射量が異なる為、内燃機関の空燃比は一定とならない。

20

【0024】

図3は、本発明の燃料噴射弁と燃料配管内燃圧に対する燃料噴射量の関係の一例である。

【0025】

燃料噴射弁は、燃料噴射弁を駆動するためのパルス信号を長く供給する（図中の横軸）に従って、燃料噴射量（図中の縦軸）は増加する。加えて、燃料噴射弁に印加される燃圧が高いほど、同一パルス幅では噴射量が増える。

30

【0026】

図3で示した様に、燃料噴射弁からの燃料噴射量は燃圧により異なることから、燃料噴射弁が噴射している際の燃圧に応じた燃料噴射弁の制御が必要であり、燃料噴射弁が燃料噴射している際の燃圧に応じた制御を行うことで、安定した燃料噴射量制御が可能となり、内燃機関の空燃比制御精度が向上することになる。

【0027】

図4は、本発明の高圧燃料ポンプの吐出と燃料噴射弁の噴射と燃圧挙動の一例を示したものである。

40

【0028】

図中の最上段に示したポンプ駆動カムにより、高圧燃料ポンプ内のシリンダが上下往復駆動される。

【0029】

図中に示した、ポンプパルス信号により、高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料を吐出する。本図では、パルス信号をOFFにしたタイミングから高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料と吐出する例で示しているが、パルス信号のON/OFFと高圧燃料ポンプの吐出の関係は不問であり、ONしたタイミングで吐出する高圧燃料ポンプの構造であっても良い。以下、本発明では高圧燃料ポンプへのパルス信号がOFFとなった構造の例を元に

50

、以下説明する。

【0030】

図中の中段に示している高圧燃料ポンプ吐出量は、前記高圧燃料ポンプのパルス信号がOFFとなったタイミングから、前記高圧燃料ポンプ駆動カムの上死点まで燃料を燃料配管内に吐出する。図中では、一例として、燃料吐出量の総和（横軸が内燃期間の角度もしくは時間、縦軸が高圧燃料ポンプの総燃料吐出量）となることを示している。

【0031】

次に図中のINJパルスは、燃料噴射弁に供給するパルス信号であり、該パルス信号がON（図中でHi）になっている期間燃料噴射弁は開弁され、実際に燃料を噴射する。図中のINJ噴射量は、前記燃料噴射に供給されたパルス信号により、燃料噴射弁が開弁されることによる燃料噴射量総和（横軸が内燃期間の角度もしくは時間、縦軸が燃料噴射弁の総燃料噴射量）である。

【0032】

このように、燃料配管内の燃料は、高圧燃料ポンプからの燃料吐出と燃料噴射弁からの燃料噴射による燃料の収支（収入：高圧燃料ポンプからの吐出，支出：燃料噴射弁からの燃料噴射）により、図中の最下段に示した、燃圧の挙動が形成される。燃料配管内の燃圧は、高圧燃料ポンプの吐出により上昇し、燃料噴射弁の燃料噴射により下降するが、高圧燃料ポンプからの吐出と燃料噴射弁からの燃料噴射が重なるか否かで、燃料噴射弁の噴射中の燃圧挙動は異なり（例えば、高圧燃料ポンプと燃料噴射弁の噴射タイミングが重なった場合には、燃圧はやや上昇し、重ならない場合には、燃圧は下降する）、これにより同一燃料噴射弁駆動パルス幅であっても、燃料噴射弁から噴射される燃料量が異なることになる。これは、図3で説明した通りである。次に、図4中に示した燃料噴射4の拡大図は、高圧燃料ポンプからの吐出と燃料噴射弁からの燃料噴射が重なった部分の一例である。

【0033】

燃料噴射開始タイミングでの燃圧aと燃料噴射終了タイミングでの燃圧bとそのタイミングでの前記噴射開始タイミングでの燃圧aと同値の燃圧a'の3点（a，a'，b）で囲まれた図4の斜線で塗りつぶした部分を便宜上燃料圧力面積と定義する。また、当該燃料圧力面積の重心点となる燃料圧力cとする。この燃料圧力の重心値cを算出し、燃料噴射弁の補正を行えば、燃料噴射4の燃料圧力が変化していても正確に燃料噴射量制御が可能となる。

【0034】

本発明では、図4で説明した燃料噴射弁が燃料噴射する期間の高圧燃料ポンプの吐出量と燃料噴射弁から噴射される燃料量から、燃料噴射中の燃料配管内の燃圧を求め、該燃圧により燃料噴射弁の噴射量制御（パルス幅補正）を行うものである。

【0035】

図5は、本発明の燃料噴射弁の制御方法を示した一例である。

【0036】

ブロック502では、燃料配管に設置された燃圧センサの入力回路であり、高周波成分等のノイズ除去回路等により構成され、ブロック504にてAD変換を行う。ブロック505では、該AD変換された燃圧センサの入力値を一定の定期Job（例えば、2ms）毎に入力処理を行い、ブロック506にて物理値（センサ入力電圧mV→物理値MPa）に換算する。ブロック507では、燃料配管内の燃圧脈動（脈動が生じるのは、図4で説明した通りである）に対し、平均値を求めるために、フィルタリング処理（移動平均処理や加重平均処理）を行い、該フィルタリング処理された燃圧認識値に基づいて、目標燃圧になるように、ブロック508にて目標燃圧フィードバック制御を行う。該燃圧フィードバック制御と予め設定されたオープン制御により求められた高圧燃料ポンプの駆動タイミング（高圧燃料ポンプへ出力するパルスのタイミング）を算出して、ブロック501の駆動回路を介して、高圧燃料ポンプ内のソレノイドを駆動制御する。

【0037】

次に、ブロック509では、内燃機関の運転状態に基づいて、要求噴射パルス幅を演算

10

20

30

40

50

する。ブロック510では、燃料噴射弁の噴射開始タイミングを算出し、前記ブロック509で算出された噴射パルス幅と、該噴射タイミングから、ブロック511にて噴射開始のタイミングと噴射終了のタイミングを算出する。ブロック512では、高圧燃料ポンプからの燃料噴射量と、前記ブロック511で算出された噴射開始と噴射終了のタイミングにより、予め設定されたポンプ吐出量マップから、ブロック513にて燃料噴射中の高圧ポンプからの燃料吐出量を算出する。また、燃料噴射量は、前記ブロック509で算出されており、該燃料噴射量と、ブロック513で算出した値により、ブロック516にて燃料噴射中の燃料配管内の燃料収支を演算する。一方、ブロック514では燃料噴射弁から燃料を噴射開始するタイミングで燃圧センサのサンプリングを行い、燃料噴射開始時の燃圧値として入力し、ブロック515にて、物理値（センサ入力電圧mV→物理値MPa）に換算する。ブロック517では、前記ブロック515で求めた燃料噴射開始時の燃圧と、前記ブロック516で算出した燃料収支から、燃料噴射弁に対する燃圧補正を行い、ブロック503の燃料噴射弁駆動回路を介して、燃料噴射弁（図中のインジェクタ）を駆動制御する。

【0038】

以上から、燃料噴射開始時の燃圧と燃料噴射中の燃料収支から、燃料噴射弁が開弁している（燃料噴射している）期間の燃圧を求めることが可能となり、精度良い燃料噴射量制御が可能となる。

【0039】

図6は、本発明の高圧燃料ポンプの燃料吐出量を求める方法の一例を示したものである。

【0040】

図中の上段には、前記図4で説明したように、高圧燃料ポンプを上下駆動させるカムである。下段の燃圧挙動は、同様に前記図4で説明したように、高圧燃料ポンプの吐出を制御するパルス信号により、高圧燃料ポンプから燃料配管内に燃料が吐出開始（図中の矢印で示した位置から）され、その結果燃料配管内の燃圧が上昇する。高圧燃料ポンプから燃料吐出により、燃圧が上昇する ΔP は、高圧燃料ポンプからの吐出量総和 ΣQ_p と燃料弾性係数により決定される。ここで、高圧燃料ポンプからの燃料吐出量は、高圧燃料ポンプの吐出開始タイミングから求めることができる。これは図中のグラフで示しており、該吐出開始タイミングが早い程、高圧燃料ポンプからの燃料吐出量は多く、前記吐出開始タイミングが遅い程、高圧燃料ポンプからの燃料吐出量は少ないものになる。前記吐出量は内燃機関の制御装置に予め、マップとして算出すればよい。前記吐出量のマップは、少なくとも、高圧ポンプ吐出開始タイミングと内燃機関の回転数の両方もしくは、何れか1つ以上のパラメータで算出するものである。これにより、正確に燃料ポンプからの燃料吐出量を求めることが可能となる。

【0041】

図14は、燃料弾性係数の特性を示した一例である。

【0042】

前記図6で説明したように、燃料量から燃圧を算出する場合には、燃料の弾性係数を正確に求めることが必要であり、後述する本発明の燃料噴射量制御の精度を確保する為に必要な制御補正項の1つである。図14で示したように、燃料の弾性係数は、燃料の温度及び燃圧により変わることが知られている。この特性から、燃料量から燃圧に換算する際に用いる燃料の弾性係数は、燃料の温度と燃料配管の燃圧から算出すれば良い。例えば、燃料温度そのものを計測した燃料温度センサを用いるか、内燃機関の冷却水温度から推定しても良い。該燃料温度と燃料配管に設けた燃圧センサの値によるマップで算出すれば良い。ここで、マップによる算出以外にも、燃料弾性係数を推定できる方法を用いても良い。

【0043】

図7は、本発明の燃料噴射弁からの燃料噴射量を求める方法の一例を示したものである。

【0044】

10

20

30

40

50

図中の上段には、燃料噴射弁を駆動制御するパルス信号を示しており、図中のH i 側が燃料噴射期間となる。該燃料噴射パルス信号により開弁駆動制御された燃料噴射弁により、燃料配管から燃料は噴射され、燃料配管内の燃圧は、図中の下段に示したように、燃圧は低下する。燃圧が低下する ΔP は、燃料噴射弁からの噴射量TEと燃料弾性係数により決定される。ここで、燃料噴射弁からの燃料噴射量は、燃料噴射弁の基本パルス幅に前記同様に燃料弾性係数を乗算した式から求めることができる。ここで、前記基本パルス幅は、燃圧補正を行う前の内燃機関から要求されるパルス幅として算出した方が、演算するのに便利であり、演算方法が容易になる。(単純に1次式で算出することが可能となる。)

【0045】

10

以上、図6と図7で説明した方法により、燃料配管内の燃料収支を基本的に算出することが可能である。しかしながら、燃料噴射中の燃料収支を算出する際には、高圧燃料ポンプの吐出期間と燃料噴射期間を正確に捕らえる必要があり、以下図8及び図10で説明する。

【0046】

図8は、本発明の燃料噴射中の高圧燃料ポンプ吐出との関係を示した一例である。

【0047】

図中の上段には、前記燃料高圧ポンプの吐出を制御するパルス信号を示している。該パルス信号のL o からポンプ駆動カムの上死点(図中のP U M P T D C)までが、燃料吐出期間となる。これに対し、燃料噴射タイミング及び噴射パルス幅により、燃料噴射中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出は異なってくる。この関係を示したものが、図中のI N J パルス信号で示したものである。説明の便宜上、燃料噴射パルス幅信号が複数気筒同時噴射等のように記載しているが、これは実際の噴射パルス信号がこのように行われるものではなく、高圧燃料ポンプ吐出と燃料噴射の干渉の色々なケースを同一図に示したものである。

20

【0048】

先ず、図中の燃料噴射パターン：Aの場合には、燃料噴射中の後半から高圧燃料ポンプからの吐出と重なった場合(以下、各パターン図でのハッチング部分が、高圧燃料ポンプの燃料吐出と重なっている領域であり、白抜き部分が、該高圧燃料ポンプの燃料吐出とは重なっていない領域を示す)である。

30

【0049】

同様に、パターンBでは、燃料噴射弁から燃料噴射している全ての領域で、高圧燃料ポンプからの燃料吐出と重なっている場合であり、パターンCは、燃料噴射の後半で重なっている場合、パターンDでは、燃料噴射期間の領域内で前記重なりが始まり、噴射期間中に前記重なりを終える場合である。このように、燃料噴射弁から燃料噴射する期間で、高圧燃料ポンプからの燃料吐出が重なる中でも様々な状態があり、それぞれのパターンに適應できる内燃機関の制御装置が必要となる。

【0050】

図9は、本発明の燃料噴射弁期間中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出量算出方法の一例を示したものである。

40

【0051】

本図は、前記図5のブロック513の内容を具体的な方法の一例である。

【0052】

まず、内燃機関の運転状態から燃料噴射弁からの噴射開始タイミングが算出される。一方、同様に内燃機関の運転状態から要求噴射パルス幅が算出される。前記要求噴射パルス幅の単位は時間(例えば μs)であり、内燃機関の回転数情報から、該要求噴射パルス幅をクランク角度の単位に換算する。これにより、前記噴射開始タイミングに加算する(噴射終了角度=噴射開始角度+噴射角度)ことで、燃料噴射終了角度が算出できる。前記燃料噴射開始タイミングと噴射終了タイミングの角度を、予め設定された高圧燃料ポンプの吐出性能マップから検索することで、燃料噴射中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出量を算

50

出することができる。ここで、前記図 8 で説明したように、燃料噴射弁からの燃料噴射期間と高圧燃料ポンプからの燃料吐出の重なるの様々なパターンでも対応できるように、燃料噴射中の高圧燃料ポンプからの吐出量は、燃料噴射開始タイミングと高圧燃料ポンプ駆動パルス出力タイミングの何れか遅い（遅角）側の値で、前記マップを参照すれば良い。これにより、正確に燃料噴射中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出量を算出することが可能となる。

【0053】

図 10 及び図 11 は、本発明の燃料噴射弁が複数の気筒で重なって噴射した場合の一例である。

【0054】

前記図 8 では、単独の気筒の燃料噴射を前提に説明してきたが、ここでは、複数の気筒の燃料噴射が重なった場合について説明する。

【0055】

先ず図 10 では、2 気筒の燃料噴射が同時に行われた場合の燃料配管内の燃圧の挙動を示したものである。図で示した様に、同時噴射が行われた場合には、単独気筒での燃料噴射に対し、燃料配管から燃料噴射弁により燃料噴射される量が 2 倍となり、これに伴って燃料配管内の燃圧は単独気筒での燃料噴射時の燃圧に対し、2 倍の燃圧低下が発生する。従って、燃料噴射タイミングと高圧燃料ポンプの吐出タイミングだけでの対応では不充分となり、燃料噴射の重なり判定を行い、前記重なりに応じた内燃機関の燃料噴射制御を行う必要がある。

【0056】

図 11 では、上記した燃料噴射の重なり判定方法を示したものである。図中の #n 気筒の燃料噴射弁の噴射開始タイミングを $ANGSTn$ とし、該気筒の噴射終了タイミングを $ANGENDn$ とする。ここで、噴射終了タイミングの演算については、前記図 9 で説明した通りである。次に #n+1 気筒の燃料噴射弁の噴射タイミングと噴射終了タイミングを同様にそれぞれ、 $ANGSTn+1$ 、 $ANGENDn+1$ とする。燃料噴射弁が複数気筒で重なっている場合には、その噴射期間は、図中でも示しているように、 $ANGENDn - ANGSTn+1$ で算出すればよいことになる。以上、説明の便宜上、燃料噴射の順序は n の次に n+1 気筒が行われることを前提に説明したが、どの気筒の燃料噴射弁を判断・確定することができない場合には、 $min(ANGENDn, ANGENDn+1) - max(ANGSTn, ANGSTn+1)$ として算出することでも同様の演算が行える。

【0057】

このように算出することで、燃料噴射弁の重なり区間を算出することが可能となる。この燃料噴射重なり判定の演算フローチャートは、図 13 を用いて後述する。

【0058】

図 12 は、本発明の燃料噴射制御方法のフローチャートの一例を示したものである。

【0059】

ブロック 1201 では、燃料配管に設置されている燃圧センサの値を定期タイミング（例えば、2ms 毎）にサンプリングを行う。ブロック 1202 では、前記ブロック 1201 によりサンプリングされた燃圧値に基づいて、高圧燃料ポンプのソレノイドを駆動するパルスタイミングを演算する。ブロック 1203 では、内燃機関の運転状態から要求燃料噴射パルス幅を算出する。ブロック 1204 では、前記ブロック 1203 で算出された噴射パルス幅に基づいて燃料噴射量を算出する。ここで、燃料噴射パルス幅から燃料噴射量への算出は、燃料噴射弁の流量特性に基づいて算出すれば良い。その関係は、前記図 3 の燃料噴射弁の流量特性から 1 次式の演算で算出可能である。例えば、燃料噴射弁の有効パルス幅（燃料噴射パルスに対し、実際に燃料噴射弁が開弁しているパルス幅）から燃圧特性を無次元化（本来の燃料噴射弁の燃圧補正を与えない）した演算を行い、これに燃料噴射弁特性の傾き特性値を予め求めておき、乗算すれば良く、前記図 7 で説明した通りである。

10

20

30

40

50

【0060】

ブロック1205では、内燃機関の運転状態に基づいて、燃料噴射弁の噴射タイミングを算出する。ブロック1206では、前記図9で一例を示したように、燃料噴射弁から燃料噴射している期間での高圧燃料ポンプからの燃料吐出量を算出する。ブロック1207では、前記ブロック1204とブロック1206で算出した燃料噴射弁からの燃料噴射量と燃料噴射期間中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出量の差を求めることで、燃料噴射弁から燃料噴射している期間の燃料配管の燃料の収支を算出する。ブロック1208では、ブロック1201と同様に燃料配管の燃圧センサの値をサンプリングする。次にブロック1209では、前記ブロック1207でサンプリングした燃料噴射弁から燃料噴射開始するタイミングでの燃圧値と前記ブロック1206で算出した前記燃料収支から、燃料噴射中の燃圧変化を演算する。ここで、燃料変化＝燃料噴射開始時の燃圧＋燃料噴射中の燃圧変化であり、燃料噴射中の燃圧変化は、燃料噴射中の燃料配管内の燃料収支から容易に算出可能であり、前記図6及び図7で説明した通りである。ブロック1210では、前記ブロック1209で算出した値、即ち前記図4で説明した燃料圧力重心点を算出した値もしくは、前記ブロック1208と1209より算出した燃料圧力値に対し予め定めた割合を乗算した値の燃圧値に基づいて、燃料噴射弁の燃圧補正を行う。ブロック1211では、前記ブロック1210で算出した燃圧補正演算を用いて燃料噴射弁に出力するパルス幅を算出して、ブロック1212にて、実際に燃料噴射弁に燃料噴射パルス幅を出力する。

10

【0061】

図13は、本発明の燃料噴射期間重なり時の制御方法のフローチャートの一例を示したものである。

20

【0062】

ブロック1301では、多段噴射（同一気筒で複数回燃料噴射、例えば吸気行程と圧縮行程の2回に分けて、燃料噴射を行う）を実行するか否かを判断する。実行許可された場合には、ブロック1302にて、複数気筒の燃料噴射タイミングから、噴射開始タイミングaを算出する。噴射タイミングaについては、前記図11で説明した通りである。次にブロック1303では、噴射終了タイミングbを算出する。ここも同様に前記図11で説明した通りであり、ブロック1304にて燃料噴射の重なり期間cを前記ブロック1302及び1303で算出した演算値から算出する。ブロック1305では、複数気筒で燃料噴射が重なった場合の燃料噴射量を算出する。前記燃料噴射重なりにより、単一気筒での燃料噴射に対し、その期間より多くの燃料量が燃料配管から噴射されることは、前記図10及び図11で説明した通りであるが、その噴射量は、単一気筒で噴射された値（ブロック中の噴射量）に対し、噴射パルス角度に対し前記ブロック1304で算出した重なり期間cの割合を加算することで算出できる。ブロック1207では、前記図12で説明したように、燃料噴射中の燃料配管内の燃料収支として同様に演算する。これにより、燃料噴射弁が複数気筒で重なった場合でも正確に燃料噴射中の燃料配管内の燃料収支を演算することができ、精度良い燃料噴射弁の制御が可能となる。

30

【0063】

図16は、本発明の内燃機関の燃焼室内の圧力変化（筒内圧の変化）に応じた燃料噴射弁の燃圧補正制御のフローチャートの一例を示したものである。

40

【0064】

ブロック1209は、前記図12で説明した通り、燃料噴射弁から燃料噴射している期間の燃圧変化を算出する。ブロック1601では、燃料噴射中の内燃機関の燃焼室内圧力変化を演算する。ここで、これまで説明した図2から図13は燃料配管の燃圧変化に基づいた燃料噴射弁の制御方法について説明してきたが、実際には燃料噴射弁の噴射口の先の圧力変化も燃料噴射弁の噴射量特性に影響することから（同一燃圧及び燃料噴射パルス幅であっても、筒内圧が高い時に燃料噴射する方が、筒内圧が低い時に燃料噴射した場合に比べて燃料噴射量が少なくなる。燃料噴射弁から燃料噴射する期間の内燃機関の燃焼室の圧力変化に基づいた燃料噴射弁制御を行うことで、より精度良い燃料噴射制御が行える。ここで、内燃機関の燃焼室の圧力については、図15で後述する。次に、ブロック160

50

2では、燃料噴射中の圧力変化として、図12で説明した燃料噴射中の燃料配管の燃圧変化と前記ブロック1601で算出した内燃機関の燃焼室内圧力変化の変化を加算して燃料噴射中の圧力変化として算出する。ブロック1210では、前記図12で説明したように燃料噴射弁の燃圧補正演算として算出する。

【0065】

図15は、本発明の内燃機関の燃焼室内圧力変化の一例を示したものである。

【0066】

図中の上段は、燃料噴射弁の上流（燃料側）と下流（燃焼室）の関係図である。燃料噴射弁から燃料噴射する場合には、燃料配管内の燃圧と燃焼室内の圧力の差によって、燃料噴射弁が開弁した期間に、燃料が燃焼室内に噴射されることになる。従って、燃料配管内の燃圧だけではなく、燃料噴射期間の燃焼室の圧力についても燃料噴射弁の噴射量制御を行う場合には、補正が必要であり、これにより更に精度良い燃料噴射量制御が可能となる。

10

【0067】

図中の下段は、4サイクルの内燃機関の吸気行程及び圧縮行程に絞って、燃焼室内の圧力変化を示したものである。該燃焼室の圧力については、既知であり、詳細の説明は必要無いが、吸気行程では圧力は低下して圧縮行程では圧力は上昇し、その圧力は内燃機関の運転状態により異なり、低負荷運転時に対し、高負荷運転時は圧力が高くなる。この関係から、燃焼室圧力は、クランク角度と内燃機関の運転状態から算出すれば良い。例えば、クランク角度と内燃機関の負荷によるマップで算出すれば良く、燃料噴射中の圧力変化は、前記図9で説明した燃料噴射期間中の燃料配管の燃圧変化と同様の方法で算出すれば良いことから、燃料配管内の燃圧変化算出のような説明は省略する。

20

【0068】

図17は、本発明の燃料噴射中の燃料配管内圧力の制限について示したものである。

【0069】

図中の上段は、高圧燃料ポンプから燃料と吐出されていない場合を例にした、燃料配管内の燃圧を示したものであり、図中の下段で示した燃料噴射弁のパルス信号により、燃料噴射弁から燃料が噴射され、該燃料噴射により燃圧が低下することはこれまで説明した通りである。しかしながら、実際の燃料噴射中の燃圧は、燃料噴射弁からの燃料噴射量が多くても燃圧=0（=大気圧）になることはなく、燃料タンク内に設けられた高圧燃料ポンプとは別の高圧燃料ポンプに燃料を供給する燃料ポンプがあり、該燃料タンク内燃料ポンプとプレッシャレギュレータにより、一定の圧力（図中のフィード圧で例えば、0.5 MPa）に保たれている。従って、燃料噴射弁からの燃料噴射量が多くても、燃料配管内の燃圧は最低でも前記フィード圧までしか低下しない。その為、前記図12及び図13で説明した燃料噴射中の燃料配管内の燃圧値演算を行う場合には、このようにフィード圧以上の制限をする必要があり、この制限を与えないと実際の燃料配管内の燃圧とは異なる演算をすることになり、その結果、該フィード圧近辺での燃圧での燃料噴射量制御の精度が悪化（燃料噴射量を多く制御）してしまうことになる。

30

【0070】

図18は、本発明の燃料噴射制御の燃圧補正の下制限制御のフローチャートの一例である。

40

【0071】

ブロック1209では、前記図12で説明した通り、燃料噴射弁から燃料噴射している期間の燃料配管内の燃圧変化を演算する。ブロック1801では、該燃圧変化により算出された燃圧に対し、前記図17で説明したように下限値（=フィード圧）による制限を与える処理を行う。ブロック1210では、前記図12で説明した通り、燃料噴射中燃圧演算に基づいて、前記下限値処理を施した後に燃料噴射弁の燃圧補正演算を行う。

【0072】

高圧燃料ポンプが異常と判定された場合には、前記燃料噴射開始時にサンプリングした燃圧値により燃料噴射弁の補正を行えば良い。または、前記定期Jobでサンプリングし

50

た燃圧センサの値で燃料噴射弁の補正を行っても良い。または、高圧燃料ポンプが全吐出（フル吐出）故障していると判定された場合には、高圧燃料ポンプの制御位置に関わらず、全吐出位置として判定して制御しても良く、高圧燃料ポンプが無吐出故障していると判定された場合には、高圧燃料ポンプの制御位置に関わらず、無吐出位置として判定して制御しても良い。

【0073】

一方、燃圧センサが異常（故障）と認められた場合には、高圧燃料ポンプの吐出量を一定（無吐出となる制御か、常に吐出する全吐出制御）となるように行い、その際の燃料噴射弁の補正は、燃圧センサの入力値とはせずに、一定値として制御を行えば良い。

【図面の簡単な説明】

10

【0074】

【図1】本実施形態の内燃機関の制御装置に係る筒内噴射内燃機関の制御システム図。

【図2】本発明の蓄圧式燃料噴射制御のタイムチャートの一例。

【図3】本発明の燃料噴射弁と燃料配管内燃圧に対する燃料噴射量の関係の一例。

【図4】本発明の高圧燃料ポンプの吐出と燃料噴射弁の噴射と燃圧挙動の一例。

【図5】本発明の燃料噴射弁の制御方法を示した一例。

【図6】本発明の高圧燃料ポンプの燃料吐出量を求める方法の一例。

【図7】本発明の燃料噴射弁からの燃料噴射量を求める方法の一例。

【図8】本発明の燃料噴射中の高圧燃料ポンプ吐出との関係を示した一例。

【図9】本発明の燃料噴射弁期間中の高圧燃料ポンプからの燃料吐出量算出方法の一例。

20

【図10】本発明の燃料噴射弁が複数の気筒で重なって噴射した場合の一例。

【図11】本発明の燃料噴射弁が複数の気筒で重なって噴射した場合の一例。

【図12】本発明の燃料噴射制御方法のフローチャートの一例。

【図13】本発明の燃料噴射期間重なり時の制御方法のフローチャートの一例。

【図14】燃料弾性係数の特性を示した一例。

【図15】内燃機関の燃焼室内圧力変化の一例。

【図16】本発明の燃焼室内の圧力変化（筒内圧の変化）に応じた燃料噴射弁の燃圧補正制御のフローチャートの一例。

【図17】本発明の燃料噴射中の燃料配管内圧力の制限について示した図。

【図18】本発明の燃料噴射制御の燃圧補正の下制限制御のフローチャートの一例。

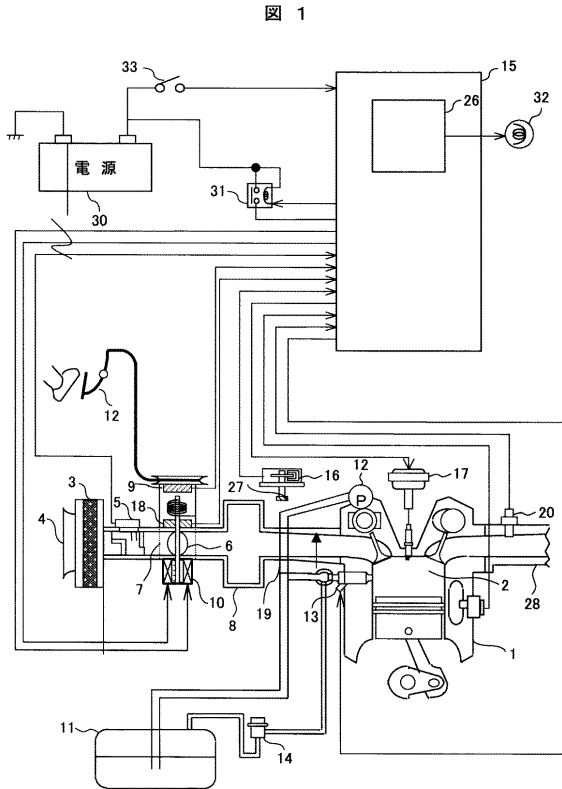
30

【符号の説明】

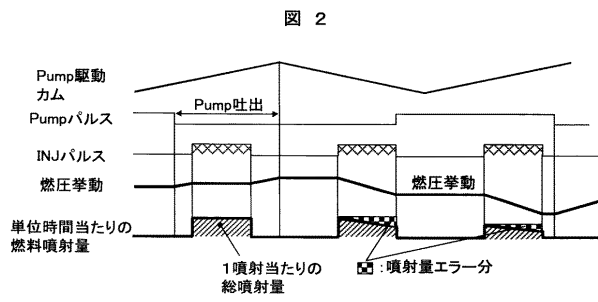
【0075】

1…筒内燃料方式エンジン、7…モータ式スロットル弁、13…燃料噴射弁（インジェクタ）、15…コントロールユニット、26…CPU演算手段（演算手段）。

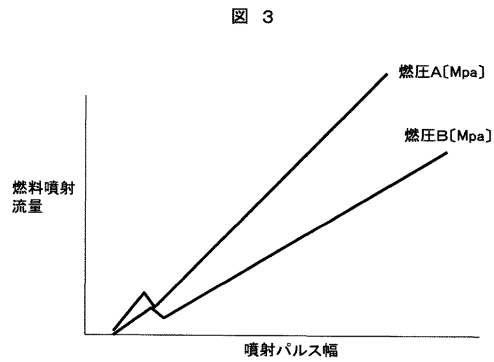
【図 1】



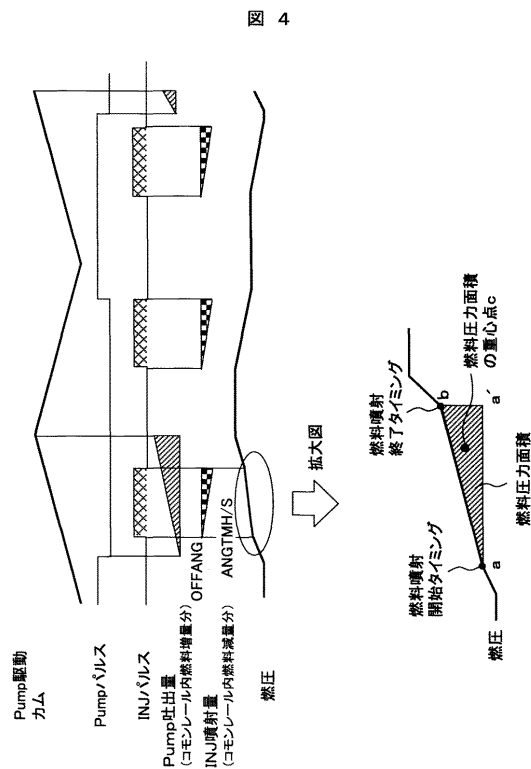
【図 2】



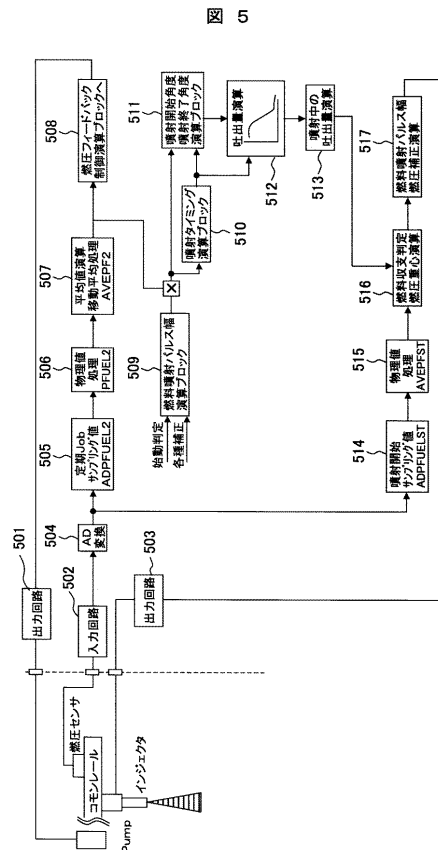
【図 3】



【図 4】

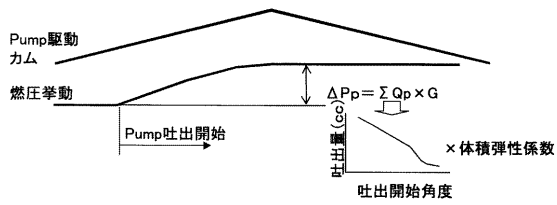


【図 5】



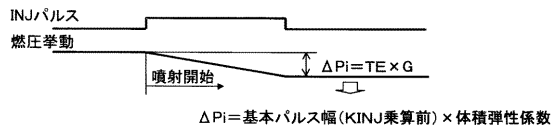
【図 6】

図 6



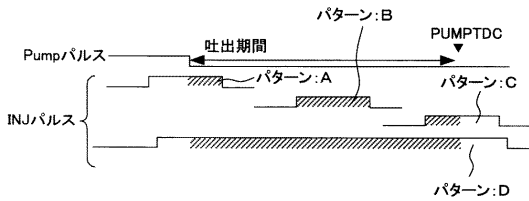
【図 7】

図 7



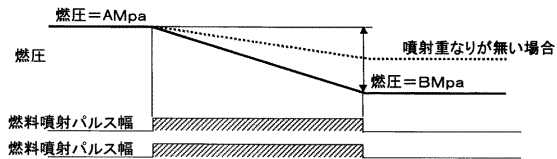
【図 8】

図 8



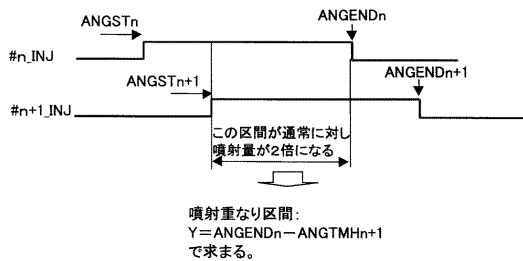
【図 10】

図 10



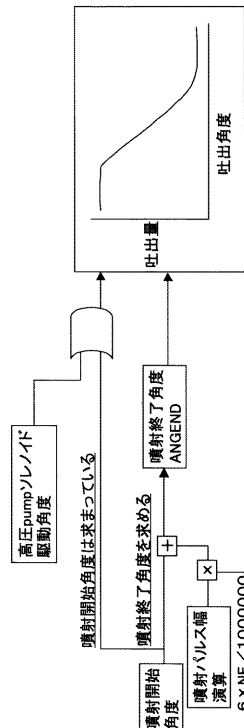
【図 11】

図 11



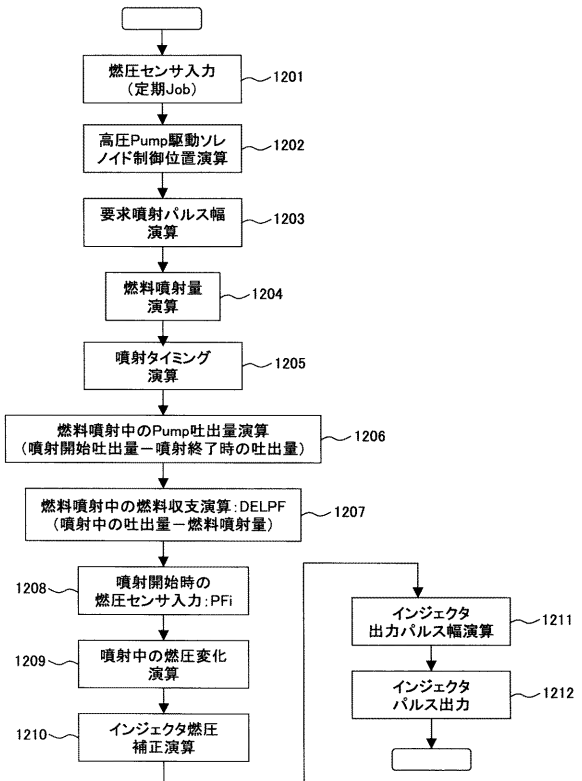
【図 9】

図 9



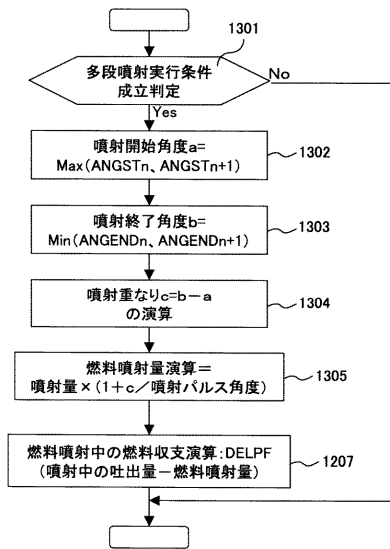
【図 12】

図 12



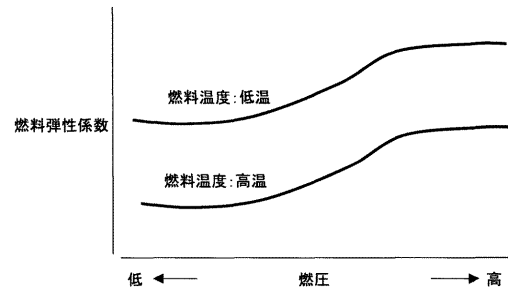
【図 13】

図 13



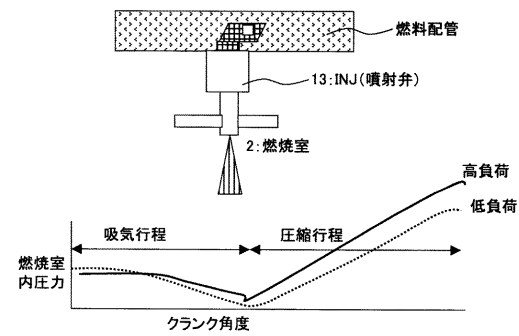
【図 14】

図 14



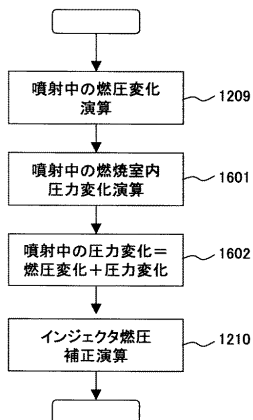
【図 15】

図 15



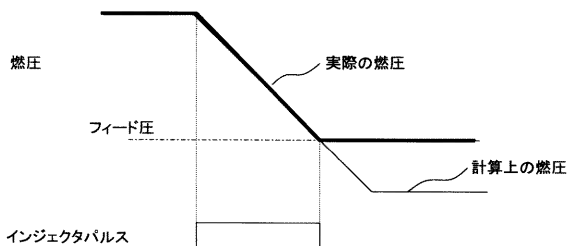
【図 16】

図 16



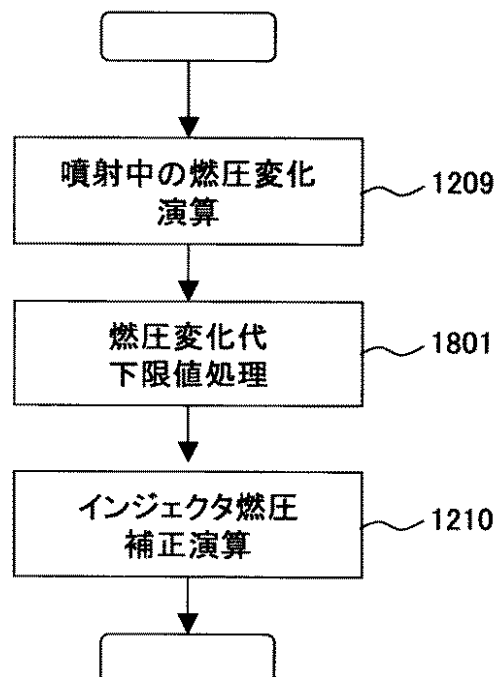
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



【手続補正書】

【提出日】平成21年1月13日(2009.1.13)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の運転状態を検出する手段と、

内燃機関のクランク角度を検出する手段と、

前記燃料配管内の燃料を内燃機関の各気筒に燃料を噴射する燃料噴射弁とを備え、

前記運転状態と前記クランク角度検出する手段から、前記燃料噴射弁からの燃料噴射期間における内燃機関の燃焼室内圧力を算定し、該燃料噴射期間中の前記値燃焼室内圧力に基づいて、前記燃料噴射弁を制御する基準値を求めると共に前記基準値に基づいて前記燃料噴射弁を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置において、

燃焼室内圧力を算定する手段は、燃料噴射弁からの燃料噴射開始するタイミングと噴射終了するタイミングの期間である燃料噴射期間における、燃焼室内圧力の差分を算定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の内燃機関の制御装置において、

燃料噴射弁を制御する基準値は、前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と前記燃料噴射量と吐出量の差分値より求められる燃料噴射終了タイミングでの燃料圧力差により求められる燃料圧力に対し予め定める割合を乗じて算定した燃料圧力により燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 の内燃機関の制御装置において、

燃料制御弁を制御する基準値は、前記燃料噴射開始するタイミングでの燃料圧力と、前記燃料噴射するタイミングでの前記燃料圧力差と前記噴射開始するタイミングでの燃料圧力より仮想的に求まる燃料圧力面積の圧力重心点を算定した燃料圧力により、燃料噴射弁制御の補正を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 倫彦

茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地
ブシステムグループ内

株式会社日立製作所オートモティ

F ターム(参考) 3G301 HA01 HA04 JA21 ND01 PA01Z PA11Z PB03Z PB05Z PB08Z PE01Z
PE08Z

3G384 AA01 AA06 BA13 BA15 BA18 DA14 EA01 FA01Z FA04Z FA08Z
FA14Z FA16Z FA28Z FA37Z FA40Z FA56Z