

(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2014-163260

(P2014-163260A)

(43) 公開日 平成26年9月8日(2014.9.8)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
FO2D 41/04 (2006.01) FO2D 41/04 380P 3G301
FO2D 41/40 (2006.01) FO2D 41/40 F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-33472 (P2013-33472)
 (22) 出願日 平成25年2月22日 (2013.2.22)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 西村 光弘
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (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
 Fターム(参考) 3G301 HA02 HA06 JA15 KA21 LB11
 LB13 MA11 NC02 NC06 PA10Z
 PB03Z PB08Z PE01Z PE08Z PF03Z

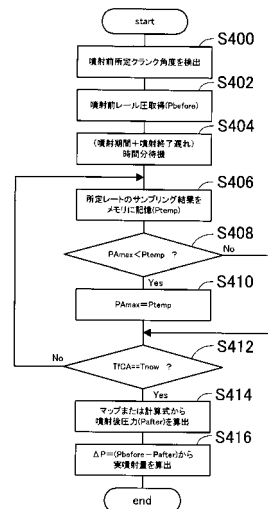
(54) 【発明の名称】 燃料噴射制御装置

(57) 【要約】

【課題】目標噴射量が所定量以下の場合、圧力低下量に基づいて実噴射量を高精度に算出する燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】電子制御装置は、燃料噴射前の所定クランク角度になると(S400)、噴射前の共通レール圧(Pbefore)を取得し(S402)、噴射指令信号のパルス幅の時間と噴射終了遅れ時間との合計である待機時間が経過すると、サンプリングして取得した共通レール圧(Ptemp)を記憶する(S406)。今回取得したPtempが前回までの最大圧力PAmazよりも大きい場合には(S408: Yes)、PtempをPAmazとして設定する(S410)。サンプリングを開始してからの経過時間(Tnow)が所定時間(TfCA)に達すると(S412: Yes)、噴射後の共通レール圧(Pafter)を算出し(S414)、PbeforeとPafterとから圧力低下量Pを算出し、Pに基づいて実噴射量Qrを算出する(S416)。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蓄圧室（20）で蓄圧され燃料噴射弁（30）に供給される燃料圧力を取得する圧力取得手段（S402、S406）と、

前記圧力取得手段が取得する前記燃料圧力に基づいて、燃料噴射時の前記燃料圧力の圧力低下量を算出する低下量算出手段（S408～S416）と、

前記燃料噴射弁の実噴射量を前記圧力低下量に基づいて算出する噴射量算出手段（S416）と、

前記燃料噴射弁の目標噴射量と前記噴射量算出手段が算出する前記実噴射量との差に基づいて、前記燃料噴射弁に指令する噴射指令値を補正する補正手段（S420～S426）と、

を備え、

前記目標噴射量が所定量以下の場合、前記低下量算出手段は、前記燃料噴射弁が燃料を噴射するとき生じる燃料の圧力脈動の振幅と前記圧力低下量との相関関係に基づいて前記圧力低下量を算出する、

ことを特徴とする燃料噴射制御装置（40）。

【請求項 2】

前記目標噴射量が前記所定量以下の場合、前記低下量算出手段は、前記圧力脈動が減衰したときの前記燃料圧力の噴射後圧力を、前記噴射後圧力と前記燃料圧力の噴射前圧力と前記圧力脈動の最大圧力との相関関係を表わす式から算出し、前記噴射前圧力と前記噴射後圧力との差から前記圧力低下量を算出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】

前記低下量算出手段は、前記式としてジューコフスキーの式を用いることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記圧力低下量と前記圧力脈動の振幅との比と前記燃料圧力の噴射前圧力との相関関係を表わすマップが記憶されている記憶手段（46）を備え、

前記目標噴射量が前記所定量以下の場合、前記低下量算出手段は、前記噴射前圧力に基づいて前記マップから前記比を取得し、前記圧力脈動が減衰したときの前記燃料圧力の噴射後圧力を、前記比と前記噴射後圧力と前記噴射前圧力と前記圧力脈動の最大圧力との相関関係を表わす式から算出し、前記噴射前圧力と前記噴射後圧力との差から前記圧力低下量を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料噴射時の燃料圧力の圧力低下量に基づいて燃料噴射弁の実噴射量を算出し、算出した実噴射量と目標噴射量との差に基づいて燃料噴射弁に指令する噴射指令値を補正する燃料噴射制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、エンジンの機差または経時変化等により生じる燃料噴射弁における目標噴射量と実噴射量との差を学習し、実噴射量が目標噴射量になるように燃料噴射弁に対する噴射指令値を補正することが知られている。噴射指令値を補正する場合、例えば無噴射減速運転時において学習噴射を実行し、学習噴射により生じるエンジン回転数の変動量に基づいて実噴射量を算出することが知られている。

【0003】

しかしながら、エンジン回転数の変動量と実噴射量との対応関係が機差のためにエンジン毎に大きく異なる場合、エンジン回転数の変動量と実噴射量との対応関係をエンジン毎

10

20

30

40

50

に適合させることは困難である。

【 0 0 0 4 】

また、エンジンが使用される環境によっては、噴射量の学習条件である無噴射減速運転が成立しないことがある。

そこで、燃料噴射弁が燃料を噴射するときに、機差に関わらず燃料圧力が噴射量に応じて低下することに着目し、燃料噴射時の圧力低下量に基づいて実噴射量を算出する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。噴射量が大きいほど圧力低下量も大きい。燃料噴射時の圧力低下量は、燃料噴射時における噴射前圧力と噴射後圧力との差から算出される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 0 - 9 0 3 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

燃料を噴射すると圧力脈動が発生し、燃料圧力は減衰しながら低下するので、噴射後圧力を直接取得することは困難である。そこで、例えば圧力脈動の平均値から噴射後圧力を算出することが考えられる。

【 0 0 0 7 】

噴射量が大きい場合には圧力低下量が大きいので、圧力低下量に対する圧力脈動の振幅の比は小さくなる。そのため、圧力脈動の平均値から噴射後圧力を算出し、噴射前圧力と噴射後圧力との差から圧力低下量を算出しても、噴射後圧力の算出誤差が圧力低下量に与える影響は小さい。したがって、圧力低下量から実噴射量を高精度に算出できる。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、噴射量が小さくなるにしたがい圧力低下量は小さくなるので、圧力低下量に対する圧力脈動の振幅の比は大きくなる。そのため、圧力脈動の平均値から噴射後圧力を算出し、噴射前圧力と噴射後圧力との差から圧力低下量を算出すると、噴射後圧力の算出誤差が圧力低下量に与える影響は大きくなる。したがって、圧力低下量から実噴射量を高精度に算出することは困難である。

【 0 0 0 9 】

この場合、噴射量大きい領域で噴射量の異なる 2 点で噴射量学習を行い、2 点において算出した実噴射量と噴射指令値との関係に基づいて噴射量の小さい領域の実噴射量を推定することが考えられる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、噴射量大きい領域で指令する噴射指令値と実噴射量との関係と、噴射量小さい領域で指令する噴射指令値と実噴射量との関係とが異なる場合には、噴射量大きい領域で算出した実噴射量から噴射量の小さい領域の実噴射量を推定すると、実噴射量の推定誤差が大きくなる。

【 0 0 1 1 】

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、目標噴射量が所定量以下の場合、圧力低下量に基づいて実噴射量を高精度に算出する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 】

【 0 0 1 2 】

本願発明者は、目標噴射量が所定量以下であり、燃料噴射時の圧力低下量に対する圧力脈動の振幅の比が大きくなる噴射量領域では、圧力低下量と圧力脈動の振幅とに相関関係があることに加え、圧力低下量の変化に対して圧力脈動の振幅の変化の感度が高いことに着目した。

【 0 0 1 3 】

10

20

30

40

50

そこで、本発明の燃料噴射制御装置によると、圧力取得手段は蓄圧室で蓄圧され燃料噴射弁に供給される燃料圧力を取得し、低下量算出手段は圧力取得手段が取得する燃料圧力に基づいて、燃料噴射時の圧力低下量を算出する。

【0014】

さらに、噴射量算出手段は、燃料噴射弁の実噴射量を圧力低下量に基づいて算出し、補正手段は、目標噴射量と噴射量算出手段が算出する実噴射量との差に基づいて、燃料噴射弁に指令する噴射指令値を補正する。そして、低下量算出手段は、目標噴射量が所定量以下の場合、燃料噴射弁が燃料を噴射するときに生じる燃料圧力の脈動の振幅と圧力低下量との相関関係に基づいて圧力低下量を算出する。

【0015】

このように、目標噴射量が所定量以下であり、圧力低下量の変化に対して圧力脈動の振幅の変化の感度が高い噴射量領域において、燃料噴射時の圧力低下量と圧力脈動の振幅との相関関係に基づいて圧力低下量を高精度に算出できるので、圧力低下量に基づいて実噴射量を高精度に算出できる。

【0016】

その結果、目標噴射量と実噴射量との差に基づいて、燃料噴射弁に対する噴射指令値を高精度に補正できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【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】噴射量と圧力低下量との関係を示す特性図。

【図3】噴射量と圧力脈動の振幅との関係を示す特性図。

【図4】噴射量と（圧力脈動の振幅／圧力低下量）との関係を示す特性図。

【図5】燃料噴射時の圧力脈動を示すタイムチャート。

【図6】噴射前圧力と（圧力脈動の振幅／圧力低下量）との関係を示す特性図。

【図7】噴射指令値の補正処理を示す特性図。

【図8】実噴射量の算出処理を示すフローチャート。

【図9】噴射指令値の補正処理を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。本実施形態による燃料噴射システムを図1に示す。

（燃料噴射システム10）

燃料噴射システム10は、例えば、3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に燃料を噴射するためのものである。燃料噴射システム10は、低圧ポンプ14と、高圧ポンプ16と、コモンレール20と、燃料噴射弁30と、電子制御装置(Electronic Control Unit：ECU)40とを備えている。

【0019】

電動の低圧ポンプ14は燃料タンク12から燃料を吸い上げて高圧ポンプ16に供給する。高圧ポンプ16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、低圧ポンプ14から供給される燃料を加圧する公知のポンプである。高圧ポンプ16の燃料吸入側に設置された図示しない電磁弁を開閉することにより、高圧ポンプ16の吐出量が調量される。

【0020】

コモンレール20は、高圧ポンプ16から吐出される燃料を蓄圧する中空の部材である。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、および、コモンレール圧が所定圧を超えると開弁してコモンレール20内の燃料を排出するプレッシャリミッタ24が設けられている。

【0021】

エンジン2には、運転状態を検出するセンサとして、エンジン回転数（NE）を検出す

10

20

30

40

50

る回転数センサ 32 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、運転者によるアクセル操作量を示すアクセル開度 (ACCP) を検出するアクセルセンサ、冷却水の温度 (水温)、吸入空気の温度 (吸気温) 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。

【0022】

燃料噴射弁 30 は、エンジン 2 の各気筒に設置されており、コモンレール 20 で蓄圧された燃料を気筒内に噴射する。燃料噴射弁 30 は、例えば、噴孔を開閉するノズルニードルのリフトを制御室の圧力で制御する公知の電磁弁である。燃料噴射弁 30 の噴射量は、ECU 40 から指令される噴射指令信号のパルス幅によって制御される。噴射指令信号のパルス幅が長くなると噴射量が増加する。

10

【0023】

ECU 40 は、CPU 42、RAM 44、ROM 46、および図示しないフラッシュメモリ等を中心とするマイクロコンピュータにて主に構成されている。ECU 40 は、ROM 46 またはフラッシュメモリに記憶されている制御プログラムを CPU 42 が実行することにより、圧力センサ 22、回転数センサ 32 を含む各種センサから取り込んだ出力信号に基づき、燃料噴射システム 10 の各種制御を実行する。例えば、ECU 40 は、燃料噴射制御として、燃料噴射弁 30 の噴射量、噴射時期を制御する。

【0024】

ECU 40 は、燃料噴射弁 30 に噴射を指令する噴射指令信号のパルス幅 (T) と噴射量 (Q) との相関を示す所謂 TQ マップを、コモンレール圧の所定の圧力範囲毎に ROM 46 またはフラッシュメモリに記憶している。そして、ECU 40 は、エンジン回転数およびアクセル開度等のエンジン運転状態に基づいて燃料噴射弁 30 の噴射量を決定すると、圧力センサ 22 が検出するコモンレール圧に応じて該当する圧力範囲の TQ マップを参照し、決定した噴射量を燃料噴射弁 30 に指令する噴射指令信号のパルス幅を TQ マップから取得する。

20

【0025】

(噴射量学習)

図 2 に示すように、噴射量と燃料噴射時の圧力低下量 P とは比例関係にあるので、圧力低下量 P が分かれば、燃料噴射弁 30 から実際に噴射される実噴射量 Q_r を式 (1) から算出できる。圧力低下量 P は次式 (2) から算出できる。

30

$$Q_r = P \times V / E \quad \dots (1)$$

$$P = P_{\text{before}} - P_{\text{after}} \quad \dots (2)$$

式 (1) において、 V : コモンレール 20 および高圧配管を含む燃料噴射システム 10 の高圧部の容積、 E : 燃料の体積弾性係数である。また、式 (2) において、 P_{before} は燃料噴射前のコモンレール圧である噴射前圧を表わし、 P_{after} は燃料噴射後に圧力脈動が減衰しながら燃料圧力が低下して安定したときのコモンレール圧である噴射後圧を表わしている。

【0026】

したがって、圧力センサ 22 の出力信号から P_{before} および P_{after} を取得できれば、式 (2) から圧力低下量 P を算出して式 (1) に代入することにより実噴射量 Q_r を算出できる。

40

【0027】

燃料を噴射する前はコモンレール圧が安定しているので、圧力センサ 22 の出力信号から噴射前圧 P_{before} を高精度に取得できる。一方、燃料噴射弁 30 が燃料を噴射して燃料圧力が低下するときには圧力脈動が生じる。そのため、圧力センサ 22 の出力信号から噴射後圧 P_{after} を直接取得することは困難である。

【0028】

そこで、圧力脈動の平均値から噴射後圧 P_{after} を取得することが考えられる。しかしながら、目標噴射量が所定量以下、例えば 10 mm^3 以下の微小量噴射時には、次に説明するように、圧力脈動の平均値から噴射後圧 P_{after} を高精度に取得することは困難

50

である。

【 0 0 2 9 】

図 5 に、燃料噴射時の燃料圧力の変化を示す。点線 2 0 0 は微量噴射時の燃料圧力の変化を示し、実線 2 0 2 は目標噴射量が 10 mm^3 よりも多い通常噴射時の燃料圧力の変化を示している。

【 0 0 3 0 】

図 5 では、微量噴射時と通常噴射時における圧力低下量 P に対する圧力脈動の振幅 P' の大きさを比較するために、 P_{before} 、 P_{after} 、 P を同じにして示しているが、当然のことながら、噴射量が減少するにしたがい P は小さくなる。

【 0 0 3 1 】

図 5 から分かるように、通常噴射時には、圧力低下量 P に対して圧力脈動の振幅 P' が小さいため、圧力脈動の平均値から P_{after} を所定の精度で算出できる。したがって、圧力センサ 2 2 の圧力信号から圧力脈動の大きさを取得し、圧力脈動の平均値から算出する P_{after} と圧力センサ 2 2 から取得する P_{before} とを式 (2) に代入することにより圧力低下量 P を算出できる。そして、圧力低下量 P を式 (1) に代入することにより実噴射量を算出できる。

【 0 0 3 2 】

一方、微量噴射時には、圧力低下量 P に対して圧力脈動の振幅 P' が大きいいため、圧力脈動の平均値から P_{after} を所定の精度で算出することは困難である。

そこで、本願発明者は、燃料噴射時の圧力低下量 P に対する圧力脈動の振幅 P' の比が大きくなる微量噴射領域では、噴射量の変化、つまり圧力低下量と圧力脈動の振幅とに相関関係があることに加え、圧力低下量の変化に対して圧力脈動の振幅の変化の感度が高いことに着目した。以下、燃料噴射時の圧力低下量と圧力脈動の振幅 P' との相関関係に基づいて圧力低下量を算出し、圧力低下量から実噴射量を算出する方法について説明する。

【 0 0 3 3 】

まず、圧力脈動の振幅 P' は次式 (3) で表わされる。式 (3) において、 P_{Amax} は圧力脈動の最大圧力を表わしている。

$$P' = P_{\text{Amax}} - P_{\text{after}} \quad \dots (3)$$

図 5 に示すように、 P_{Amax} は、駆動電流が燃料噴射弁 3 0 に供給されてから、噴射指令信号のパルス幅の時間と、駆動電流の供給が停止されてから燃料噴射弁 3 0 の噴射が終了するまでの噴射終了遅れ時間とを加算した合計時間が経過すると、所定時間内でコモンレール圧をサンプリングすることにより検出される。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、噴射量が増加するにしたがい燃料噴射時の圧力低下量 P は大きくなる。これに対し、図 3 に示すように、燃料噴射時に生じる圧力脈動の振幅 P' は噴射量に関わらずほぼ一定である。これは、以下の理由による。

【 0 0 3 5 】

微量噴射の場合、燃料噴射弁 3 0 の閉弁速度が通常噴射よりも速いため、水撃作用による圧力波が燃料噴射弁 3 0 とコモンレール 2 0 との間の高圧配管を往復して戻る前に燃料噴射弁 3 0 が閉弁する。

【 0 0 3 6 】

これにより、微量噴射の場合、噴射量が微小なために通常噴射よりも高圧配管内の燃料の流速は遅いが、圧力脈動の最大圧力 P_{Amax} は圧力低下量 P 、つまり噴射量に対して大きくなる。

【 0 0 3 7 】

一方、通常噴射の場合、燃料噴射弁 3 0 の閉弁速度が微量噴射よりも遅いため、燃料噴射弁 3 0 が閉弁する前に水撃作用による圧力波が燃料噴射弁 3 0 とコモンレール 2 0 との間の高圧配管を往復する。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

その結果、燃料噴射弁 30 で遮断される前に圧力波の圧力が抜けるので、高圧配管内の燃料の流速は噴射量が大きいために微量噴射よりも速いが、圧力脈動の最大圧力 P_{Amax} は圧力低下量 P 、つまり噴射量に対して小さくなる。

【0039】

このように、微量噴射時には高圧配管内の燃料の流速は遅いが圧力波の影響は大きくなり、通常噴射時には高圧配管内の燃料の流速は速いが圧力波の影響は小さくなるので、燃料噴射時に生じる圧力脈動の振幅は、噴射量に関わらずほぼ一定になる。

【0040】

これにより、図 4 に示すように、噴射量と、圧力低下量 P に対する圧力脈動の振幅 P' の比 (P'/P) との関係は反比例になる。圧力脈動の振幅 P' は噴射量に関わらず一定であるから、圧力低下量 P が小さくなるほど、つまり噴射量が小さくなるほど、圧力低下量 P に対して圧力脈動の振幅 P' は大きくなる。

10

【0041】

次式 (4) に示すように (P'/P) を α で表わし、式 (4) に式 (2)、(3) を代入して整理すると、次式 (5) が得られる。

$$P' = \alpha P \quad \dots (4)$$

$$P_{Amax} - P_{after} = \alpha (P_{before} - P_{after})$$

$$P_{after} = P_{before} \times \alpha / (\alpha - 1) - P_{Amax} \times 1 / (\alpha - 1) \quad \dots (5)$$

P_{before} と比 (α) との間には、図 6 に示すような特性の相関関係がある。この特性を表わすマップを ROM 46 に記憶しておくことにより、マップに基づいて P_{before} に対応する α を取得できる。この α を式 (4) に代入することにより、今回の噴射前圧力 P_{before} における圧力低下量 P と圧力脈動の振幅 P' との相関関係が規定される。

20

【0042】

そして、式 (4) を整理した式 (5) に、 α と、圧力センサ 22 から取得する P_{before} および P_{Amax} とを代入することにより P_{after} を算出できる。

P_{before} と式 (5) から算出した P_{after} とを式 (2) に代入して圧力低下量 P を算出し、 P を式 (1) に代入することにより実噴射量 Q_r を算出できる。

【0043】

図 6 のマップを用いず、 P_{after} を次式 (6) が示すジューコフスキーの式から直接算出してもよい。

30

$$P_{Amax} - P_{after} = \alpha v_0 \times a \quad \dots (6)$$

式 (6) において、 ρ : 燃料密度、 v_0 : 流速、 a : 圧力波の速度、である。 v_0 、 a はそれぞれ次式 (7)、(8) で表わされる。

$$v_0 = \{ 2 \times (P_{before} - P_{after}) / \rho \}^{1/2} \quad \dots (7)$$

$$a = (K / \rho)^{1/2} \quad \dots (8)$$

式 (8) において、 K : 体積弾性係数、である。そして、式 (7) および (8) を式 (6) に代入することにより、圧力低下量 P と圧力脈動の振幅 P' との相関関係が規定される。

【0044】

そして、式 (7) および (8) を式 (6) に代入して整理することにより、次式 (9) から P_{after} を算出する。

40

$$P_{after} = -K + P_{Amax} + \{ (K - P_{Amax})^2 - P_{Amax}^2 + 2 \times K \times P_{before} \}^{1/2} \quad \dots (9)$$

P_{before} と式 (9) から算出した P_{after} とを式 (2) に代入して圧力低下量 P を算出し、 P を式 (1) に代入することにより実噴射量 Q_r を算出できる。

【0045】

ECU 40 は、今回の微量噴射で算出した実噴射量 Q_r と図 7 に示す基準特性 210 のマップとから、噴射指令値としての噴射指令信号のパルス幅を以下に説明するように補正する。

【0046】

50

図7では、基準特性210と実際の実特性212とを一次式として示している。また、図7に示す T_{q0} は、燃料噴射弁30が噴射を開始する最低パルス幅であり、基準特性210と実特性212とで最低パルス幅は同じであるとしている。

【0047】

ECU40は、基準特性210の傾きと、微小量噴射において式(1)から算出する実噴射量 Q_r と目標噴射量 Q_{trg} の指令パルス幅 T_q とから決定される実特性212の傾きとの比を次式(10)から算出する。

$$\{ Q_{trg} / (T_q - T_{q0}) \} / \{ Q_r / (T_q - T_{q0}) \} \\ = Q_{trg} / Q_r \quad \dots (10)$$

式(10)で算出された基準特性210と実特性212との傾きの比は、図7に示す Q' と Q との比と等しい。 Q は目標噴射量と実噴射量との差である。したがって、 Q' は次式(11)から算出できる。

$$Q' = Q \times (Q_{trg} / Q_r) \quad \dots (11)$$

ECU40は、基準特性210の傾き $\{ Q_{trg} / (T_q - T_{q0}) \}$ と Q' / T_q とが等しいことから、 Q' となる T_q を次式(12)から算出する。

$$T_q = Q' \times (T_q - T_{q0}) / Q_{trg} \quad \dots (12)$$

式(12)から算出された T_q が、目標噴射量 Q_{trg} となる噴射指令信号のパルス幅 T_q を補正する補正パルス幅である。

【0048】

次に、図8および図9のフローチャートに基づいて噴射量学習処理を説明する。図8および図9のフローチャートにおいて、「S」はステップを表わしている。図8および図9に示す噴射量学習処理は、常時実行してもよいし、燃料噴射弁30が経時変化したと判定されたときに実行してもよい。

【0049】

燃料噴射弁30は、例えば、所定走行距離に達したとき、あるいは気筒間で同じ目標噴射量のときに目標噴射量と実噴射量との差が所定量以上になったとき、あるいは気筒間の回転数変動のばらつきが所定値以上になったときに、経時変化したと判定される。

【0050】

図8のフローチャートにおいてECU40は、燃料噴射弁30に噴射を指令する前の所定クランク角度になると(S400)、噴射前のコモンレール圧(P_{before})を圧力センサ22から取得する(S402)。そして、噴射指令信号のパルス幅の時間と噴射終了遅れ時間との合計時間分、待機する(S404)。

【0051】

待機時間が経過すると、ECU40は、所定レートで圧力センサ22の出力信号をサンプリングし、取得したコモンレール圧(P_{temp})をRAMに記憶する(S406)。

今回取得した P_{temp} が前回までの最大圧力 P_{Amax} よりも大きい場合には(S408: Yes)、ECU40は P_{temp} を P_{Amax} として設定する(S410)。今回取得した P_{temp} が前回までの最大圧力 P_{Amax} 以下の場合には(S408: No)、ECU40はS412に処理を移行する。 P_{Amax} の初期値として例えば0が設定されている。

【0052】

ECU40は、サンプリングを開始してからの経過時間(T_{now})が所定時間(T_{fCA})に達するまで(S412: Yes)、S406~S410の処理を繰り返す。

経過時間(T_{now})が所定時間(T_{fCA})に達すると(S412: Yes)、ECU40は、前述したマップまたはジューコフスキーの式から噴射後のコモンレール圧(P_{after})を算出する(S414)。

【0053】

P_{after} を算出すると、ECU40は、 P_{before} と P_{after} とを式(2)に代入して圧力低下量 P を算出し、 P を式(1)に代入して実噴射量 Q_r を算出する(S416)。

実噴射量を算出すると、ECU40は、図9のフローチャートに基づいて、噴射指令信号のパルス幅の補正値を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

ECU40は、式(10)に基づいて実特性212の傾きに対する基準特性210の傾きの比を算出し(S420)、目標噴射量と実噴射量との差Qを算出する(S422)。

【 0 0 5 5 】

そして、ECU40は、基準特性210において目標噴射量と実噴射量との差Qに相当するQ'を式(11)から算出し(S424)、Q'と基準特性210の傾きとに基づいて、式(12)から基準特性210においてQ'となるパルス幅Tqを算出する(S426)。このパルス幅Tqが、目標噴射量となる噴射指令信号のパルス幅Tqを補正する補正パルス幅である。

10

【 0 0 5 6 】

以上説明した上記実施形態では、微量噴射において、圧力低下量と圧力脈動の振幅とに相関関係があることに加え、圧力低下量の変化に対して圧力脈動の振幅の変化の感度が高いことに着目し、圧力脈動の振幅に基づいて微量噴射時の圧力低下量を高精度に算出した。

【 0 0 5 7 】

これにより、圧力低下量から実噴射量を算出し、目標噴射量と実噴射量との差に基づいて噴射指令信号のパルス幅を補正する学習方法において、圧力低下量に対して圧力脈動の振幅が大きい微量噴射において、噴射指令信号を高精度に補正できる。

20

【 0 0 5 8 】

[他の実施形態]

上記実施形態では、微量噴射において、圧力脈動の振幅として圧力脈動の最大圧力に着目して圧力低下量と圧力脈動の振幅との相関関係を利用して実噴射量を算出したが、圧力脈動の振幅として圧力脈動の最低圧力に着目して圧力低下量と圧力脈動の振幅との相関関係を利用して実噴射量を算出してもよい。

【 0 0 5 9 】

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。

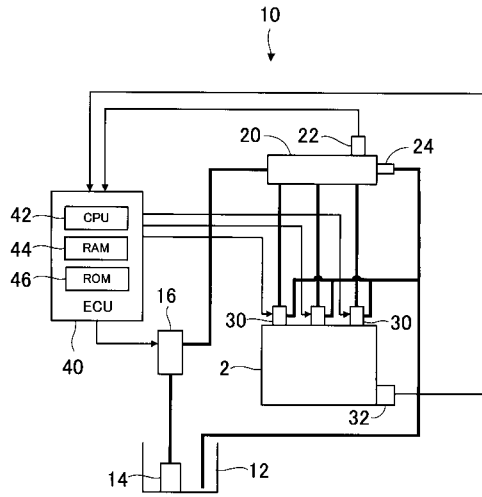
【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

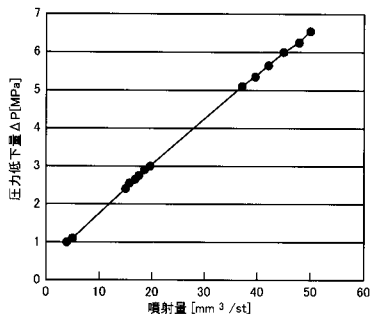
2：ディーゼルエンジン(内燃機関)、30：燃料噴射弁、40：ECU(燃料噴射制御装置、圧力取得手段、低下量算出手段、噴射量算出手段、補正手段)、46：ROM(記憶手段)

30

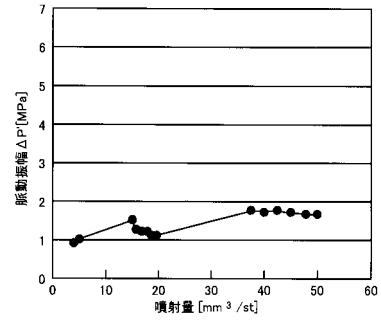
【 図 1 】



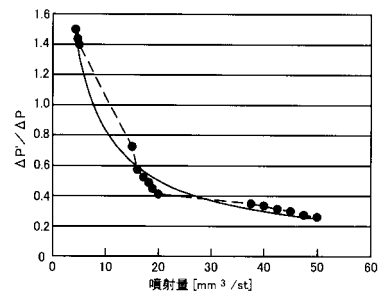
【 図 2 】



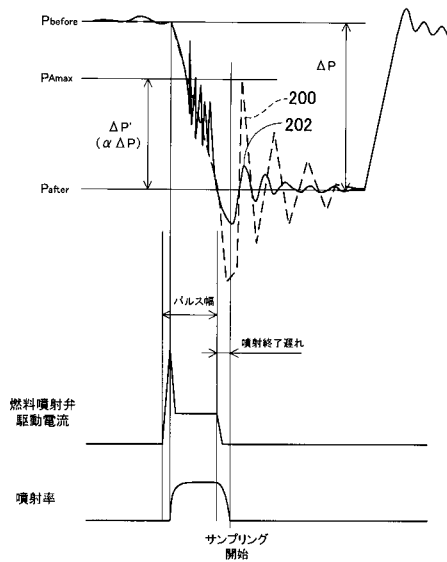
【 図 3 】



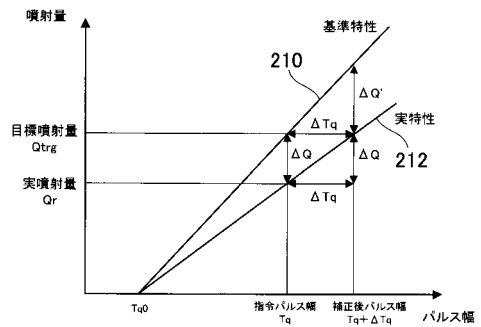
【 図 4 】



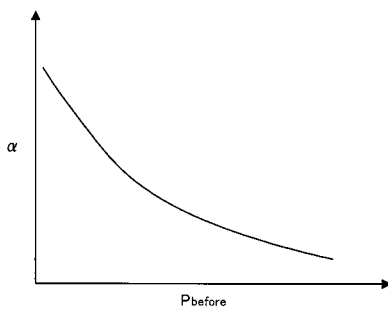
【 図 5 】



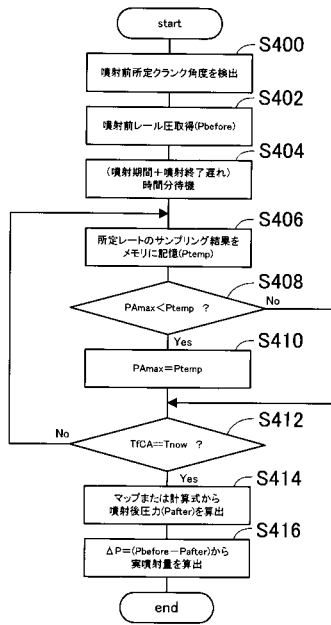
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】

