

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4075774号
(P4075774)

(45) 発行日 平成20年4月16日(2008.4.16)

(24) 登録日 平成20年2月8日(2008.2.8)

(51) Int.Cl.

F 1

F O 2 D 41/14 (2006.01)

F O 2 D 41/14 3 3 0 A

F O 2 D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 8 5 B

F O 2 D 41/12 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 9 5

F O 2 D 41/38 (2006.01)

F O 2 D 41/12 3 9 5

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 41/38 B

請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-378664 (P2003-378664)
 (22) 出願日 平成15年11月7日(2003.11.7)
 (65) 公開番号 特開2005-140046 (P2005-140046A)
 (43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)
 審査請求日 平成17年12月14日(2005.12.14)

(73) 特許権者 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 100080045
 弁理士 石黒 健二
 (72) 発明者 浅野 正裕
 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 竹本 英嗣
 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 原口 寛
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼル機関の噴射量制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ポンプより圧送された燃料をコモンレールに蓄え、そのコモンレールより供給される高圧燃料がインジェクタより気筒内の燃焼室に噴射されるディーゼル機関において、

噴射量学習を実行するための学習条件が成立しているか否かを判定する学習条件判定手段と、

前記学習条件が成立した後、前記コモンレールに蓄圧される燃料圧力を目標噴射圧まで制御するために、前記燃料ポンプに燃料圧送量を指令する圧送量指令手段と、

前記目標噴射圧に制御された後、前記燃料ポンプの負荷が安定したか否かを判定するポンプ負荷判定手段と、

前記燃料ポンプの負荷が安定したと判定された後、前記ディーゼル機関の特定気筒に対して学習用の単発噴射を実施しても良いか否かを判定する噴射許可判定手段と、

前記単発噴射の実施が許可された時点で、前記インジェクタに前記単発噴射を指令する単発噴射指令手段と、

前記単発噴射の実施によって生じる前記ディーゼル機関の回転数変動量を検出する回転数変動量検出手段と、

検出された前記回転数変動量を基に、補正量を算出する補正量算出手段と、

算出された前記補正量に応じて、前記インジェクタに指令する指令噴射量を増減補正する噴射量補正手段とを備えるディーゼル機関の噴射量制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記ポンプ負荷判定手段は、少なくとも、前記燃料ポンプに指令する燃料圧送量が、前記目標噴射圧を維持するために必要な圧送量に達したことを条件として、前記燃料ポンプの負荷が安定したと判定することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記燃料ポンプに燃料圧送量が指令されてから、その圧送量に相当する燃料を吸入して実際に圧送するまでの時間を圧送遅れ時間と呼ぶ時に、

前記ポンプ負荷判定手段は、前記燃料ポンプに指令する燃料圧送量が、目標噴射圧を維持するために必要な圧送量に達してから、前記圧送遅れ時間を経過した時点で、前記燃料ポンプの負荷が安定したと判定することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記燃料ポンプの負荷が安定してから、前記単発噴射を実施する前に、前記ディーゼル機関の回転数を検出するために必要な時間を待機時間と呼ぶ時に、

前記噴射許可判定手段は、前記燃料ポンプの負荷が安定してから、前記待機時間が経過した時点で前記単発噴射の実施を許可することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

【請求項 5】

20

請求項 1 ～ 4 に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記補正量算出手段は、前記単発噴射に対する指令噴射量から前記回転数変動量の目標値を求め、且つ前記回転数変動量検出手段によって検出された前記回転数変動量と前記目標値との差に応じて、前記補正量を算出することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 4 に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記補正量算出手段は、前記回転数変動量検出手段によって検出された前記回転数変動量を基に、前記単発噴射によって実際に噴射された実噴射量を求め、この実噴射量と前記単発噴射に対する指令噴射量との差に応じて、前記補正量を算出することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記補正量算出手段は、前記実噴射量に相当する噴射パルス幅と、前記指令噴射量に相当する噴射パルス幅とを比較し、その差に応じて、前記補正量を算出することを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、

前記学習条件には、少なくとも、前記インジェクタに指令する指令噴射量がゼロ以下となる無噴射時であることが含まれることを特徴とするディーゼル機関の噴射量制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディーゼル機関において噴射量学習を実行する噴射量制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ディーゼル機関では、燃焼騒音の低減や NO_x を抑制する手段として、メイン噴射に先立って極少量の燃料を噴射する所謂パイロット噴射を実施する方法が知られている。しかし、噴射量の指令値が小さいパイロット噴射の場合には、その効果（燃焼騒音の低減、 NO_x の抑制）を十分に発揮させるために、噴射精度の向上が要求される。このため

50

、パイロット噴射に対する指令噴射量と実際に噴射された燃料量（以下、実噴射量と呼ぶ）とのずれを検出し、ソフトウェア側で補正する噴射量学習が必要となる。

【 0 0 0 3 】

そこで、本出願人は、噴射量学習を高精度に実施できる燃料噴射制御装置を提案した（特許文献 1 参照）。これは、エンジン運転状態が減速 + フューエルカット状態である間に、噴射圧（コモンレールの燃料圧力）を学習時の目標噴射圧に制御した後、インジェクタより特定気筒に学習用の単発噴射を実施し、その単発噴射によって生じるエンジン回転数の変動量を基に、噴射量を学習（補正）する方法である。

【特許文献 1】特願 2 0 0 3 - 1 8 5 6 3 3

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上記の噴射量学習で高精度な補正を実現するには、単発噴射の実施タイミングが重要である。つまり、単発噴射のタイミングが早すぎると、回転数変動量を検出するのに適切な環境が整っておらず（例えば、燃料ポンプの負荷が安定していない時に、ポンプ負荷による回転数変動が生じている等）、誤差を含んだ学習値を得る虞がある。逆に、単発噴射のタイミングが遅すぎると、学習に要する時間が長くなり、ユーザによる再加速や、エンスト防止のための噴射再開（回転数がアイドル付近まで低下した時）等によって学習条件（無噴射時）が不成立になり、学習が未完了になってしまう。従って、適切な単発噴射の実施タイミングを決定することが重要となる。

【 0 0 0 5 】

前述の通り、本学習は、[減速 + フューエルカット] [目標噴射圧まで制御（昇圧 / 減圧）] [特定気筒への噴射] [噴射による回転数変動量の検出] というプロセスに沿って実施され、特定気筒へ単発噴射を実施する前提は、目標噴射圧まで制御し、且つ、この制御時のポンプ負荷変動によって生じる回転変動が収まっていることである。これは、エンジンが燃料ポンプを駆動しているため、燃料ポンプの負荷が大きく（燃料ポンプが圧送する燃料量が多く）なれば、エンジン回転数が低下する等、燃料ポンプの負荷がエンジン回転数に影響を及ぼし、ひいては噴射による回転数変動量に影響を与えるからである。よって、単発噴射による回転数変動量を検出している間は、燃料ポンプの負荷が安定している（大きく変動しない）必要がある。

【 0 0 0 6 】

この燃料ポンプの負荷は、燃料の圧送量と相関を持ち、その燃料圧送量は、少なくとも、目標とする噴射圧と現在の噴射圧とを用いて、ECUによって決定される。よって、燃料ポンプに出される指令圧送量から、燃料ポンプの負荷を知ることができる。しかし、例えば、燃料ポンプの負荷が安定したことを、燃料ポンプへの指令圧送量が所定時間変動しないことで判断する方法も考えられるが、この方法では、単発噴射の実施が遅くなる虞がある。

本発明は、上記事情に基づいて成されたもので、その目的は、噴射量学習に最適な単発噴射の実施タイミングを決定できるディーゼル機関の噴射量制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

（請求項 1 の発明）

本発明に係わるディーゼル機関の噴射量制御装置は、学習条件が成立して、コモンレールに蓄圧される燃料圧力（即ち、噴射圧）が目標噴射圧に制御された後、燃料ポンプの負荷が安定したか否かを判定するポンプ負荷判定手段を備え、このポンプ負荷判定手段により燃料ポンプの負荷が安定したと判定された後、単発噴射の実施が許可された時点で、ディーゼル機関の特定気筒に対しインジェクタより単発噴射を実施することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

上記の構成によれば、噴射圧が目標噴射圧に制御された後、燃料ポンプの負荷が安定した状態で単発噴射が実施されるので、単発噴射の実施タイミングが早過ぎることはなく、単発噴射によって生じる回転数変動量を基に噴射量を学習する際に、誤差の要因となる燃料ポンプの負荷変動を排除できる。

【0009】

(請求項2の発明)

請求項1に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、ポンプ負荷判定手段は、少なくとも、燃料ポンプに指令する燃料圧送量が、目標噴射圧を維持するために必要な圧送量に達したことを条件として、燃料ポンプの負荷が安定したと判定することの特徴とする。

10

上記のポンプ負荷判定手段によれば、燃料ポンプに指令する燃料圧送量が所定時間変動しないことを判定条件とする必要がないため、燃料ポンプの負荷が安定したことを早期に判定でき、単発噴射の実施タイミングが遅くなることを防止できる。

【0010】

(請求項3の発明)

請求項2に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、燃料ポンプに燃料圧送量が指令されてから、その圧送量に相当する燃料を吸入して実際に圧送するまでの時間を圧送遅れ時間と呼ぶ時に、ポンプ負荷判定手段は、燃料ポンプに指令する燃料圧送量が、目標噴射圧を維持するために必要な圧送量に達してから、圧送遅れ時間を経過した時点で、燃料ポンプの負荷が安定したと判定することの特徴とする。

20

上記のポンプ負荷判定手段によれば、燃料ポンプへの圧送指令量が安定してから、燃料ポンプの負荷変動が収まるまでの時間(圧送遅れ時間)を考慮して、ポンプ負荷が安定したか否かを判定するので、よりの確に燃料ポンプの負荷が安定したことを判定できる。

【0011】

(請求項4の発明)

請求項1～3に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、燃料ポンプの負荷が安定してから、単発噴射を実施する前に、ディーゼル機関の回転数を検出するために必要な時間を待機時間と呼ぶ時に、噴射許可判定手段は、燃料ポンプの負荷が安定してから、待機時間が経過した時点で単発噴射の実施を許可することの特徴とする。

【0012】

30

上記の構成によれば、ディーゼル機関に加わる燃料ポンプの負荷が安定した状態で、回転数変動量を求める際に必要となる機関回転数(ディーゼル機関の回転数)を検出することができ、且つ単発噴射前の機関回転数を検出するために必要な待機時間が経過した時点で、単発噴射を実施することができる。その結果、単発噴射の実施タイミングが、早過ぎることも遅過ぎることもなく、噴射量学習に適切な実施タイミングを決定することができる。なお、単発噴射前の機関回転数を検出するために必要な待機時間は、回転数変動量の検出方式によって異なる。

【0013】

(請求項5の発明)

請求項1～4に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、例えば、単発噴射によって生じるディーゼル機関の回転数変動量と、単発噴射に対する指令噴射量との相関を予めマップ化して記憶しておくことにより、回転数変動量検出手段によって検出された回転数変動量と、マップから得られる目標値とを比較して、両者の差に応じて、補正量を算出することができる。

40

【0014】

(請求項6の発明)

請求項1～4に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、例えば、単発噴射によって生じるディーゼル機関の回転数変動量(回転数変動量検出手段によって検出される)を基に、単発噴射によって実際に噴射された燃料量(実噴射量)を算出し、その実噴射量と、単発噴射に対する指令噴射量との差に応じて、補正量を算出することが

50

できる。

【 0 0 1 5 】

(請求項 7 の発明)

請求項 6 に記載したディーゼル機関の噴射量制御装置において、補正量算出手段は、実噴射量に相当する噴射パルス幅と、指令噴射量に相当する噴射パルス幅とを比較して、その差に応じて、補正量を算出することができる。

【 0 0 1 6 】

(請求項 8 の発明)

請求項 1 ～ 7 に記載した何れかのディーゼル機関の噴射量制御装置において、学習条件には、少なくとも、インジェクタに指令する指令噴射量がゼロ以下となる無噴射時であることが含まれる。これにより、単発噴射によって生じるディーゼル機関の回転数変動量を正確に検出でき、噴射量学習を高精度に実行できる。なお、インジェクタに指令する指令噴射量がゼロ以下となる無噴射時とは、例えば、シフトチェンジ時あるいは減速時等のフューエルカット状態である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

本発明を実施するための最良の形態を以下の実施例により詳細に説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 8 】

図 2 は 4 気筒ディーゼル機関の制御システムを模式的に示したシステム構成図である。

本実施例のディーゼル機関（以下、エンジン 1 と呼ぶ）は、以下に説明する蓄圧式の燃料噴射システムと、この燃料噴射システムを電子制御する電子制御ユニット（以下 ECU 6 と呼ぶ）を備える。

燃料噴射システムは、図 2 に示す様に、高圧燃料を蓄えるコモンレール 2 と、燃料タンク 3 から汲み上げた燃料を加圧してコモンレール 2 に供給する燃料ポンプ 4 と、コモンレール 2 より供給される高圧燃料をエンジン 1 の気筒内（燃焼室 1 a）に噴射するインジェクタ 5 等を有する。

【 0 0 1 9 】

コモンレール 2 は、ECU 6 により目標レール圧が設定され、燃料ポンプ 4 から供給された高圧燃料を目標レール圧まで蓄圧する。このコモンレール 2 には、蓄圧された燃料圧力を検出して ECU 6 に出力する圧力センサ 7 と、レール圧が予め設定された上限値を超えないように制限するプレッシャリミッタ 8 が取り付けられている。

【 0 0 2 0 】

燃料ポンプ 4 は、エンジン 1 に駆動されて回転するカム軸 9 と、このカム軸 9 に駆動されて燃料タンク 3 から燃料を汲み上げるフィードポンプ 1 0 と、カム軸 9 の回転に同期してシリンダ 1 1 内を往復運動するプランジャ 1 2 と、フィードポンプ 1 0 からシリンダ 1 1 内の加圧室 1 3 に吸入される燃料量を調量する電磁調量弁 1 4 などを有している。

【 0 0 2 1 】

この燃料ポンプ 4 は、プランジャ 1 2 がシリンダ 1 1 内を上死点から下死点に向かって移動する際に、フィードポンプ 1 0 より送り出された燃料が電磁調量弁 1 4 で調量され、吸入弁 1 5 を押し開いて加圧室 1 3 に吸入される。その後、プランジャ 1 2 がシリンダ 1 1 内を下死点から上死点へ向かって移動する際に、プランジャ 1 2 によって加圧室 1 3 の燃料が加圧され、その加圧された燃料が、加圧室 1 3 から吐出弁 1 6 を押し開いてコモンレール 2 に圧送される。

【 0 0 2 2 】

インジェクタ 5 は、エンジン 1 の気筒毎に取り付けられ、高圧配管 1 7 を介してコモンレール 2 に接続されている。このインジェクタ 5 は、ECU 6 からの指令に基づいて作動する電磁弁 5 a と、この電磁弁 5 a への通電時に燃料を噴射するノズル 5 b とを備える。

電磁弁 5 a は、コモンレール 2 の高圧燃料が供給される圧力室（図示せず）から低压側に通じる低压通路（図示せず）を開閉するもので、通電時に低压通路を開放し、通電停止

10

20

30

40

50

時に低圧通路を遮断する。

【 0 0 2 3 】

ノズル 5 b は、噴孔を開閉するニードル（図示せず）を内蔵し、圧力室の燃料圧力がニードルを閉弁方向（噴孔を閉じる方向）に付勢している。従って、電磁弁 5 a への通電により低圧通路が開放されて圧力室の燃料圧力が低下すると、ニードルがノズル 5 b 内を上昇して開弁する（噴孔を開く）ことにより、コモンレール 2 より供給された高圧燃料を噴孔より噴射する。一方、電磁弁 5 a への通電停止により低圧通路が遮断されて、圧力室の燃料圧力が上昇すると、ニードルがノズル 5 b 内を下降して閉弁することにより、噴射が終了する。

【 0 0 2 4 】

E C U 6 は、エンジン回転数（1 分間当たりの回転数）を検出する回転数センサ 1 8 と、アクセル開度（エンジン負荷）を検出するアクセル開度センサ（図示せず）、及びレール圧を検出する圧力センサ 7 等が接続され、これらのセンサで検出された情報に基づいて、コモンレール 2 の目標レール圧と、エンジン 1 の運転状態に適した噴射時期及び噴射量等を演算し、その演算結果に従って、燃料ポンプ 4 の電磁調量弁 1 4 及びインジェクタ 5 の電磁弁 5 a を電子制御する。

【 0 0 2 5 】

また、E C U 6 は、例えば、メイン噴射の前に実施されるパイロット噴射等の微小噴射に対する精度を向上させる目的で、以下に説明する噴射量学習を実行する。

噴射量学習は、例えば、パイロット噴射に対する指令噴射量と、その指令噴射量（噴射指令パルス）を受けて実際にインジェクタ 5 より噴射された燃料量（実噴射量）とのずれを検出し、そのずれ量に応じて指令噴射量を補正するものである。

この E C U 6 は、噴射量学習に係わる学習条件判定手段、圧送量指令手段、ポンプ負荷判定手段、噴射許可判定手段、単発噴射指令手段、回転数変動量検出手段、補正量算出手段、及び噴射量補正手段等の機能を有している。

【 0 0 2 6 】

続いて、噴射量学習を実行する E C U 6 の処理手順を図 3 に示すフローチャートに基づいて説明する。

ステップ 1 0 0 ... 噴射量学習を実行するための学習条件が成立しているか否かを判定する。学習条件には、インジェクタ 5 に指令する指令噴射量（図 1（a）参照）がゼロ以下となる無噴射時（例えば、シフトチェンジ時や減速時等でフューエルカット状態の時）であることが含まれる。この判定結果が Y E S の時は、次のステップ 1 1 0 へ進み、判定結果が N O の時は、本処理を終了する。

【 0 0 2 7 】

ステップ 1 1 0 ... コモンレール 2 に蓄圧される燃料圧力（噴射圧）を、通常時の噴射圧と異なる噴射量学習用に設定された目標噴射圧（図 1（c）参照）に制御する。

具体的には、図 1（a）に示す指令噴射量がゼロ以下となる時刻 t_1 において、目標噴射圧と現在の噴射圧から定められる燃料圧送量を燃料ポンプ 4 に指令する（図 1（b）参照）。但し、燃料ポンプ 4 は、2 噴射 1 圧送式（噴射を 2 回行う間に、コモンレール 2 への燃料圧送を 1 回行う方式）であり、4 気筒エンジン 1 の場合には、エンジン 1 の一回転（噴射 2 回）毎に 1 回の燃料圧送を行うことになる。

【 0 0 2 8 】

従って、本実施例の燃料ポンプ 4 は、図 1 に示す時刻 t_1 、 t_2 で燃料圧送量が指令されると、 $t_1 \sim t_3$ で指令量の燃料を吸入し、 $t_3 \sim t_5$ 間で圧送する。つまり、圧送指令を受けてから、その燃料量が圧送されるまでに、1 回転分の遅れがある。この 1 回転分の遅れ時間を、圧送遅れ時間と呼ぶ。

なお、図 1 に示されるグラフは、4 気筒エンジン 1 を例にしたもので、燃料ポンプ 4 への圧送指令や、エンジン回転数の検出等を 1 / 2 回転毎に行っているため、図 1 の横軸に示される時刻 $t(i) \sim t(i+1)$ 間は、1 / 2 回転に相当する時間となっている。

【 0 0 2 9 】

燃料ポンプ４が実際に燃料を圧送すると、燃料ポンプ４からエンジン１に加わる負荷が増大するため、図１（ｄ）及び（ｅ）に示す様に、エンジン回転数（もしくは回転数変動量）の低下が速くなり（ $t_3 \sim t_5$ 間の圧送負荷が、 t_3 、 t_4 で検出されるエンジン回転数に現れる）、その傾向が、燃料圧送量の多い t_5 、 t_6 の指令の影響が現れる t_8 まで続く。その後、 t_7 、 t_8 の圧送指令で噴射圧の微調整を行う（この実施例では、噴射圧が目標噴射圧を超えたので、圧送量を減らす様に減圧指令する）。これにより、 t_9 以降では、燃料ポンプ４への圧送指令量が安定する（図１（ｂ）参照）。なお、安定時の圧送量は、目標噴射圧とエンジン特性（インジェクタ５の無噴射時の燃料リーク量等）によって決まる。

【００３０】

10

ステップ１２０...実際の噴射圧（実噴射圧）と目標噴射圧との差が所定値（定数）より小さいか否かを判定する。言い換えると、実噴射圧が目標噴射圧に略到達したか否かを判定し、目標噴射圧に達した場合（判定結果ＹＥＳ）は、次のステップ１３０へ進み、目標噴射圧に達していない場合は、本処理を終了する。なお、実噴射圧は、圧力センサ７にて検出される。

【００３１】

ステップ１３０...燃料ポンプ４の負荷が安定したか否かを判定する。ここでは、燃料ポンプ４への圧送指令量が安定してから、燃料ポンプ４の圧送遅れ時間 t_p が経過した時点（図１の時刻 t_{11} ）で、燃料ポンプ４の負荷が安定したと判定する。即ち、本実施例の燃料ポンプ４は、圧送指令を受けてから、その燃料量が圧送されるまでに、１回転分の遅れがあるため、燃料ポンプ４への圧送指令量が t_9 で安定した後、その圧送指令量の安定が回転数に現れるのは、 t_{11} 以降となる。そこで、燃料ポンプ４への圧送指令量が安定してから、圧送遅れ時間 t_p が経過した時点で、燃料ポンプ４の負荷が安定したと判定する。燃料ポンプ４の負荷が安定した場合（判定結果ＹＥＳ）は、次のステップ１４０へ進み、安定していない場合は、本処理を終了する。

20

【００３２】

ステップ１４０...エンジン１の特定気筒に対して学習用の単発噴射を実施しても良いか否かを判定する。ここでは、燃料ポンプ４の負荷が安定している時に、単発噴射前の回転数を各気筒で１度ずつ検出するために必要な時間（待機時間と呼ぶ）を考慮して判定する。即ち、ステップ１３０で、燃料ポンプ４の負荷が安定していると判定された時刻 t_{11} から、待機時間 t_r （２回転分の時間）が経過した時点（時刻 t_{15} ）で、単発噴射の実施を許可する。単発噴射の実施が許可された場合（判定結果ＹＥＳ）は、次のステップ１５０へ進み、実施が許可されない場合は、本処理を終了する。

30

なお、待機時間 t_r にて検出される各気筒での回転数は、以下に説明するステップ１６２で回転数変動量を検出（算出）する際に必要となる。

【００３３】

ステップ１５０...エンジン１の特定気筒に対して単発噴射を実施する（図１（ａ）参照）。この単発噴射は、特定気筒のＴＤＣ付近で着火する様に、ＴＤＣ直前に実施される。また、単発噴射により噴射される燃料量は、パイロット噴射量に相当する。

ステップ１６０...単発噴射の実施によって発生するエンジントルク（発生トルク）に比例した特性値（トルク比例量）を検出する。この特性値の検出方法は、後に詳述する。

40

【００３４】

ステップ１７０...特性値を検出するまでの処理が狙った条件下（ステップ１００に示した条件下）で実施されたか否かを判定する。この処理は、特性値を検出する間に、噴射が復帰したり、レール圧が変化したりすることなく、ステップ１００に示された学習条件が守られていたか否かを判定している。この判定結果がＹＥＳの時は、次のステップ１８０へ進み、判定結果がＮＯの時は、ステップ１９０へ進む。

ステップ１８０...ステップ１６０で検出した特性値をメモリに保存する。

ステップ１９０...ステップ１６０で検出した特性値を廃棄して本処理を終了する。

【００３５】

50

ステップ 2 0 0 ... ステップ 1 8 0 で保存した特性値より補正量を算出する。

具体的には、以下の方法によって補正量を算出することができる。

a) 単発噴射に対する指令噴射量から特性値の目標値を算出し、この目標値と実際に検出された特性値とのずれ量に応じて算出する。

b) 実際に検出された特性値を基に、単発噴射によって噴射された燃料量（実噴射量）を算出し、その実噴射量と指令噴射量とのずれ量に応じて算出する。

c) 単発噴射によって実際に噴射された実噴射量に相当する噴射パルス幅と、指令噴射量に相当する噴射パルス幅とを比較し、両者の差に応じて算出する。

ステップ 2 1 0 ... ステップ 2 0 0 で算出した補正量に応じて、インジェクタ 5 に指令する指令噴射量を補正する。

10

【 0 0 3 6 】

続いて、上記ステップ 1 6 0 で行う特性値（トルク比例量）の検出方法を、図 4 に示すフローチャートを基に説明する。

ステップ 1 6 1 ... 回転数センサ 1 8 の信号を取り込んでエンジン回転数 を検出する。

本実施例の 4 気筒エンジン 1 は、噴射順序が第 1 気筒（# 1 と表記する） 第 3 気筒（# 3） 第 4 気筒（# 4） 第 2 気筒（# 2）であり、クランクシャフトが 2 回転（7 2 0 ° C A）する間に 4 回（各気筒に 1 回ずつ）、時系列順に 1 (j)、 3 (j)、 4 (j)、 2 (j) が検出される。

【 0 0 3 7 】

エンジン回転数 の検出は、図 5 に示す様に、インジェクタ 5 の噴射タイミング（図中の期間 a）の直前に実施される。つまり、インジェクタ 5 から噴射された燃料が着火するまでに要する着火遅れ期間（図中の期間 b）を過ぎてから、実際に燃焼が行われる燃焼期間（図中の期間 c）を終了した後に、回転数検出期間（図中の期間 d）が設定されている。但し、図 1（d）に示すエンジン回転数 は、上記の回転数検出期間（図中の期間 d）にて検出される回転数の平均値である。

20

【 0 0 3 8 】

ステップ 1 6 2 ... 気筒毎に回転数変動量 を算出する。

例えば、# 3 を例に挙げると、 3 (j) と 3 (j-1) との差 3 を算出する。このは、図 1（e）に示す様に、無噴射時には単調に減少していくが、単発噴射を実施した直後は、各気筒に 1 度ずつ が上昇する（ちなみに、図 1 では # 1 で単発噴射を実施している）。

30

【 0 0 3 9 】

ステップ 1 6 3 ... 単発噴射による回転数上昇量 を気筒毎に算出し、その平均値 x を求める。回転数上昇量 は、図 1（e）に示す様に、単発噴射を実施しなかった場合の（推定値）と、ステップ 1 6 2 で算出された との差として求められる。なお、単発噴射を実施しなかった場合の は、無噴射時において単調に減少するので、単発噴射以前の、または回転数上昇前後の から容易に推定できる。

【 0 0 4 0 】

ステップ 1 6 4 ... ステップ 1 6 3 で算出した x と、単発噴射を実施した時のエンジン回転数 1 (j) との積をトルク比例量 T p として算出する。この T p は、単発噴射によって発生するエンジン 1 の発生トルクに比例した量となっている。即ち、エンジン 1 の発生トルク T は、下記の数式（1）によって求められるので、 x と 1 (j) との積である T p は、T に比例した量となる。

40

$$T = K \cdot x \cdot 1(j) \dots\dots\dots (1)$$

K：比例定数

【 0 0 4 1 】

（実施例 1 の効果）

本実施例の噴射量学習では、燃料ポンプ 4 に指令する燃料圧送量が、目標噴射圧を維持するために必要な圧送量に達した時点（図 1 の時刻 t 9）から、燃料ポンプ 4 の圧送遅れ時間 t p（本実施例では 1 回転分の遅れ時間）が経過した時点（図 1 の時刻 t 1 1）で

50

、燃料ポンプ 4 の負荷が安定したと判定している。言い換えると、燃料ポンプ 4 への圧送指令量が安定してから、燃料ポンプ 4 の負荷変動が収まるまでの時間（圧送遅れ時間）を考慮して、ポンプ負荷が安定したか否かを判定しているので、よりの確に、燃料ポンプ 4 の負荷が安定したことを判定できる。

【 0 0 4 2 】

また、燃料ポンプ 4 の負荷が安定してから、特性値を検出するために必要となる単発噴射前の回転数を各気筒で 1 度ずつ検出するために必要な待機時間 t_r を考慮して、単発噴射を実施しても良いか否かを判定している。つまり、燃料ポンプ 4 の負荷が安定していると判定された時刻 t_{11} から、待機時間 t_r （2 回転分の時間）が経過した時点（時刻 t_{15} ）で、単発噴射の実施を許可しているので、単発噴射の実施タイミングが、早過ぎることも遅過ぎることもなく、噴射量学習に適切な実施タイミングを決定することができる。

10

【 0 0 4 3 】

上記の様に、本実施例では、燃料ポンプ 4 への燃料圧送量が安定した時点（時刻 t_9 ）と、燃料ポンプ 4 の圧送遅れ時間 t_p 、及び、単発噴射前の回転数を検出するために必要な待機時間 t_r とによって、単発噴射の実施タイミングを決定するので、噴射量学習を高精度に、且つ短時間に完了することができる。ちなみに、回転数上昇量を検出するために必要な回転数の検出が、図 1 に示す時刻 t_{20} で完了するため、時刻 t_{21} から燃料ポンプ 4 の負荷変動が許可される。そこで、時刻 t_{21} 以降で、通常制御時の目標圧まで減圧させるために、1 回転（燃料ポンプ 4 の圧送遅れ時間に相当）前の時刻 t_{19} で、目標噴射圧を通常制御の値に切り替え、それに従って、燃料ポンプ 4 に減圧指令（燃料圧送量を低下させる）が出される。

20

【実施例 2】

【 0 0 4 4 】

実施例 1 のステップ 163 では、図 1（e）に示す様に、単発噴射を実施しなかった場合の（推定値）と、単発噴射を実施した場合の（ステップ 162 で算出）との差を回転数上昇量として算出しているが、以下の方法にて回転数上昇量を算出することも可能である。

即ち、単発噴射の実施によって上昇したエンジン回転数と、それと同時刻にて単発噴射を実施しなかった場合のエンジン回転数との差（例えば、図 1（d）に示す 3（j）から 3（j）への上昇量）を回転数上昇量として算出しても良い。なお、単発噴射を実施しなかった場合のエンジン回転数は、単発噴射以前のエンジン回転数から容易に推定できる。

30

【 0 0 4 5 】

この実施例 2 の方法で回転数上昇量を算出する場合は、図 1 に示す時刻 t_{11} で燃料ポンプ 4 の負荷が実際に安定すると、時刻 t_{12} で単発噴射を実施し、時刻 t_{13} で回転数上昇量を検出することができる。これは、時刻 t_{11} と t_{12} の回転数から、時刻 t_{13} にて単発噴射を実施しなかった場合の回転数を推定できるためである。従って、実施例 2 の方法によれば、燃料ポンプ 4 の負荷が安定してから、単発噴射を実施するまでに、1 気筒分の回転数を検出できれば良いので、単発噴射を実施する前に、回転数を検出するために必要な待機時間は、1 / 2 回転分の時間となる。その結果、実施例 1 の場合より、待機時間を短縮でき、噴射量学習を短時間に完了することができる。

40

【 0 0 4 6 】

（変形例）

実施例 1 及び 2 以外に、例えば、TDC と ATDC 90 ° CA での瞬時回転数を比較して回転数上昇量を検出する方法によれば、回転数上昇量の検出を 1 気筒内で完了することができるため、単発噴射を実施する前に、回転数を検出するために必要な待機時間をゼロにできる。この方法によれば、燃料ポンプ 4 の負荷が安定したと判定された時点で、直ちに単発噴射を実施できるので、噴射量学習に要する時間を更に短縮できる。

【 0 0 4 7 】

50

また、実施例 1 では、2 噴射 1 圧送式の燃料ポンプ 4 を説明しているが、例えば、1 噴射 1 圧送式の燃料ポンプ 4 を使用すれば、燃料ポンプ 4 の圧送遅れが 1 / 2 回転となるため、燃料ポンプ 4 への圧送指令量が、図 1 の時刻 t_9 で安定してから、1 / 2 回転経過した時刻 t_{10} で燃料ポンプ 4 の負荷が安定したことを判定できる。この場合も、燃料ポンプ 4 の圧送遅れ時間が短くなることで、噴射量学習に要する時間を短縮できる。

【0048】

実施例 1 では、パイロット噴射に対する噴射量学習の一例を記載したが、パイロット噴射を実施しない通常噴射（同一気筒に対し燃焼 1 行程の間に 1 回だけ噴射する）に対する噴射量学習、あるいはパイロット噴射後のメイン噴射やメイン噴射後のアフタ噴射に対する噴射量学習にも本発明を適用できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】噴射量学習に係わる指令噴射量、圧送指令量、噴射圧、エンジン回転数、及び回転数変動量のグラフである。

【図 2】ディーゼル機関の制御システムを模式的に示したシステム構成図である。

【図 3】噴射量学習を実行する ECU の処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】特性値（トルク比例量）の検出手順を示すフローチャートである。

【図 5】エンジン回転数の検出タイミングを示す説明図である。

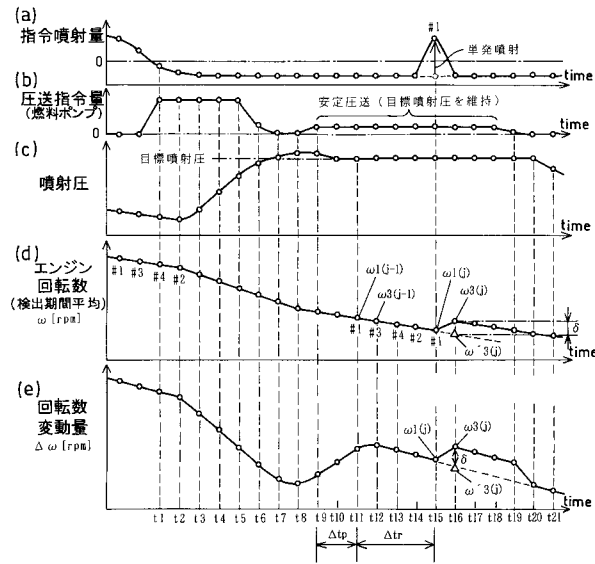
【符号の説明】

【0050】

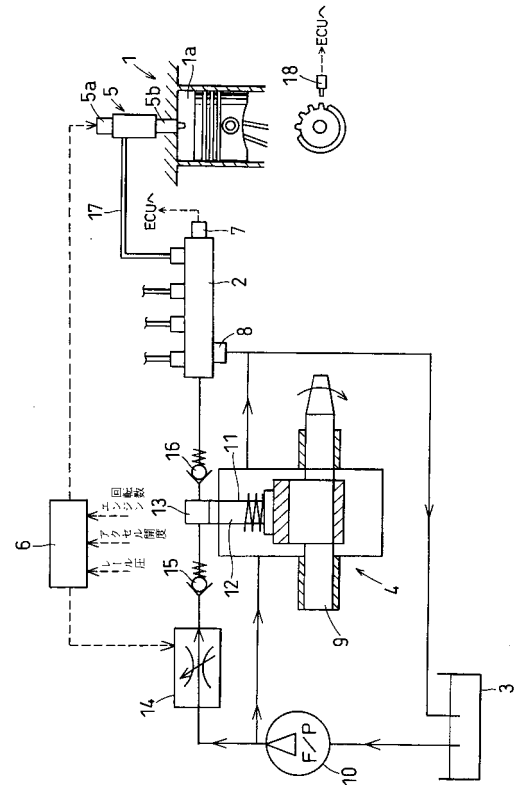
20

- 1 エンジン（ディーゼル機関）
- 1 a 燃焼室
- 2 コモンレール
- 4 燃料ポンプ
- 5 インジェクタ
- 6 ECU（噴射量制御装置）

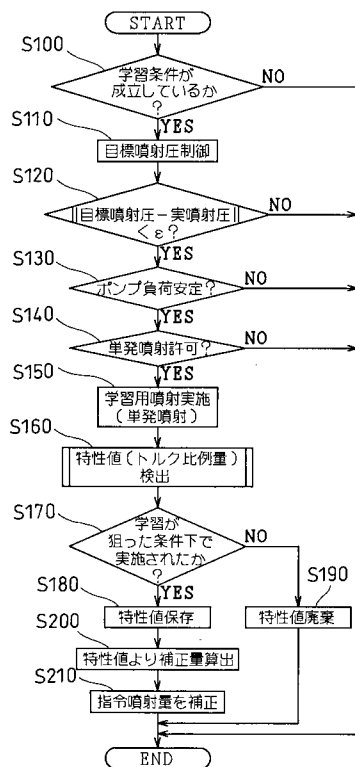
【図 1】



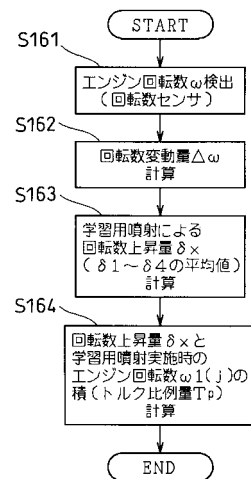
【図 2】



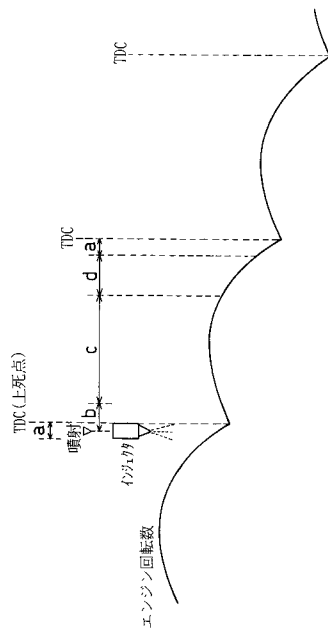
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 D 45/00 3 1 2 F

F 0 2 D 45/00 3 4 0 D

F 0 2 D 45/00 3 6 4 N

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 1 8 0 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0

F 0 2 D 4 5 / 0 0