

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4096924号  
(P4096924)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int. Cl.	F I
<b>FO2D 41/16 (2006.01)</b>	FO2D 41/16 L
<b>FO2D 17/02 (2006.01)</b>	FO2D 17/02 R
<b>FO2D 41/02 (2006.01)</b>	FO2D 41/02 380C
<b>FO2D 41/04 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 380J
<b>FO2D 41/34 (2006.01)</b>	FO2D 41/34 H
請求項の数 12 (全 30 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2004-216989 (P2004-216989)	(73) 特許権者 000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日 平成16年7月26日(2004.7.26)	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号 特開2005-155601 (P2005-155601A)	(74) 代理人 100080045 弁理士 石黒 健二
(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)	(72) 発明者 沖 守 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日 平成18年8月8日(2006.8.8)	審査官 中村 達之
(31) 優先権主張番号 特願2003-369436 (P2003-369436)	(56) 参考文献 特開2004-300994 (JP, A ) 特開2003-254139 (JP, A )
(32) 優先日 平成15年10月29日(2003.10.29)	最終頁に続く
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

(54) 【発明の名称】 内燃機関用噴射量制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) エンジンの運転状態によって設定される指令噴射量とセンサによって検出される燃料の噴射圧力とによって噴射量指令値を算出し、

前記噴射量指令値に基づいて、前記エンジンの各気筒毎に搭載されたインジェクタを駆動することで、

前記エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料噴射量を制御する噴射量制御手段と、

(b) 前記エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行する学習制御実行手段とを備え、

前記各気筒毎への補正量を、前記指令噴射量または前記噴射量指令値の算出に反映させ

10

前記学習制御実行手段は、所定のエンジン運転条件が成立した際に、前記エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、前記学習制御を実行する 内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料の噴射圧力を、複数の異なる各圧力水準に変更する噴射圧力変更手段を有し、

前記複数の異なる各圧力水準毎に、前記指令噴射量の燃料噴射を行いながら、前記学習制御を実行することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項2】

20

( a ) エンジンの運転状態によって設定される指令噴射量とセンサによって検出される燃料の噴射圧力とによって噴射量指令値を算出し、

前記噴射量指令値に基づいて、前記エンジンの各気筒毎に搭載されたインジェクタを駆動することで、

前記エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料噴射量を制御する噴射量制御手段と、

( b ) 前記エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行する学習制御実行手段とを備え、

前記各気筒毎への補正量を、前記指令噴射量または前記噴射量指令値の算出に反映させ

前記学習制御実行手段は、所定のエンジン運転条件が成立した際に、前記エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、前記学習制御を実行する内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行する第1学習制御実行手段、および前記エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行する第2学習制御実行手段を有し、

前記各気筒毎への第1補正量および前記全気筒一律の第2補正量を、前記指令噴射量または前記噴射量指令値の算出に反映させることを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

**【請求項3】**

請求項1または請求項2に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割するとは、

前記エンジンの気筒数、噴射順序または気筒配列に基づいて気筒グループを略均等にK分割することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

**【請求項4】**

( a ) エンジンの運転状態によって設定される指令噴射量とセンサによって検出される燃料の噴射圧力とによって噴射量指令値を算出し、

前記噴射量指令値に基づいて、前記エンジンの各気筒毎に搭載されたインジェクタを駆動することで、

前記エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料噴射量を制御する噴射量制御手段と、

( b ) 前記エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、

前記エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行する学習制御実行手段とを備え、

前記各気筒毎への第1補正量および前記全気筒一律の第2補正量を、前記指令噴射量または前記噴射量指令値の算出に反映させる内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料の噴射圧力を、複数の異なる各圧力水準に変更する噴射圧力変更手段を有し、

所定のエンジン運転条件が成立した際に、前記エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、

しかも前記複数の異なる各圧力水準毎に、前記指令噴射量の燃料噴射を行いながら、前記第1学習制御および前記第2学習制御を実行することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

**【請求項5】**

請求項4に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割するとは、

前記エンジンの気筒数、噴射順序または気筒配列に基づいて気筒グループを略均等にK分割することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

**【請求項6】**

10

20

30

40

50

請求項 4 または請求項 5 に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記各気筒毎への第 1 補正量または前記全気筒一律の第 2 補正量が一定時間経過しても安定しない時、あるいは前記エンジンの気筒間の回転速度変動が一定時間経過しても平滑化しない時、あるいは前記エンジンの回転速度が一定時間経過しても前記目標回転速度に略一致しない時、あるいは前記各気筒毎への第 1 補正量または前記全気筒一律の第 2 補正量が所定値以上の時に、

前記第 1 学習制御または前記第 2 学習制御の実行を中断または中止するか、あるいは前記各気筒毎への第 1 補正量または前記全気筒一律の第 2 補正量を再学習することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 7】

請求項 4 ないし請求項 6 のうちのいずれか 1 つに記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記エンジンの運転状態が不安定状態の時に、

前記第 1 学習制御または前記第 2 学習制御の実行を中断または中止するか、あるいは前記各気筒毎への第 1 補正量または前記全気筒一律の第 2 補正量を再学習することを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 8】

請求項 4 ないし請求項 7 のうちのいずれか 1 つに記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記エンジンの 1 回の燃焼行程中に、前記インジェクタの駆動を複数回実施するマルチ噴射におけるマルチ噴射回数を N 回に設定するマルチ噴射回数設定手段を有し、

前記複数の異なる各圧力水準毎に、前記指令噴射量の燃料噴射を行いながら、前記第 1 学習制御および前記第 2 学習制御を実行するとは、前記複数の異なる各圧力水準毎に、前記指令噴射量を略均等に前記マルチ噴射回数分だけ分割したトータル噴射量の N 等分の値に相当する微小噴射量のマルチ噴射を行いながら、前記第 1 学習制御および前記第 2 学習制御を実行することを含むことを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記各気筒毎への第 1 補正量および前記全気筒一律の第 2 補正量とは、前記複数の異なる各圧力水準毎で、しかも前記エンジンの各気筒毎への、前記マルチ噴射における 1 噴射当たりの微小噴射量に対する噴射量補正量、あるいは前記マルチ噴射における 1 噴射当たりの噴射量指令値に対する噴射期間補正量であることを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記複数の異なる各圧力水準毎の、前記第 1 補正量の N 等分の値と前記第 2 補正量の N 等分の値と前回学習値とを加算した値を、前記複数の異なる各圧力水準毎の、前記エンジンの各気筒毎への今回学習値として更新して記憶する学習値記憶手段を有していることを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記学習制御実行手段は、前記前回学習値と前記今回学習値との変化量が所定値以上の時、あるいは今回の前記第 1、第 2 学習制御までの全ての学習値を積算した積算学習量が所定値以上の時に、前記今回学習値を無効とすることを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置。

【請求項 12】

請求項 8 ないし請求項 11 のうちのいずれか 1 つに記載の内燃機関用噴射量制御装置において、

前記マルチ噴射とは、メイン噴射の前に 1 回以上のパイロット噴射を行う N 分割噴射で

10

20

30

40

50

あるか、あるいはメイン噴射の後に1回以上のアフター噴射を行うN分割噴射であるか、あるいはメイン噴射の前に1回以上のパイロット噴射を行い、更にメイン噴射の後に1回以上のアフター噴射を行うN分割噴射を含むことを特徴とする内燃機関用噴射量制御装置

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの運転状態に応じて設定される指令噴射量、あるいは指令噴射量と燃料の噴射圧力とによって算出される噴射量指令値に対する補正量を学習し、この学習した補正量に基づいてエンジンの各運転状態における噴射量指令値を補正する内燃機関用噴射量制御装置に関するもので、特に均等にN分割されるマルチ噴射における1噴射当たりの噴射量指令値に対する噴射量補正量を学習するパイロット噴射量学習制御装置に係わる。

10

【背景技術】

【0002】

[従来の技術]

従来より、コモンレールに蓄圧した高圧燃料を多気筒ディーゼルエンジンの各気筒内に噴射供給するコモンレール式燃料噴射システムが知られている。このコモンレール式燃料噴射システムにおいては、主噴射の開始時から安定した燃焼を行なって燃焼騒音やエンジン振動の低減、更には排気ガス性能の向上を目的として、エンジンの1回の燃焼行程中に、インジェクタの電磁弁を複数回駆動して、エンジントルクと成り得る主噴射（メイン噴射）に先立って複数回の微小の先立ち噴射（パイロット噴射）を実施している。また、従来より、回転速度変動気筒間噴射量補正（気筒間不均量補正：FCCB補正）とパイロット噴射とを両立させた技術、あるいはアイドルスピードコントロール（アイドル回転速度制御）のための補正（アイドル回転速度補正：ISC補正）やその他の噴射量補正とパイロット噴射とを両立させた技術（例えば、特許文献1参照）が知られている。

20

【0003】

ここで、一般に、エンジン回転速度とアクセル開度とに応じて設定される基本噴射量に、エンジン冷却水温度や燃料温度等を考慮した噴射量補正量を加味して指令噴射量を算出し、この指令噴射量と燃料圧力センサ等によって検出される燃料の噴射圧力（コモンレール圧力）とによってインジェクタの電磁弁に印加するパルス状のインジェクタ駆動信号（TQパルスとも言う）の通電時間（噴射量指令値）を算出し、そのインジェクタのTQパルスの通電時間に基づいてインジェクタの電磁弁を開閉駆動することで、エンジンの各気筒内に噴射供給される燃料噴射量を制御している。すなわち、コモンレール式燃料噴射システムにおける燃料噴射量の調量は、インジェクタの電磁弁に印加するTQパルスの通電時間により制御され、通常、そのTQパルスの通電時間（指令噴射パルス時間とも言う）と実際の燃料噴射量との相関は、インジェクタ単品で保証されている。

30

【0004】

[従来の技術の不具合]

ところが、インジェクタ単品で保証される燃料噴射量は、あるバラツキを持っており、且つ経時変化等によるインジェクタの性能（機能）の劣化（インジェクタの経時劣化）後は更に大きなバラツキとなる。なお、TQパルスの通電時間に対する噴射量ばらつきは、インジェクタの単品個々の調整等により保証されているが、パイロット噴射はその噴射量自体が主に $5\text{ mm}^3 / \text{ s t}$ 以下と小さいため、インジェクタのTQパルスの通電時間に対する噴射量ばらつき、インジェクタの経時劣化量によって、上記の特許文献1に記載のような、公知の技術である気筒間噴射量補正（FCCB補正）で噴射量補正量（ $Q$ ）が負の値になると、パイロット噴射量がマイナスとなってしまったり、ごくわずかとなってしまう、パイロット噴射が消失したり、逆に、気筒間噴射量補正（FCCB補正）で噴射量補正量（ $Q$ ）が正の値になると、パイロット噴射量が過大となり過ぎたりする、これでは、上記のパイロット噴射の効果が十分に発揮できないという課題がある。特に、高噴射

40

50

圧力下では、インジェクタのTQパルスの通電時間に対する噴射量ばらつきは大きくなる傾向にあり、 $1\text{ mm}^3 / \text{s}$ 程度の微小噴射量では、インジェクタの単品保証も非常に難しいという課題がある。

【0005】

それらの課題に対して、上記の特許文献1に記載のような、公知の技術である気筒間噴射量補正（FCCB補正）、あるいはアイドル回転速度補正（ISC補正）を用いて、インジェクタのパイロット噴射用のTQパルスの通電時間に対する噴射量ばらつきを学習するパイロット噴射量学習制御装置が考えられる。しかるに、上記のパイロット噴射量学習制御装置においては、エンジンのアイドル安定状態における噴射条件（例えば燃料の噴射圧力）に限定した補正であり、実際の車両走行中に主に使用される燃料の噴射圧力や、課題である高噴射圧力下では補正を正確に行うことができないという問題があった。また、上記の特許文献1に記載の内燃機関用噴射量制御装置においては、8気筒エンジンに適用した場合、エンジンの慣性で気筒間の噴射量ばらつきや気筒間の回転速度変動が現れ難く、気筒間の噴射量ばらつきと気筒間の回転速度変動との相関が低く、正確に気筒間のパイロット噴射量の学習を行うことができないという問題があった。

10

【特許文献1】特開平07-063104号公報（第1-5頁、図1-図8）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、噴射量指令値に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタの個体差またはインジェクタの経時劣化量を学習補正する学習制御を、少なくとも6気筒以上の多気筒エンジンでもできる限り精度良く実行することのできる内燃機関用噴射量制御装置を提供することにある。また、所定のエンジン運転条件が成立した際に、複数の異なる各圧力水準毎に算出された補正量に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、指令噴射量または噴射量指令値を補正することのできる内燃機関用噴射量制御装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行するように構成されている。したがって、エンジンの全気筒が、燃料の噴射を実施する気筒グループと、燃料の噴射を休止する気筒グループとに分割され、燃料の噴射を実施する気筒グループのみ、気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行することになり、燃料の噴射を間引くことができるだけでなく、各気筒毎の回転速度変動の検出値および気筒間の回転速度変動の平均値の検出（算出）タイミングを間引くことができるようになる。それによって、気筒間の噴射量ばらつきや気筒間の回転速度変動が大きく現れ、気筒間の噴射量ばらつきと気筒間の回転速度変動との相関が高くなる。これにより、指令噴射量に応じた噴射量指令値に対する補正量を学習する学習制御を、少なくとも6気筒以上の多気筒エンジンでも可能な限り精度良く実行することができる。

30

40

【0009】

さらに、請求項1に記載の発明によれば、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、しかも複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行するよう

50

に構成されている。それによって、複数の異なる各圧力水準毎に算出された各気筒毎への補正量に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、指令噴射量または噴射量指令値を補正することができる。

【 0 0 1 0 】

また、例えばエンジンのアイドル安定状態における燃料の噴射圧力に限定することなく、複数の異なる各圧力水準毎に、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行するように構成されている。それによって、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、噴射量指令値に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタの個体差またはインジェクタの経時劣化量を、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの各気筒毎に定量的に把握することができる。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 2 に記載の発明によれば、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第 1 補正量を学習する第 1 学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第 2 補正量を学習する第 2 学習制御を実行するように構成されている。したがって、エンジンの全気筒が、燃料の噴射を実施する気筒グループと、燃料の噴射を休止する気筒グループとに分割され、燃料の噴射を実施する気筒グループのみ、気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第 1 補正量を学習する第 1 学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第 2 補正量を学習する第 2 学習制御を実行することになり、燃料の噴射を間引くことができるだけでなく、各気筒毎の回転速度変動の検出値、気筒間の回転速度変動の平均値および各気筒の平均回転速度の検出（算出）タイミングを間引くことができるようになる。それによって、各気筒毎への第 1 補正量、および全気筒一律の第 2 補正量に基づいて、指令噴射量または噴射量指令値を補正することができる。また、噴射量指令値に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタの個体差またはインジェクタの経時劣化量を、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの各気筒毎に定量的に把握することができる。

20

請求項 3 に記載の発明によれば、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等に K 分割するとは、エンジンの気筒数、噴射順序または気筒配列に基づいて気筒グループを略均等に K 分割することである。例えば V 型 8 気筒のエンジンでは、対称的な気筒配列となるように第 1、第 2 気筒グループに K（例えば 2）分割しても良いし、また、噴射順序を 1 個飛びとなるように第 1、第 2 気筒グループに K（例えば 2）分割しても良い。

30

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載の発明によれば、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第 1 補正量を学習する第 1 学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第 2 補正量を学習する第 2 学習制御を実行するように構成されている。それによって、複数の異なる各圧力水準毎に算出された各気筒毎への第 1 補正量、および全気筒一律の第 2 補正量に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、指令噴射量または噴射量指令値を補正することができる。

40

【 0 0 1 3 】

また、例えばエンジンのアイドル安定状態における燃料の噴射圧力に限定することなく、複数の異なる各圧力水準毎に、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第 1 補正量を学習する第 1 学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第 2 補正量を学習する第 2 学習制御を実行するように構成されている。それによって、通常のエンジン運転時に使用する

50

広範囲の運転領域に渡って、噴射量指令値に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタの個体差またはインジェクタの経時劣化量を、指令噴射量の燃料噴射を行いながら、エンジンの各気筒毎に定量的に把握することができる。

【 0 0 1 4 】

また、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行するように構成されている。したがって、エンジンの全気筒が、燃料の噴射を実施する気筒グループと、燃料の噴射を休止する気筒グループとに分割され、燃料の噴射を実施する気筒グループのみ、気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行することになり、燃料の噴射を間引くことができるだけでなく、各気筒毎の回転速度変動の検出値、気筒間の回転速度変動の平均値および各気筒の平均回転速度の検出(算出)タイミングを間引くことができるようになる。それによって、気筒間の噴射量ばらつきや気筒間の回転速度変動が大きく現れ、気筒間の噴射量ばらつきと気筒間の回転速度変動との相関が高くなる。これにより、指令噴射量に応じた噴射量指令値に対する第1、第2補正量を学習する学習制御を、少なくとも6気筒以上の多気筒エンジンでも可能な限り精度良く実行することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項5に記載の発明によれば、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割するとは、エンジンの気筒数、噴射順序または気筒配列に基づいて気筒グループを略均等にK分割することである。例えばV型8気筒のエンジンでは、対称的な気筒配列となるように第1、第2気筒グループにK(例えば2)分割しても良いし、また、噴射順序を1個飛びとなるように第1、第2気筒グループにK(例えば2)分割しても良い。

【 0 0 1 6 】

請求項6に記載の発明によれば、各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量が一定時間経過しても安定しない時、あるいはエンジンの気筒間の回転速度変動が一定時間経過しても平滑化しない時、あるいはエンジンの回転速度が一定時間経過しても目標回転速度に略一致しない時、あるいは各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量が所定値以上の時には、第1学習制御または第2学習制御の実行を中断または中止するか、あるいは各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量を再学習することにより、各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量の誤学習または過学習を防止することができる。

【 0 0 1 7 】

請求項7に記載の発明によれば、エンジンの運転状態が不安定状態の時、例えば第1学習制御の実行中に気筒間の回転速度変動量が所定値以上の時、あるいは第2学習制御の実行中にエンジンの回転速度が所定値以上の時、あるいは各気筒毎への第1補正量の変化量または全気筒一律の第2補正量の変化量が所定値以上の時、あるいは燃料の噴射圧力の変動量が所定値以上の時には、第1学習制御または第2学習制御の実行を中断または中止するか、あるいは各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量を再学習することにより、各気筒毎への第1補正量または全気筒一律の第2補正量の誤学習または過学習を防止することができる。

【 0 0 1 8 】

請求項8に記載の発明によれば、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量を略均等にマルチ噴射回数分だけ

分割したトータル噴射量のN等分の値に相当する微小噴射量のマルチ噴射を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行するように構成されている。それによって、複数の異なる各圧力水準毎に算出された各気筒毎への第1補正量、および全気筒一律の第2補正量に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、指令噴射量または噴射量指令値を補正することができる。

【0019】

また、例えばエンジンのアイドル安定状態における燃料の噴射圧力に限定することなく、複数の異なる各圧力水準毎に、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行するように構成されている。それによって、インジェクタ単品でも保証が難しい高噴射圧力で、且つ微小噴射量の場合、あるいは低噴射圧力で、且つ微小噴射量の場合、あるいは中噴射圧力で、且つ微小噴射量の場合でも、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、噴射量指令値に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタの個体差またはインジェクタの経時劣化量を、微小噴射量のマルチ噴射を行いながら、エンジンの各気筒毎に定量的に把握することができる。

【0020】

また、所定のエンジン運転条件が成立した際に、例えばアイドル安定状態または学習前提条件または学習実行条件のいずれかのエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、エンジンの気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への第1補正量を学習する第1学習制御を実行すると共に、エンジンの回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2補正量を学習する第2学習制御を実行するように構成されている。それによって、気筒間の噴射量ばらつきや気筒間の回転速度変動が大きく現れ、気筒間の噴射量ばらつきと気筒間の回転速度変動との相関が高くなる。これにより、例えばパイロット噴射量等の微小噴射量またはこの微小噴射量に応じた噴射量指令値に対する第1、第2補正量を学習する学習制御を、少なくとも6気筒以上の多気筒エンジンでも可能な限り精度良く実行することができる。

【0021】

請求項9に記載の発明によれば、各気筒毎への第1補正量および全気筒一律の第2補正量とは、複数の異なる各圧力水準毎で、しかもエンジンの各気筒毎への、マルチ噴射における1噴射当たりの微小噴射量に対する噴射量補正量、あるいはマルチ噴射における1噴射当たりの噴射量指令値に対する噴射期間補正量であることを特徴としている。それによって、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、マルチ噴射における1噴射当たりの微小噴射量、あるいはマルチ噴射における1噴射当たりの噴射量指令値を補正することができる。これにより、例えばエンジンの運転状態に応じて算出される微小噴射量、あるいは微小噴射量と燃料の噴射圧力とによって算出される噴射量指令値に対する噴射量ズレ量を限りなく小さくすることができるので、常に、理想的な微小噴射量または噴射量指令値と実際の燃料噴射量との相関が得られるようになる。

【0022】

請求項10に記載の発明によれば、複数の異なる各圧力水準毎の、第1補正量のN等分の値と第2補正量のN等分の値と前回学習値とを加算した値を、複数の異なる各圧力水準毎の、エンジンの各気筒毎への今回学習値として更新して記憶することにより、理想的な噴射量指令値とエンジンの各気筒内に実際に噴射される燃料噴射量との相関が得られるようになる。また、複数の異なる各圧力水準毎に算出された学習値に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、エンジンの運転状態に対応して算出される指令噴射量、あるいは指令噴射量とセンサによって検出される燃料の噴射圧力とによって算出される噴射量指令値を補正することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

請求項 1 1 に記載の発明によれば、前回学習値と今回学習値との変化量が所定値以上の時、あるいは最初に実行された初回（学習開始時）の第 1、第 2 学習制御から今回実行された今回の第 1、第 2 学習制御までの全ての学習値を積算した積算学習量が所定値以上の時に、今回学習値を無効とすることにより、第 1 補正量の N 等分の値と第 2 補正量の N 等分の値と前回学習値とを加算した値である今回学習値の誤学習または過学習を防止することができる。また、請求項 1 2 に記載の発明によれば、上記のマルチ噴射に、メイン噴射の前に 1 回以上のパイロット噴射を行う N 分割噴射を含むか、あるいはメイン噴射の後に 1 回以上のアフター噴射を行う N 分割噴射を含むか、あるいはメイン噴射の前に 1 回以上のパイロット噴射を行い、更にメイン噴射の後に 1 回以上のアフター噴射を行う N 分割噴射を含むようにしても良い。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 4 】

発明を実施するための最良の形態とは、マルチ噴射における 1 噴射当たりの微小噴射量に対する噴射量補正量、あるいはマルチ噴射における 1 噴射当たりの噴射量指令値に対する噴射期間補正量を学習する微小噴射量学習制御を、8 気筒エンジンでもできる限り精度良く実行するという目的を、8 気筒エンジンで微小噴射量学習制御を実施する場合、4 気筒ずつの 2 つの気筒グループに分割して、それぞれの気筒グループ毎に 4 気筒での減筒運転を行いながら、燃料の噴射を実施する気筒グループのみ、気筒間の回転速度変動を平滑化するのに必要な、各気筒毎への補正量を学習する学習制御を実行することにより、燃料の噴射を間引くことができるだけでなく、各気筒毎の回転速度変動の検出値および気筒間の回転速度変動の平均値の検出（算出）タイミングを間引くことができるようになる。

20

## 【実施例 1】

## 【 0 0 2 5 】

## 〔実施例 1 の構成〕

図 1 ないし図 1 5 は本発明の実施例を示したもので、図 1 はコモンレール式燃料噴射システムの全体構成を示した図である。

## 【 0 0 2 6 】

本実施例のコモンレール式燃料噴射システムは、多気筒エンジン（例えば V 型 8 気筒ディーゼルエンジン等の内燃機関：以下 8 気筒エンジンと言う）1 の各気筒の燃焼室内に噴射供給する燃料の噴射圧力に相当する高圧燃料を蓄圧する蓄圧容器としてのコモンレール 2 と、吸入した燃料を加圧してコモンレール 2 内に圧送する燃料供給ポンプとしてのサプライポンプ 3 と、8 気筒エンジン 1 の各気筒毎に対応して搭載された複数個（本例では 8 個）のインジェクタ 4 と、サプライポンプ 3 および複数個のインジェクタ 4 を電子制御するエンジン制御ユニット（エンジン制御装置、内燃機関用噴射量制御装置：以下 ECU と呼ぶ）1 0 とを備えている。

30

## 【 0 0 2 7 】

8 気筒エンジン 1 の各気筒（シリンダ）の吸気ポートは、吸気弁（インテークバルブ）1 1 により開閉され、排気ポートは、排気弁（エキゾーストバルブ）1 2 により開閉される。また、各シリンダ内には、接続棒を介してクランクシャフト（図示せず）に連結されたピストン 1 3 が摺動自在に配設されている。そして、8 気筒エンジン 1 を収容するエンジンルーム（図示せず）内の走行風を受け易い場所には、ラジエータ 1 4 が配設されている。ラジエータ 1 4 には、8 気筒エンジン 1 を冷却する冷却水の温度（エンジン冷却水温度）を検出する冷却水温度センサ 3 7 が設置されている。

40

## 【 0 0 2 8 】

ここで、8 気筒エンジン 1 の運転中に、シリンダ内で燃焼した排気ガスは、排気管 1 5 を通り、バリアブル・ジアメトリ・ターボ（VGT）1 6 のタービンの駆動源となった後に、触媒（図示せず）、マフラー（図示せず）を経て排出される。上記の VGT 1 6 の制御は、吸気圧センサと過給圧力センサ 4 4 と VGT ポジションセンサ 4 7 の信号とに基づいて行なわれる。過給（圧縮）され高温になった吸入空気は、インタクーラ 1 8 で冷却さ

50

れた後に、8気筒エンジン1の吸気ポートを経てシリンダ内へ導入される。

【0029】

そして、吸気管17の途中には、吸気管17内の吸気通路を開閉して8気筒エンジン1に供給する吸入空気量(吸気量)を調整するための吸気絞り弁(スロットルバルブ)19が配設され、このスロットルバルブ19の弁開度は、ECU10からの信号により作動するアクチュエータ20によって調節される。なお、アクチュエータ20内には、スロットルバルブ19の弁開度を検出するスロットルポジションセンサ(図示せず)が装備されている。スロットルポジションセンサとして、スロットルバルブ19の弁開度を全閉のアイドリング時と全閉に近い高負荷時に分けて感知し、ECU10へ送信するセンサを用いても良い。

10

【0030】

また、吸気管17の吸気ポート近傍には、ECU10からの信号により作動する渦流制御弁(スワールコントロールバルブ:以下SCVと言う)21が配設されている。そのSCV21は、吸気温センサ45を設置した吸気通路22を迂回するバイパス路23内に設置され、低負荷時に通電停止(OFF)されて閉弁し、高負荷時に通電(ON)されて開弁する。

【0031】

また、本実施例の吸気管17には、排気管15を流れる排気ガスの一部の排気ガス(排気再循環ガス:EGRガス)を吸気管17へ導く排気ガス還流管24が接続されている。そして、吸気管17と排気ガス還流管24との合流部には、排気ガス再循環装置用バルブ(EGRバルブ)25が設置されている。したがって、シリンダ内に吸い込まれる吸入空気は、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の生成量を少なくする目的で、8気筒エンジン1の運転状態毎に設定された排気ガス還流量になるようにEGRバルブ25の弁開度を制御し、排気管15からの排気ガスとミキシングされることになる。なお、排気ガス還流量(EGR量)は、吸入空気量センサ43と吸気温センサ45と排気 $\text{O}_2$ センサ48とEGRポジションセンサ46からの信号で、所定値を保持できるようにフィードバック制御している。

20

【0032】

コモンレール2には、連続的に燃料の噴射圧力に相当する高圧燃料が蓄圧される必要があり、そのためにコモンレール2に蓄圧される高圧燃料は、高圧配管26を介してサプライポンプ3から供給されている。なお、コモンレール2から燃料タンクへ燃料をリリースするリリース配管(図示せず)には、燃料の噴射圧力が限界設定圧を越えることがないように、圧力を逃がすためのプレッシャリミッタ27が取り付けられている。また、コモンレール2内の燃料圧力、すなわち、燃料の噴射圧力に相当するコモンレール圧力は、コモンレール圧力センサ30等の燃料圧力検出手段によって測定される。

30

【0033】

サプライポンプ3は、図示しない燃料タンクから燃料を汲み上げるフィードポンプ(図示せず)、およびコモンレール2への高圧燃料の圧送量(吐出量)を調整するための電磁弁(例えば吸入調量弁)等のアクチュエータ(図示せず)を内蔵する高圧供給ポンプである。このサプライポンプ3内には、燃料タンクから吸入される燃料温度を検出する燃料温度センサ36が設置されている。

40

【0034】

インジェクタ4は、8気筒エンジン1のシリンダブロックに(各気筒#1~#8に個別に対応して)取り付けられ、各気筒毎のシリンダ内に高圧燃料を噴射する燃料噴射ノズル、この燃料噴射ノズルのノズルニードルを開弁方向に駆動する電磁弁等のアクチュエータ、およびノズルニードルを閉弁方向に付勢するスプリング等の付勢手段などから構成された電磁式燃料噴射弁である。これらのインジェクタ4から8気筒エンジン1への燃料噴射は、例えば電磁弁が開弁している間、コモンレール2に蓄圧された高圧燃料が8気筒エンジン1の各気筒内に噴射供給されることで成される。ここで、インジェクタ4からのリーク燃料またはノズルニードルの背圧制御室からの排出燃料(リターン燃料)は、燃料還流路を経て燃料タンクに還流するように構成されている。なお、インジェクタ4のノズルニ

50

ードルの開弁時間（燃料噴射期間）が長い程、8気筒エンジン1の各気筒毎内に噴射される燃料噴射量が多くなる。

【0035】

ECU10には、制御処理、演算処理を行なうCPU、各種プログラムおよびデータを保存する記憶装置（ROM、スタンバイRAMまたはEEPROM、RAM等のメモリ）、入力回路、出力回路、電源回路、インジェクタ駆動回路およびポンプ駆動回路等の機能を含んで構成される周知の構造のマイクロコンピュータが設けられている。そして、コモンレール圧力センサ30からの電圧信号や、その他の各種センサからのセンサ信号は、A/D変換器でA/D変換された後に、ECU10に内蔵されたマイクロコンピュータに入力されるように構成されている。また、ECU10は、8気筒エンジン1をクランキングさせた後にエンジンキーをIG位置に戻して、図示しないイグニッションスイッチがオン（ON）すると、メモリ内に格納された制御プログラムに基づいて、例えばサプライポンプ3やインジェクタ4等の各制御部品のアクチュエータを電子制御するように構成されている。

10

【0036】

ここで、本実施例の気筒判別手段は、8気筒エンジン1のカムシャフトに対応して回転するシグナルロータ（例えばクランクシャフトが2回転する間に1回転する回転体）31と、このシグナルロータ31の外周に設けられた各気筒に対応した気筒歯（突起部）と、これらの気筒歯の接近と離間によって気筒判別信号パルス（G）を発生する気筒判別センサ（電磁ピックアップ）32とから構成されている。また、本実施例の回転速度検出手段は、8気筒エンジン1のクランクシャフトに対応して回転するシグナルロータ（例えばクランクシャフトが1回転する間に1回転する回転体）33と、このシグナルロータ33の外周に多数形成されたクランク角度検出用の歯（突起部）と、これらの歯の接近と離間によってNE信号パルスを発生するクランク角度センサ（電磁ピックアップ）34とから構成されている。このクランク角度センサ34は、シグナルロータ33が1回転（クランクシャフトが1回転）する間に複数のNE信号パルスを出力する。なお、特定のNE信号パルスは、各#1気筒～#8気筒のピストンの上死点（TDC）の位置に対応している。そして、ECU10は、NE信号パルスの間隔時間を計測することによってエンジン回転速度（NE）を検出する。

20

【0037】

そして、ECU10は、8気筒エンジン1の運転状態に応じた最適な燃料の噴射圧力（＝コモンレール圧力）を演算し、ポンプ駆動回路を介してサプライポンプ3の電磁弁を駆動する吐出量制御手段を有している。すなわち、ECU10は、エンジン回転速度（NE）と指令噴射量（QFIN）とに応じて目標燃料圧力（PFIN）を算出し、この目標燃料圧力（PFIN）を達成するために、サプライポンプ3の電磁弁へのポンプ駆動信号（駆動電流値）を調整して、サプライポンプ3より吐出される燃料の圧送量（ポンプ吐出量）を制御するように構成されている。さらに、より好ましくは、燃料噴射量の制御精度を向上させる目的で、コモンレール圧力センサ30によって検出されるコモンレール2内の燃料圧力（コモンレール圧力：NPC）が8気筒エンジン1の運転状態に応じて設定される目標燃料圧力（PFIN）と略一致するように、サプライポンプ3の電磁弁へのポンプ駆動信号をフィードバック制御することが望ましい。

30

40

【0038】

また、ECU10は、各気筒のインジェクタ4から噴射される燃料噴射量を個別に制御する内燃機関用噴射量制御装置に相当する。これは、エンジン回転速度（NE）とアクセル開度（ACCP）と予め実験等により測定して作成した特性マップ（図示せず）とによって最適な指令噴射時期（メイン噴射開始時期、以下噴射タイミングと言う：TFIN）を算出する噴射時期決定手段と、エンジン回転速度（NE）とアクセル開度（ACCP）と予め実験等により測定して作成した特性マップ（図2参照）とによって最適な基本噴射量（Q）を算出する基本噴射量決定手段と、基本噴射量（Q）に、燃料温度センサ36によって検出された燃料温度（THF）および冷却水温度センサ37によって検出された工

50

エンジン冷却水温度 ( T H W ) 等を考慮した噴射量補正量を加味して指令噴射量 ( Q F I N ) を算出する指令噴射量決定手段と、コモンレール圧力 ( N P C ) と指令噴射量 ( Q F I N ) と予め実験等により測定して作成した特性マップ ( 図 3 参照 ) から、インジェクタ 4 の電磁弁への通電時間に相当する指令噴射期間 ( = 噴射量指令値、噴射指令パルス時間、インジェクタ通電パルス時間、 T Q パルスの通電時間 ) を算出する噴射期間決定手段と、インジェクタ駆動回路 ( E D U ) を介して各気筒のインジェクタ 4 の電磁弁にパルス状のインジェクタ駆動電流 ( インジェクタ噴射指令パルス、 T Q パルス、噴射駆動信号 ) を印加するインジェクタ駆動手段とから構成されている。ここで、図 4 ( a ) は、 8 気筒エンジン 1 の特定気筒 ( 例えば # 1 気筒 ) の T Q パルス ( 噴射駆動信号 ) の通電時間 ( = 噴射量指令値、噴射指令パルス時間 : T Q ) を示したタイミングチャートであり、図 4 ( b ) はその T Q パルスの通電時間に対応して 8 気筒エンジン 1 の特定気筒 ( 例えば # 1 気筒 ) のインジェクタ 4 の電磁弁に印加されるインジェクタ駆動電流波形を示したタイミングチャートであり、図 4 ( c ) は 8 気筒エンジン 1 の特定気筒 ( 例えば # 1 気筒 ) の燃料噴射率を示したタイミングチャートである。

10

**【 0 0 3 9 】**

ここで、本実施例では、 8 気筒エンジン 1 の運転状態を検出する運転状態検出手段として、クランク角度センサ 3 4 等の回転速度検出手段およびアクセル開度センサ 3 5 を用いて基本噴射量 ( Q ) 、噴射タイミング ( T F I N ) 、目標燃料圧力 ( P F I N ) を演算するようにしているが、コモンレール圧力センサ 3 0 によって検出されるコモンレール圧力 ( N P C ) 、あるいは運転状態検出手段としてのその他のセンサ類 ( 例えば燃料温度センサ 3 6 、冷却水温度センサ 3 7 、燃料リーク温度センサ 3 8 、油温センサ 3 9 、アイドルアクセル位置センサ 4 0 、大気圧センサ 4 1 、大気温 ( 外気温 ) センサ 4 2 、吸入空気量センサ 4 3 、過給圧力センサ 4 4 、吸気温センサ 4 5 、 E G R ポジションセンサ 4 6 、 V G T ポジションセンサ 4 7 、排気 O<sub>2</sub> センサ 4 8 、排気温度センサ 4 9 、排気圧センサ 5 0 、スロットルポジションセンサ、吸気圧センサ、噴射時期センサ等 ) からの検出信号 ( エンジン運転情報 ) を加味して基本噴射量 ( Q ) または指令噴射量 ( Q F I N ) 、噴射タイミング ( T F I N ) および目標燃料圧力 ( P F I N ) を補正するようにしても良い。

20

**【 0 0 4 0 】**

そして、 E C U 1 0 には、エンジンキーをシリンダ内に差し込んで S T 位置まで回すと、スタータスイッチがオン ( O N ) してスタータを通電するスタータ通電回路が接続されている。また、 E C U 1 0 には、 8 気筒エンジン 1 により駆動されるトランスミッションのギアポジションを示す信号、運転者 ( ドライバー ) がクラッチペダルを踏んだことを検出する信号、スタータへの通電信号、車速センサからの車速信号、エアコン用電磁クラッチ、エアコンのコンデンサ用電動ファン、エアコンの室内送風用ファン、ラジエータ用電動ファンやヘッドライト等の電気負荷、エアコン用コンプレッサやパワーステアリングやオイルポンプ等の駆動負荷等の車両情報を検出する信号が入力されるように構成されている。

30

**【 0 0 4 1 】**

ここで、本実施例のコモンレール式燃料噴射システムにおいては、 8 気筒エンジン 1 の特定気筒のインジェクタ 4 において 8 気筒エンジン 1 の 1 周期 ( 1 行程 : 吸気行程 - 圧縮行程 - 膨張行程 ( 爆発行程 ) - 排気行程 ) 中、つまり 8 気筒エンジン 1 のクランクシャフトが 2 回転 ( 7 2 0 ° C A ) する間、特に 8 気筒エンジン 1 の各気筒の 1 燃焼行程中に燃料を複数回に分けて噴射するマルチ噴射を行なうことが可能である。例えば 8 気筒エンジン 1 の圧縮行程中、膨張行程中にインジェクタ 4 の駆動を複数実施することで、メイン噴射の前に複数回のパイロット噴射を行なうマルチ噴射、あるいはメイン噴射の後に複数回のアフター噴射を行なうマルチ噴射、あるいはメイン噴射の前に 1 回以上のパイロット噴射を行なうと共に、メイン噴射の後に 1 回以上のアフター噴射を行なうマルチ噴射が可能である。したがって、 E C U 1 0 は、 8 気筒エンジン 1 の運転状態に応じて、マルチ噴射における各噴射量を算出する。具体的には、エンジン回転速度 ( N E ) と指令噴射量 ( Q F I N ) と予め実験等により測定して作成した特性マップ ( 図 5 参照 ) とからパイロット

40

50

噴射量 (QPILLOT) を算出するパイロット噴射量決定手段と、トータル噴射量 (total Q) からパイロット噴射量 (QPILLOT) を減算してメイン噴射量 (QMAIN) を算出するメイン噴射量決定手段とを有している。

【0042】

また、ECU10は、エンジン回転速度 (NE) と指令噴射量 (QFIN) と予め実験等により測定して作成した特性マップ (図6参照) とからマルチ噴射におけるパイロット噴射とメイン噴射との間の無噴射間隔 (パイロットインターバル、指令インターバル: TINT) を算出する無噴射間隔決定手段と、エンジン回転速度 (NE) とパイロット噴射量 (QPILLOT) と予め実験等により測定して作成した特性マップ (図示せず) とからマルチ噴射におけるパイロット噴射とパイロット噴射との間の無噴射間隔 (インターバル) を算出する無噴射間隔決定手段とを有している。また、ECU10は、パイロット噴射量 (QPILLOT) とコモンレール圧力 (NPC) と予め実験等により測定して作成した特性マップ (図示せず) とからパイロット噴射期間 (噴射量指令値: TQPILLOT) を算出するパイロット噴射期間決定手段と、メイン噴射量 (QMAIN) とコモンレール圧力 (NPC) と予め実験等により測定して作成した特性マップ (図示せず) とからメイン噴射期間 (噴射量指令値: TQMAIN) を算出するメイン噴射期間決定手段とを有している。

10

【0043】

ここで、本実施例のECU10は、8気筒エンジン1のアイドル運転 (アイドル安定状態) またはパイロット噴射量学習制御の実行 (パイロット学習前提条件の成立およびパイロット学習実行条件の成立) 時に、8気筒エンジン1の各気筒の爆発行程毎の回転速度変動を検出し、8気筒エンジン1の各気筒毎の回転速度変動の検出値と全気筒の回転速度変動の平均値とを比較し、8気筒エンジン1の気筒間の回転速度変動を平滑化するように、8気筒エンジン1の各気筒毎への最適な噴射量を個々に調整する気筒間噴射量補正 (気筒間回転変動補正、FCCB補正) を実施するように構成されている。

20

具体的には、クランク角度センサ34より取り込んだNE信号パルスの間隔時間を計算することで、8気筒エンジン1の各気筒の爆発行程毎の瞬時回転速度を算出し、BTDC90°CA~ATDC90°CA間のNE信号パルスの間隔時間の最大値を当該気筒の瞬時回転速度の最低回転速度 (Nl) として読み込む。また、BTDC90°CA~ATDC90°CA間のNE信号パルスの間隔時間の最小値を当該気筒の瞬時回転速度の最高回転速度 (Nh) として読み込む。但し、Nl、Nhは必ずしも最低回転速度、最高回転速度である必要はなく、当該気筒の回転速度変動を代表する低回転速度、高回転速度であっても良い。

30

【0044】

そして、これらの計算を各気筒毎に行なった後に、各気筒毎の最高回転速度 (Nh) と各気筒毎の最低回転速度 (Nl) との気筒毎回転速度差分 (Nk) を算出する。これにより、8気筒エンジン1の各気筒毎の回転速度変動の検出値を算出する。そして、多気筒8気筒エンジン1の全気筒の回転速度変動の平均値 (Nk) を算出する。つまり、多気筒8気筒エンジン1の全気筒の回転速度変動を平均化して、全気筒の回転速度変動の平均値を算出した後に、各気筒毎の回転速度変動の検出値と全気筒の回転速度変動の平均値から各気筒間の回転速度変動の偏差を算出する。そして、8気筒エンジン1の各気筒間の回転速度変動が平滑化するように、各気筒毎に算出される各噴射の噴射量に、各気筒間の回転速度変動を平滑化する方向への第1補正量としての第1噴射量補正量 (FCCB補正量とも言う) または第1噴射期間補正量を各気筒毎に付加する (学習制御実行手段)。

40

【0045】

また、本実施例のECU10は、アイドル運転時またはパイロット噴射量学習制御の実行 (パイロット学習前提条件の成立およびパイロット学習実行条件の成立) 時に、現在のエンジン回転速度であるアイドル回転速度 (平均エンジン回転速度) を目標回転速度に合わせるために、アイドル回転速度と目標回転速度との偏差 (NE) に対して全気筒一律に平均回転速度補正 (ISC補正) を実施するように構成されている。

具体的には、8気筒エンジン1の各気筒の平均回転速度 (エンジン回転速度: NE) と

50

目標回転速度（目標アイドル回転速度、目標NE）とを比較し、その回転速度差に応じた第2補正量としての第2噴射量補正量（ISC補正量とも言う）または第2噴射期間補正量を算出する。そして、平均回転速度が目標回転速度に略一致するように、各気筒毎に算出される噴射量に、目標回転速度に合わせるのに必要な第2噴射量補正量（ISC補正量とも言う）または第2噴射期間補正量を全気筒一律に付加する（学習制御実行手段）。なお、ISC補正は、アイドル回転速度に相当するエンジン回転速度（NE）とエンジン冷却水温度（THW）や燃料温度（THF）等の運転状態や電気負荷や駆動負荷等の車両情報によって設定される目標回転速度とを比較し、その差に比例して目標回転速度となるように噴射量をフィードバック制御することが望ましい。

#### 【0046】

また、本実施例のECU10は、V型8気筒エンジン1で微小噴射量学習（本例ではパイロット噴射量学習制御）を実行する場合に、図7に示したような4気筒ずつの2つの気筒グループにK（例えば2）分割し、それぞれの気筒グループA、B（第1、第2気筒グループ）毎に、図8（c）、（d）に示したように、4気筒での減筒運転を行いながら、上記の気筒間噴射量補正（気筒間回転変動補正、FCB補正）を実施すると共に、平均回転速度補正（ISC補正）を実施するように構成されている。ここで、本実施例では、V型8気筒のエンジン1では、噴射順序を1個飛びとなるように気筒グループA、BにK（例えば2）分割しているが、対称的な気筒配列となるように気筒グループA、BにK（例えば2）分割しても良い。また、気筒配列（シリンダー配列）としては、直列6気筒エンジン、直列8気筒エンジン、V型6気筒エンジン、V型10気筒エンジン、V型12気筒エンジン、水平対向エンジン等を、3～5気筒ずつの2つまたは3つの気筒グループにK（例えば2または3）分割し、それぞれの気筒グループ毎に3～5気筒での減筒運転を行うようにしても良い。

#### 【0047】

##### [実施例1の制御方法]

次に、本実施例のパイロット噴射量学習制御方法を図1ないし図15に基づいて簡単に説明する。ここで、図9はパイロット噴射量学習制御方法を示したフローチャートである。この図9の制御ルーチンは、イグニッションスイッチがONとなった後に、所定のタイミング毎に繰り返される。

#### 【0048】

図9の制御ルーチンに進入するタイミングになると、パイロット学習前提条件が成立しているか否かを判定する（ステップS1）。この判定結果がNOの場合には、図9の制御ルーチンを抜ける。すなわち、

（1）まず、8気筒エンジン1または車両に取り付けられたエンジン運転状態を検出できる各種センサからのセンサ信号、スイッチからのスイッチ信号または制御指令値により8気筒エンジン1の燃焼状態がアイドル安定状態であるか否かを確認する。なお、これらのセンサ、スイッチの例としては、ギアポジション、クラッチ、スタータ、コモンレール圧力センサ30、クランク角度センサ34、アクセル開度センサ35、アイドルアクセル位置センサ40、EGRポジションセンサ46、VGTポジションセンサ47、排気温度センサ49、スロットルポジションセンサ等がある。

#### 【0049】

（2）次に、8気筒エンジン1または車両に取り付けられた環境条件を把握できる各種センサからのセンサ信号が8気筒エンジン1のアイドル無負荷燃費が想定値となり得るように事前に定められた範囲内にあるか否かを確認する。なお、これらのセンサの例としては、燃料温度センサ36、冷却水温度センサ37、燃料リーク温度センサ38、油温センサ39、アイドルアクセル位置センサ40、大気圧センサ41、大気温（外気温）センサ42、吸入空気量センサ43、過給圧力センサ44、吸気温センサ45、排気O<sub>2</sub>センサ48、排気温度センサ49、排気圧センサ50、スロットルポジションセンサ等がある。

#### 【0050】

(3) 次に、8気筒エンジン1または車両に取り付けられたエンジン負荷状態を検出できる各種センサからのセンサ信号、スイッチからのスイッチ信号または制御指令値によりエンジン負荷が所定の範囲内であることを確認する。なお、これらのセンサ、スイッチの例としては、ラジエータ用電動ファン、電気ヒータ、ヘッドライト、電磁ブレーキ等の電気負荷を検出することが可能なスイッチまたはセンサ、エアコンやパワーステアリング等のコンプレッサやポンプ負荷を検出することが可能なスイッチまたはセンサ、アイドル回転速度の変化量またはエンジン回転速度を所定のアイドル回転速度に保つために必要な第2噴射量補正量(=ISC補正量)の変化量等がある。

【0051】

(4) 最後にエンジン回転速度が安定していることを示す、指令噴射量、噴射量指令値、噴射時期指令値、第1噴射量補正量(=FCCB補正量)、第2噴射量補正量(=ISC補正量)、燃料の噴射圧力(=コモンレール圧力)等が所定の範囲内であることを確認する。

上記の(1)~(4)を全て満足し、別途規定する実施禁止条件ではない時に、パイロット学習前提条件を成立(YES)とする。

【0052】

具体的には、学習温度条件成立(エンジン冷却水温度の場合は例えば60~90の範囲内が成立条件)、アイドル安定状態成立(ギアポジションまたはシフトポジションが例えばニュートラル(N)またはパーキング(P)に設定されていると成立)、車速条件成立(車両の走行速度(SPD)が例えば0km/h以下が成立条件)、アクセル開度が全閉状態(アクセル開度(ACCP)が例えば0%以下が成立条件)、アイドル回転速度安定状態(エンジン回転速度(NE)が例えば1000rpm以下が成立条件)、エンジン回転速度条件成立(エンジン回転速度(NE)が例えば1000rpm以下が成立条件)、燃料の噴射圧力条件成立(コモンレール圧力(NPC)が例えば100MPa以下が成立条件)、指令噴射量条件成立(指令噴射量(QFIN)が例えば5mm<sup>3</sup>/st=無負荷燃費以下が成立条件)、大気圧条件成立(例えば高地は不成立)、吸入空気量学習条件非成立時、ISC補正量安定状態成立(第2噴射量補正量(ISC補正量)にハンチングが起きていないと不成立)、エンジン安定状態成立(エンジン負荷変動が無く、エアコンスイッチをOFF、ラジエータ用電動ファンのリレースイッチをOFF、電気ヒータ、ヘッドライト、電磁ブレーキ等の電気負荷(エンジン負荷)が無く)、所定時間連続経過の全ての条件が成立している時に、パイロット学習前提条件が成立(YES)となる。上記の条件が不成立の時に、パイロット学習前提条件が不成立(NO)となる。

【0053】

また、ステップS1の判定結果がYESの場合、つまりパイロット学習前提条件が成立している場合には、パイロット学習実行条件が成立しているか否かを判定する(ステップS2)。この判定結果がNOの場合には、図9の制御ルーチンを抜ける。

例えば8気筒エンジン1の運転時間、イグニッションスイッチのオフ(IG・OFF)回数、車両走行距離、エンジン運転時間を検出または算出し、あるいはそれに負荷(燃料の噴射圧力、エンジン回転速度、指令噴射量、マルチ噴射回数等)の重み付けを行い、その値が所定値を越えた場合にパイロット学習実行条件を成立(YES)させる。あるいは、上記のステップS1の成立時の第1噴射量補正量(=FCCB補正量)、第2噴射量補正量(=ISC補正量)、もしくはエンジン回転速度の変化量、気筒毎の回転速度変動量が所定値を越えた場合にも、パイロット学習実行条件を成立(YES)させる。あるいは、外部からの信号によりパイロット学習実行条件を強制的に成立(YES)させることも可能である。

【0054】

あるいはパイロット学習前提条件が成立している時に、インジェクタ4の経時劣化量が所定値以上であると判定した時、スタータ通電フラグがONからOFFとなった時点から所定時間が経過している時、エンジン始動時から所定時間が経過している時、パイロット学習を要求している時、誤学習または過学習を判定して再学習する時、コモンレール式燃

10

20

30

40

50

料噴射システムの正常運転時、パイロット学習実行条件を強制的に成立 (YES) させることも可能である。上記の条件が不成立の時に、パイロット学習実行条件が不成立 (NO) となる。

【0055】

また、ステップS2の判定結果がYESの場合、つまりパイロット学習実行条件が成立している場合には、以下の第1学習制御 (FCB補正) および第2学習制御 (ISC補正) によって算出された各気筒毎の学習値 (パイロット噴射量補正量) から、マルチ噴射における1噴射当たりの各パイロット噴射の噴射量指令値 (=パイロット噴射期間 (TQPILLOT) : パイロット噴射量 (QPILLOT) とコモンレール圧力 (NPC) とによって設定される) に対する噴射量バラツキ、インジェクタ4の個体差、インジェクタ4の経時劣化量を学習補正するパイロット噴射量学習制御を実行する。

10

【0056】

パイロット噴射量学習制御に進入すると、まず、気筒グループA学習未完了か否かを判定する。具体的には、気筒グループA学習完了フラグがONしているか否かを判定する (ステップS3)。この判定結果がYESの場合には、図7に示したように、気筒グループA : #2気筒、#3気筒、#5気筒、#8気筒よりなる4気筒での減筒運転を行う。すなわち、気筒グループAに対応した4個のインジェクタ4の電磁弁のみを所定の噴射タイミング毎に開弁駆動して、以下のパイロット噴射量学習制御を実施する (ステップS4)。

【0057】

20

次に、8気筒エンジン1の気筒グループAの燃焼状態 (噴射条件、吸排気条件) を固定する (ステップS5)。この8気筒エンジン1の気筒グループAの噴射条件、吸排気条件の固定は、次のように実施される。まず、図10に示したように、マルチ噴射におけるマルチ噴射回数をN回 (本例では5回) にセットする。また、複数の異なる各圧力水準のコモンレール圧力の目標値を設定する。すなわち、図10に示したように、目標燃料圧力 (PFIN) をまずA (MPa) にセットする。ここで、本実施例では、目標燃料圧力 (PFIN) を以降B (MPa) ~ E (MPa) に順次セットする。なお、設定する目標燃料圧力 (PFIN)、つまりパイロット噴射量学習制御の実行時に使用する複数の異なる各圧力水準のコモンレール圧力は、任意に設定可能であり、更にコモンレール圧力も5種類だけでなく、3種類、7種類、10種類等任意に設定可能である。

30

また、同一の圧力水準の噴射量補正量 (学習値) の算出が終了したら、設定された次の圧力水準 (例えばA B、B C、C D、D E) のコモンレール圧力に変更し、ステップS6 (またはステップS19) へ進む。

【0058】

このとき、コモンレール圧力の目標値としての目標燃料圧力 (PFIN) を達成する目的で、コモンレール圧力センサ30によって検出されるコモンレール圧力 (NPC) と目標燃料圧力 (PFIN) との圧力偏差に応じてサプライポンプ3の電磁弁へのポンプ駆動信号 (駆動電流値) が調整される。例えばコモンレール圧力 (NPC) と目標燃料圧力 (PFIN) との圧力偏差に応じて単位時間当たりのポンプ駆動信号のオン/オフ割合 (通電時間・DUTY比) が調整されて、サプライポンプ3の電磁弁の開度を変化させることにより、サプライポンプ3より吐出される燃料の圧送量 (ポンプ吐出量) が制御されることで、コモンレール圧力 (NPC) が目標燃料圧力 (PFIN) に略一致するようにフィードバック制御される。これにより、通常のアイドル安定状態の時の低噴射圧力に相当する1圧力水準 (同一の圧力水準) Aから、通常のアイドル安定状態とは異なる高噴射圧力に相当する1圧力水準 (同一の圧力水準) Eまで、コモンレール圧力に変更されることになる。

40

【0059】

また、N回 (本例では5回) 噴射の噴射タイミング (TFIN) 基準位置をTDC近傍にセットする。また、ISC補正の目標回転速度を750rpmにセットする。また、EGR量を無くし (EGRカット)、過給圧目標値、スロットルバルブ (吸気絞り弁) 19

50

の弁開度、SCV21の弁開度を固定する。

また、パイロット噴射量学習制御の実行時のマルチ噴射における各指令値インターバルを固定する。例えば図10に示したように指令値インターバル(QP1-2)を(TPL1CR:例えば10°C A)にセットし、指令値インターバル(QP2-3)を(TPL2CR:例えば11°C A)にセットし、指令値インターバル(QP3-4)を(TPL3CR:例えば12°C A)にセットし、指令値インターバル(QP4-5)を(TFUPCR:例えば13°C A)にセットする。なお、本実施例では、QP4がメイン噴射に相当する。

ここで、後記する8気筒エンジン1の気筒グループBの噴射条件、吸排気条件の固定も、上記の8気筒エンジン1の気筒グループAの噴射条件、吸排気条件の固定と同様に実施される。

10

#### 【0060】

次に、8気筒エンジン1の気筒グループAよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、均等N分割噴射を実施する。すなわち、指令噴射量(QFIN)を略均等にマルチ噴射回数(N)分だけ分割したトータル噴射量のN等分の値(無負荷燃費のN等分の値)に相当するパイロット噴射量(QPILOT)のマルチ噴射(N回の分割噴射)を実施する(ステップS6)。このため、まず、N回噴射が均等にN分割されるマルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値(または各パイロット噴射量)を算出する。

#### 【0061】

このパイロット噴射の各噴射量指令値は、下記の数1の演算式に示したように、エンジン回転速度(NE)とアクセル開度(ACCP)との関係を予め実験により測定して作成した特性マップ(図2参照)または演算式から算出される基本噴射量(Q)に対し、エンジン冷却水温度(THW)や燃料温度(THF)等を考慮した噴射量補正量を加味して算出される指令噴射量(QFIN)をマルチ噴射回数(N回)分だけ略均等に分割したトータル噴射量(tot al Q)の1/N、例えば8気筒エンジン1の気筒グループAの運転状態がアイドル安定状態の時に用いる無負荷燃費(Qidle)の1/Nに相当するパイロット噴射量である。本実施例では、8気筒エンジン1の気筒グループAの運転状態がアイドル安定状態の時のトータル噴射量(tot al Q)が5mm<sup>3</sup>/stであり、マルチ噴射回数を5回にセットすると、マルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値(または各パイロット噴射量)は1mm<sup>3</sup>/stとなる。

20

30

#### 〔数1〕

$$\begin{aligned} \text{パイロット噴射量} &= (\text{Qidle}) / N + \text{前回学習値} \times \text{補正} \\ &= (\text{tot al Q}) / N + \text{前回学習値} \times \text{補正} \end{aligned}$$

#### 【0062】

ここで、パイロット噴射量は、無負荷燃費の1/Nの噴射量指令値である(Qidle)/Nをベースとし、下記の数2の演算式に示したように、パイロット噴射量学習制御の実行時のマルチ噴射における各指令値インターバルの影響、各噴射の開始時期(タイミング)によるエンジン気筒内圧力の影響、燃料の噴射圧力(=コモンレール圧力)の影響等を考慮し、図11に示したように、N回噴射が実際に等量のパイロット噴射量となるようにパイロット噴射の各噴射量指令値(QPL1=QPL2=QPL3=QPL4(Qmaxin)=QPL5(Qfup)=tot al Q/N)を補正するようにしても良い。

40

#### 〔数2〕

$$\begin{aligned} \text{パイロット噴射量} &= \text{Qidle} / N + \text{QPLCPQ} + \text{QINT} \\ &\quad + \text{前回学習値} \times \text{補正} \end{aligned}$$

#### 【0063】

但し、Qidleはエンジン回転速度(NE)とアクセル開度(ACCP)と基本噴射量(Q)との関係を予め実験等により測定して作成した特性マップまたは演算式より算出される適合値で、QPLCPQはエンジン気筒内圧力補正係数で、QINTはインターバル依存性補正係数である。ここで、QPLCPQおよびQINTは、マルチ噴射における1噴射当たりの微小噴射量(=パイロット噴射量:QPILOT)に対する噴射量補正量ではな

50

く、マルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値(=パイロット噴射期間: T Q PILOT)に対する噴射期間補正量(= T Q パルスの通電時間補正量)であっても良い。

【0064】

次に、図8(c)に示したように、8気筒エンジン1の気筒グループAよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、しかも均等N分割噴射を実施しながら、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎のパイロット噴射量に対する第1噴射量補正量(FCCB補正量: Q FCCB)を学習する第1学習制御(気筒間回転変動補正: FCCB補正)を実施する(第1学習制御実行手段: ステップS7)。これは、図12に示したように、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒間の回転速度変動量差に応じて、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒の燃料噴射量を増減する第1学習制御(FCCB補正)を実施することにより、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒間の回転速度変動が平滑化するように、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎のマルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値に、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒間の回転速度変動を平滑化する方向への第1噴射量補正量(FCCB補正量: Q FCCB)をそれぞれ付加する。このとき、各気筒毎の各噴射のFCCB補正量は、上記の無負荷燃費(Qidle)の1/Nに相当するパイロット噴射量にそれぞれQ FCCB/Nずつ反映させる。

【0065】

次に、8気筒エンジン1の気筒グループAよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、しかも均等N分割噴射を実施しながら、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎のパイロット噴射量に対する第2噴射量補正量(ISC補正量: Q ISC)を学習する第2学習制御(平均回転速度補正: ISC補正)を実施する(第2学習制御実行手段: ステップS8)。これは、図12に示したように、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の平均エンジン回転速度を目標回転速度(目標アイドル回転速度)に合わせるために第2学習制御(ISC補正)を実施し、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の各噴射のFCCB補正量(Q FCCB/N)に、目標回転速度に合わせるための第2噴射量補正量(ISC補正量: Q ISC)を全気筒一律に付加する。このとき、ISC補正量は、上記の無負荷燃費(Qidle)の1/Nに相当するパイロット噴射量と8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の各噴射のFCCB補正量(Q FCCB/N)とを加算した値にQ ISC/Nを全気筒一律に反映させる。なお、ISC補正は、例えば50~70 msec間隔で1 mm<sup>3</sup>/stずつ、8気筒エンジン1の気筒グループAの全気筒に一律に付加して所定時間またはISC補正量(Q ISC)が安定するまで、つまり平均エンジン回転速度が目標回転速度に略一致するまで継続して実行される。

【0066】

次に、上記のパイロット噴射量学習制御の実行途中のエンジン負荷変動量が負荷変動判定値を越えていないか否かを判定する。すなわち、図13(a)に示したように、エアコンやパワーステアリング等のエンジン負荷変動を検出できる各種センサからのセンサ信号、スイッチからのスイッチ信号、および最初に実行された初回(学習開始時)の第2学習制御(ISC補正)から今回実行された今回の第2学習制御(ISC補正)までの全てのISC補正量(Q ISC)を積算した積算ISC補正量が、負荷変動判定値を越えていないか否かを判定する(ステップS9)。この判定結果がNOの場合、つまりエンジン負荷変動量が負荷変動判定値を越えている場合には、誤学習または過学習を防止するために、パイロット噴射量学習制御を中断して、図9の制御ルーチンを抜ける。このとき、上記のFCCB補正量(Q FCCB)およびISC補正量(Q ISC)を再学習しても良い。

【0067】

また、ステップS9の判定結果がYESの場合、つまりエンジン負荷変動量が負荷変動判定値まで到達していない場合には、8気筒エンジン1の気筒グループAが安定して運転されているか否かを判定する。すなわち、図13(b)に示したように、パイロット噴射量学習制御の実行時であるか否か、更に、前回のFCCB補正量(Q FCCB)に対する

10

20

30

40

50

今回の F C C B 補正量 ( Q F C C B ) の変化量、あるいは前回の I S C 補正量 ( Q I S C ) に対する今回の I S C 補正量 ( Q I S C ) の変化量、あるいは燃料の噴射圧力の変動量、あるいはエンジン回転速度の変動量がそれぞれ所定の範囲内にあるか否かを判定する ( ステップ S 1 0 ) 。この判定結果が N O の場合、つまり 8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A が安定して運転されていないと判断した場合には、パイロット噴射量学習制御を中止して、図 9 の制御ルーチンを抜ける。

【 0 0 6 8 】

また、ステップ S 1 0 の判定結果が Y E S の場合、つまり 8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A が安定して運転されている場合には、図 1 4 に示したように、I S C 補正量および F C C B 補正量から現在の圧力水準のコモンレール圧力での、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎の今回学習値を算出する ( 学習値算出手段 : ステップ S 1 1 ) 。なお、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎の今回学習値は、ステップ S 7 の各噴射毎の F C C B 補正量をマルチ噴射回数 ( N 回 ) で割り算した値 { ( Q F C C B ) / N } とステップ S 8 の各噴射毎の I S C 補正量をマルチ噴射回数 ( N 回 ) で割り算した値 { ( Q I S C ) / N } により、下記の数 3 の演算式で表わされ、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎に、しかも予め設定された複数の異なる各圧力水準のコモンレール圧力毎に算出される。

〔 数 3 〕

$$\begin{aligned} \text{今回学習値} &= Q I S C / N + Q F C C B / N + \text{前回学習値} \\ &= ( Q I S C + Q F C C B ) / N + \text{前回学習値} \\ &= ( I S C \text{補正量} + F C C B \text{補正量} ) / N + \text{前回学習値} \end{aligned}$$

【 0 0 6 9 】

なお、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎の今回学習値は、パイロット噴射の無負荷燃費 / N の噴射量指令値 ( t o t a l Q / N ) に加算する、現在の圧力水準のコモンレール圧力での、マルチ噴射における 1 噴射当たりの微小噴射量 ( = パイロット噴射量 ) に対する噴射量補正量 ( 補正值 ) として算出される。ここで、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎の今回学習値は、マルチ噴射における 1 噴射当たりの微小噴射量 ( = パイロット噴射量 : Q P I L O T ) に対する噴射量補正量ではなく、マルチ噴射における 1 噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値 ( = パイロット噴射期間 : T Q P I L O T ) に対する噴射期間補正量 ( = T Q パルスの通電時間補正量 ) であっても良い。

【 0 0 7 0 】

次に、ステップ S 1 1 で算出された、8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の各気筒毎の今回学習値の水準判定 ( 学習値ガード ) を行い、今回学習値の水準を管理する。すなわち、今回学習値の過学習または誤学習を防ぐため、図 1 5 ( a ) に示したように、前回学習値に対する今回学習値の変化量 ( 前回学習値と今回学習値との差 ) が学習値正常範囲 ( パイロット噴射量学習制御 1 回当たりの学習値変更可能範囲 ) 内であるか否かを判定する。また、最初に実行された初回 ( 学習開始時 ) の学習初期値から今回実行された今回学習値までの全ての学習値を積算した積算学習量 ( トータル学習量 ) が過学習または誤学習判定値を越えているか否かを判定する ( ステップ S 1 2 ) 。この判定結果が N O の場合、つまり今回学習値が異常値であると判断した場合には、その今回学習値は無効とし、図 9 の制御ルーチンを抜ける。このとき、上記の F C C B 補正量 ( Q F C C B ) および I S C 補正量 ( Q I S C ) を再学習しても良い。

【 0 0 7 1 】

また、ステップ S 1 2 の判定結果が Y E S の場合には、予め設定された複数の異なる全圧力水準のコモンレール圧力での学習値の算出が終了しているか否かを判定する。例えば 1 圧力水準 E ( M P a ) のコモンレール圧力での学習値の算出が終了しているか否かを判定する ( ステップ S 1 3 ) 。この判定結果が N O の場合、すなわち、予め設定された複数の異なる全圧力水準 ( A , B , C , D ) のコモンレール圧力毎の学習値の算出が終了していない場合には、ステップ S 1 からステップ S 4 を経てステップ S 5 の処理に進み、ステップ S 5 にて 8 気筒エンジン 1 の気筒グループ A の噴射条件や吸排気条件等を変更するこ

となく、ただ設定された先の圧力水準から次の圧力水準（例えば A B , B C , C D , D E ）にコモンレール圧力を変更して、再度パイロット噴射量学習制御を実行して、ISC補正量およびFCCB補正量から次の圧力水準のコモンレール圧力での8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎への学習値を算出する。

【0072】

また、ステップS13の判定結果がYESの場合、つまり予め設定された複数の異なる全圧力水準のコモンレール圧力毎の学習値の算出が終了していることが確認できた場合には、ステップS11で算出した学習値、つまり各圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の各学習値を、図15(b)の形式の学習値マップに書き込み、各圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の各学習値をスタンバイRAMまたはEEPROM等のメモリに記憶（バックアップ）する（学習値記憶手段：ステップS14）。次に、気筒グループA学習完了フラグをONする（ステップS15）。その後、ステップS1からステップS2を経てステップS3の判定処理に進む。

10

【0073】

また、ステップS3の判定結果がNOの場合には、気筒グループB学習未完了か否かを判定する。具体的には、気筒グループB学習完了フラグがONしているか否かを判定する（ステップS16）。この判定結果がYESの場合には、図7に示したように、気筒グループB：#1気筒、#4気筒、#6気筒、#7気筒よりなる4気筒での減筒運転を行う。すなわち、気筒グループBに対応した4個のインジェクタ4の電磁弁のみを所定の噴射タイミング毎に開弁駆動して、以下のパイロット噴射量学習制御を実施する（ステップS17）。

20

【0074】

次に、上記のステップS5と同様な処理方法で、8気筒エンジン1の気筒グループBの燃焼状態（噴射条件、吸排気条件）を固定する（ステップS18）。次に、上記のステップS6と同様な処理方法で、8気筒エンジン1の気筒グループBよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、均等N分割噴射を実施する（ステップS19）。次に、上記のステップS7と同様な処理方法で、図8(d)に示したように、8気筒エンジン1の気筒グループBよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、しかも均等N分割噴射を実施しながら、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎のパイロット噴射量に対する第1噴射量補正量（FCCB補正量：QFCCB）を学習する第1学習制御（気筒間回転変動補正：FCCB補正）を実施する（第1学習制御実行手段：ステップS20）。次に、上記のステップS8と同様な処理方法で、8気筒エンジン1の気筒グループBよりなる4気筒での減筒運転を行いながら、しかも均等N分割噴射を実施しながら、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎のパイロット噴射量に対する第2噴射量補正量（ISC補正量：QISC）を学習する第2学習制御（平均回転速度補正：ISC補正）を実施する（第2学習制御実行手段：ステップS21）。

30

【0075】

次に、上記のステップS9と同様な判定方法で、上記のパイロット噴射量学習制御の実行途中のエンジン負荷変動量が負荷変動判定値を越えていないか否かを判定する（ステップS22）。この判定結果がNOの場合には、パイロット噴射量学習制御を中断する。

40

また、ステップS22の判定結果がYESの場合には、上記のステップS10と同様な判定方法で、8気筒エンジン1の気筒グループBが安定して運転されているか否かを判定する（ステップS23）。この判定結果がNOの場合には、パイロット噴射量学習制御を中止する。

【0076】

また、ステップS23の判定結果がYESの場合には、上記のステップS11と同様な演算方法で、ISC補正量およびFCCB補正量から現在の圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎の今回学習値を算出する（学習値算出手段：ステップS24）。次に、上記のステップS12と同様な判定方法で、ステップ

50

S 2 4で算出された、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎の今回学習値の水準判定(学習値ガード)を行う(ステップS 2 5)。この判定結果がNOの場合には、その今回学習値は無効とする。

【0077】

また、ステップS 2 5の判定結果がYESの場合には、予め設定された複数の異なる全圧力水準のコモンレール圧力での学習値の算出が終了しているか否かを判定する(ステップS 2 6)。この判定結果がNOの場合には、ステップS 1 からステップS 1 6を経てステップS 1 7以下の処理に進む。

【0078】

また、ステップS 2 6の判定結果がYESの場合には、ステップS 2 4で算出した学習値、つまり各圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎の各学習値を、ステップS 1 4の処理と同様に、図13(b)の形式の学習値マップに書き込み、各圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎の各学習値をスタンバイRAMまたはEEPROM等のメモリに記憶(バックアップ)する(学習値記憶手段:ステップS 2 7)。次に、気筒グループB学習完了フラグをONする(ステップS 2 8)。以上により、パイロット噴射量学習制御を終了し、図9の制御ルーチンを抜ける。

【0079】

ここで、気筒グループA学習完了フラグおよび気筒グループB学習完了フラグは、イグニッションスイッチのオフ(IG・OFF)回数、あるいは車両の走行距離、あるいは8気筒エンジン1の運転時間、あるいはインジェクタ4の経時劣化量、あるいはインジェクタ4の気筒間噴射量ばらつき量、あるいはマルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値(=パイロット噴射期間:TQPILLOT)に対する噴射量ズレ量が、所定値を越えた時点で、自動的にOFFするように設定しても良い。

【0080】

以上のパイロット噴射量学習制御が終了したら、通常運転に戻る。そして、格納された各圧力水準のコモンレール圧力での、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎の各学習値を噴射量補正量として、下記の数4の演算式に基づくパイロット噴射量の算出時に反映させる。なお、パイロット噴射量学習制御で使用した圧力水準以外、つまり予め設定された複数の異なる全圧力水準のコモンレール圧力以外の、マルチ噴射における1噴射当たりの微小噴射量(=パイロット噴射量:QPILLOT)に対する噴射量補正量については2点補間等にて算出する。

〔数4〕

$$\begin{aligned} \text{パイロット噴射量} = & (QPLB + QISC \times KISC) \times QKTHF \\ & + QFCCB \times KFCCB + \text{学習値} \times QKPC \times QKNE \\ & + QPLCPQ + QINT \end{aligned}$$

【0081】

但し、QPLBは適合値(エンジン回転速度(NE)とアクセル開度(ACCP)と基本噴射量(Q)との関係を予め実験等により測定して作成した特性マップより算出)で、QISCはISC補正量で、KISCはISC補正量反映係数で、QKTHFは燃料温度補正係数で、QFCCBはFCCB補正量で、KFCCBはFCCB補正量反映係数で、QKPCは学習値圧力感度補正係数で、QKNEは学習値エンジン回転速度感度補正係数で、QPLCPQはエンジン気筒内圧力補正係数で、QINTはインターバル依存性補正係数である。学習値は、メモリに記憶された図13(b)の形式の学習値マップから算出する複数の異なる各圧力水準毎の、各気筒毎への今回学習値である。ここで、QPLCPQおよびQINTは、マルチ噴射における1噴射当たりの微小噴射量(=パイロット噴射量:QPILLOT)に対する噴射量補正量ではなく、マルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値(=パイロット噴射期間:TQPILLOT)に対する噴射期間補正量(=TQパルスの通電時間補正量)であっても良い。

【0082】

10

20

30

40

50

【実施例 1 の効果】

以上のように、本実施例のコモンレール式燃料噴射システムにおいては、パイロット噴射量学習制御の実行（パイロット学習前提条件の成立およびパイロット学習実行条件の成立）時に、複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量を略均等にマルチ噴射回数（N回）分だけ分割したトータル噴射量の $1/N$ の値に相当するパイロット噴射量（QPILLOT）のマルチ噴射を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）を実行すると共に、アイドル回転速度（平均エンジン回転速度）を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISCB補正量）を学習する第2学習制御（ISCB補正）を実行するように構成されている。

【0083】

それによって、複数の異なる各圧力水準毎に算出された各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）、および全気筒一律の第2噴射量補正量（ISCB補正量）に基づいて、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、マルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射量（QPILLOT）に対する噴射量補正量、あるいはマルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値（＝パイロット噴射期間：TQPILLOT）に対する噴射期間補正量（＝TQパルスの通電時間補正量）を補正することができる。

【0084】

また、エンジンのアイドル安定状態における燃料の噴射圧力に限定することなく、複数の異なる各圧力水準毎に、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）を実行すると共に、アイドル回転速度（平均エンジン回転速度）を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISCB補正量）を学習する第2学習制御（ISCB補正）を実行するように構成されている。

【0085】

それによって、インジェクタ単品でも保証が難しい高噴射圧力で、且つ例えば $1\text{ mm}^3/\text{st}$ 程度の微小噴射量の場合、あるいは低噴射圧力で、且つ微小噴射量の場合、あるいは中噴射圧力で、且つ例えば $1\text{ mm}^3/\text{st}$ 程度の微小噴射量の場合でも、通常のエンジン運転時に使用する広範囲の運転領域に渡って、マルチ噴射における1噴射当たりのパイロット噴射の各噴射量指令値（＝パイロット噴射期間、TQパルスの通電時間）に対する噴射量ばらつき量または気筒間噴射量ばらつき量、インジェクタ4の個体差またはインジェクタ4の経時劣化量を、微小噴射量のマルチ噴射を行いながら、8気筒エンジン1の気筒グループAの各気筒毎に定量的に把握することができると共に、8気筒エンジン1の気筒グループBの各気筒毎に定量的に把握することができる。

【0086】

また、従来の学習制御では、図8（a）、（b）に示したように、例えばV型8気筒エンジン1でパイロット噴射量学習制御を実行する場合、気筒間噴射量ばらつきと各気筒毎の回転速度変動のばらつきとの相関が低く、気筒間噴射量ばらつきに対する、気筒間の回転速度変動を平滑化するための各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習、およびアイドル回転速度（平均エンジン回転速度）を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISCB補正量）の学習を正確に感度良く実施することが困難であった。

【0087】

しかし、本実施例のコモンレール式燃料噴射システムにおいては、パイロット学習前提条件の成立およびパイロット学習実行条件の成立時に、例えばV型8気筒エンジン1でパイロット噴射量学習制御を実行する場合に、図7に示したような4気筒ずつの2つの気筒グループA、BにK（例えば2）分割し、それぞれの気筒グループA、B毎に、4気筒での減筒運転を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）を実行すると共に、アイドル回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISCB補正量）を学習する第2学習制御（ISCB補正）を実行している。

【0088】

10

20

30

40

50

そして、図8(c)、(d)に示したように、4気筒での減筒運転を行うことにより、気筒間噴射量ばらつきに対する、気筒間の回転速度変動を平滑化するための第1噴射量補正量(FCCB補正量)の学習補正、およびアイドル回転速度(平均エンジン回転速度)を目標回転速度に維持するのに必要な第2噴射量補正量(ISC補正量)の学習補正における各噴射量補正量の感度が高くなる。すなわち、燃料の噴射を間引くことができるだけでなく、8気筒エンジン1の気筒グループAまたは気筒グループBの各気筒毎の回転速度変動の検出値、8気筒エンジン1の気筒グループAまたは気筒グループBの全気筒間の回転速度変動の平均値および8気筒エンジン1の気筒グループAまたは気筒グループBの各気筒の平均回転速度の検出(算出)タイミングを間引くことができるようになる。それによって、それぞれの気筒グループA、B毎における気筒間の噴射量ばらつきや、それぞれの気筒グループA、B毎における気筒間の回転速度変動が大きく現れ、気筒間の噴射量ばらつきと気筒間の回転速度変動との相関が高くなる。これにより、上記のパイロット噴射量等の微小噴射量の学習制御を正確に実施することができ、また、8気筒エンジン1でもできる限り精度良く実施することができる。

【0089】

[変形例]

本実施例では、本発明を、パイロット噴射量学習制御装置を備えたコモンレール式燃料噴射システムに適用した例を示したが、本発明を、コモンレールを備えず、電子制御方式の分配型燃料噴射ポンプまたは電子制御方式の列型燃料噴射ポンプ等を備えた内燃機関用燃料噴射装置に適用しても良い。また、本実施例では、電磁式燃料噴射弁よりなるインジェクタ4を用いた例を説明したが、圧電方式の燃料噴射弁よりなるインジェクタを用いても良い。また、メイン噴射に先立って行なわれるパイロット噴射(プレ噴射とも言う)の回数は、1回以上任意に設定しても良く、また、メイン噴射の後に行なわれるパイロット噴射(アフター噴射とも言う)の回数も、0回または1回以上任意に設定しても良い。

【0090】

本実施例では、図9の制御ルーチンのステップS6、S19に示す分割噴射を正確に均等にN回に分割する均等分割噴射としたが、これは必ずしも正確に均等にN回に分割する均等分割噴射に限定しなくても良い。あるいは、N回均等分割噴射を、例えばtotal  $Q = 5 \text{ mm}^3 / \text{st}$  の場合、 $1 \text{ mm}^3 / \text{st}$ 、 $1 \text{ mm}^3 / \text{st}$ 、 $1 \text{ mm}^3 / \text{st}$ 、 $2 \text{ mm}^3 / \text{st}$  の4回に略均等に分割噴射し、FCCB補正量、ISC補正量の各噴射への反映を分割方法に応じて適切に(例えば1:1:1:2の比例配分または各々1/4等)反映し、図9の制御ルーチンのステップS11、S24に示す、8気筒エンジン1の気筒グループA、Bの各気筒毎の今回学習値の算出を行なっても良い。

以上のような方法で本発明を実施しても、概ね上記実施例と同等の効果を達成することができる。

【0091】

本実施例では、8気筒エンジン1の各気筒毎への噴射量補正量または噴射期間補正量を更新して記憶する補正量記憶手段としてスタンバイRAMまたはEEPROMを用いたが、スタンバイRAMまたはEEPROMを用いずに、EPROM、フラッシュ・メモリ等の不揮発性メモリ、DVD-ROM、CD-ROM、あるいはフレキシブル・ディスクのような他の記憶媒体を用いて、前回または今回のパイロット噴射量学習制御により更新した前回学習値または今回学習値を記憶するようにしても良い。この場合にも、イグニッションスイッチをオフ(IG・OFF)した後、あるいはエンジンキーをキーシリンダより抜いた後も、記憶した内容は保存される。

【0092】

また、上記のパイロット噴射量学習制御によってFCCB補正量が所定値以上の場合、あるいはISC補正量が所定値以上の場合、あるいはトータルの学習量が所定値以上の場合、あるいは前回学習値と今回学習値との差が所定の範囲外の場合には、噴射量指令値に対して所定値以上の噴射量パラツキがあることを検出できるので、インジェクタ単品個々の故障も検出できる。この場合には、異常警告ランプ(インジケータランプ)を点灯して

10

20

30

40

50

運転者にインジェクタ4の交換を促すようにしても良い。また、上記のパイロット噴射量学習制御を一定または可変の学習補正頻度（例えば走行距離等）にて実行できるようにしても良い。

【0093】

本実施例では、所定のエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、しかも複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量を略均等にマルチ噴射回数だけ分割したトータル噴射量のN等分の値に相当する微小噴射量のマルチ噴射（多段噴射）を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）を実行すると共に、アイドル回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISC補正量）を学習する第2学習制御（ISC補正）を実行するようにしているが、所定のエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、しかも複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量の燃料噴射（単段噴射）を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）を実行すると共に、アイドル回転速度を目標回転速度に維持するのに必要な、全気筒一律の第2噴射量補正量（ISC補正量）を学習する第2学習制御（ISC補正）を実行するようにしても良い。

10

【0094】

また、所定のエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、しかも複数の異なる各圧力水準毎に、指令噴射量の燃料噴射（単段噴射）を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）のみを実行するようにしても良い。また、所定のエンジン運転条件が成立した際に、エンジンの全気筒を、複数の気筒グループに略均等にK分割すると共に、それぞれの気筒グループ毎にその気筒数での減筒運転を行いながら、各気筒毎の第1噴射量補正量（FCCB補正量）を学習する第1学習制御（FCCB補正）のみを実行するようにしても良い。

20

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】コモンレール式燃料噴射システムの全体構成を示した概略図である（実施例1）。

30

【図2】基本噴射量を算出するための特性図である（実施例1）。

【図3】噴射指令パルス時間を算出するための特性図である（実施例1）。

【図4】（a）はTQパルスの通電時間を示したタイミングチャートで、（b）はインジェクタ駆動電流波形を示したタイミングチャートで、（c）は燃料噴射率を示したタイミングチャートである（実施例1）。

【図5】パイロット噴射量を算出するための特性図である（実施例1）。

【図6】パイロットインターバルを算出するための特性図である（実施例1）。

【図7】気筒グループの分割パターンを示した説明図である（実施例1）。

40

【図8】（a）は8気筒エンジンの気筒間噴射量ばらつきを示した説明図で、（b）は8気筒での運転時の各気筒毎の回転速度変動の検出値と全気筒の回転速度変動の平均値を示した説明図で、（c）は気筒グループAにおける4気筒での減筒運転時の各気筒毎の回転速度変動の検出値と全気筒の回転速度変動の平均値を示した説明図で、（d）は気筒グループBにおける4気筒での減筒運転時の各気筒毎の回転速度変動の検出値と全気筒の回転速度変動の平均値を示した説明図である（実施例1）。

【図9】パイロット噴射量学習制御方法を示したフローチャートである（実施例1）。

【図10】均等分割噴射の噴射パターンを示した説明図である（実施例1）。

【図11】噴射挙動および制御内容概要を示したモデル図である（実施例1）。

【図12】噴射挙動および制御内容概要を示したモデル図である（実施例1）。

50

【図13】(a)はエンジン負荷変動に対するISC補正量の変化を示したタイミングチャートで、(b)は学習中止条件を示したブロック図である(実施例1)。

【図14】噴射挙動および制御内容概要を示したモデル図である(実施例1)。

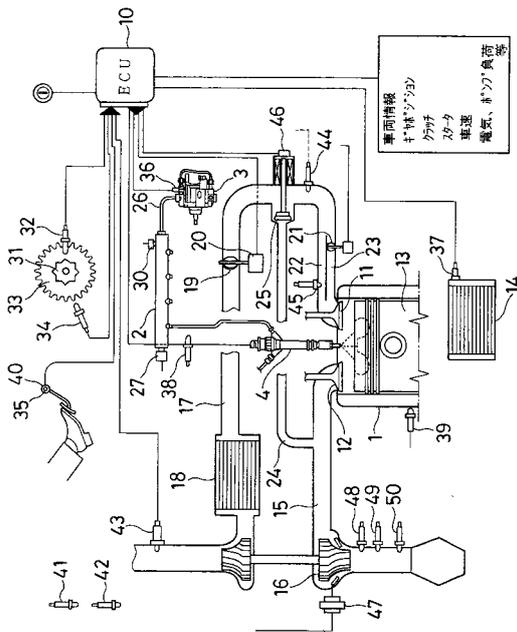
【図15】(a)は学習値ガードを示した説明図で、(b)は学習値マップを示した図である(実施例1)。

【符号の説明】

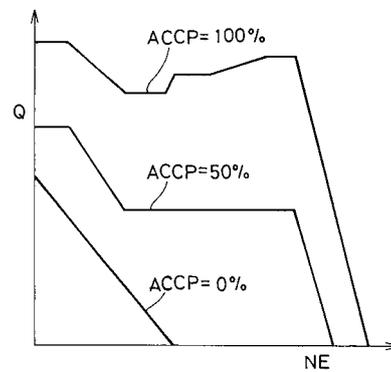
【0096】

- 1 8気筒エンジン(少なくとも6気筒以上の多気筒エンジン)
- 2 コモンレール
- 3 サプライポンプ(燃料供給ポンプ)
- 4 インジェクタ
- 10 ECU(エンジン制御装置、内燃機関用噴射量制御装置)

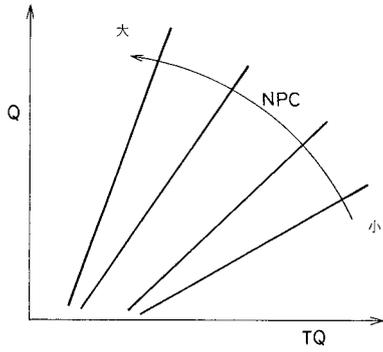
【図1】



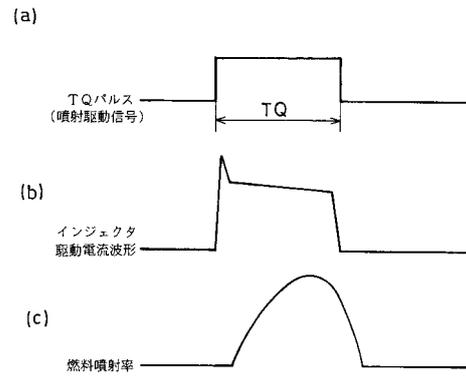
【図2】



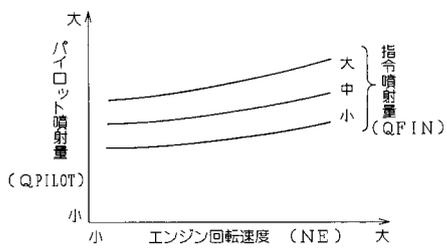
【図3】



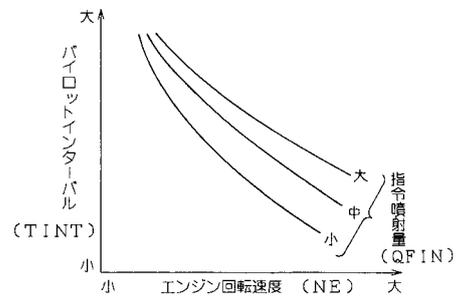
【図4】



【図5】

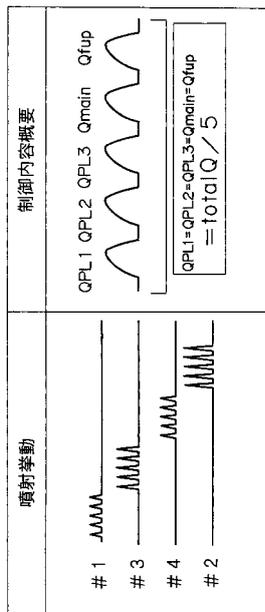


【図6】

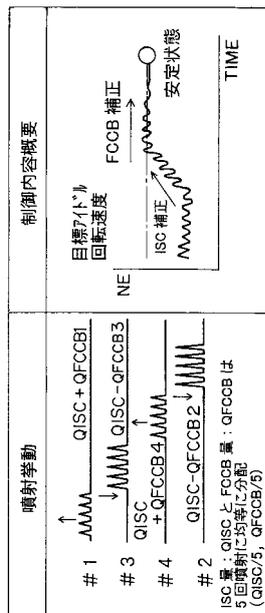




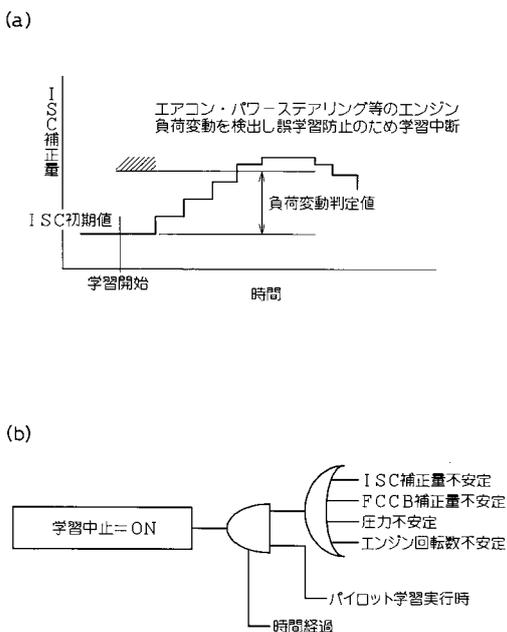
【 図 1 1 】



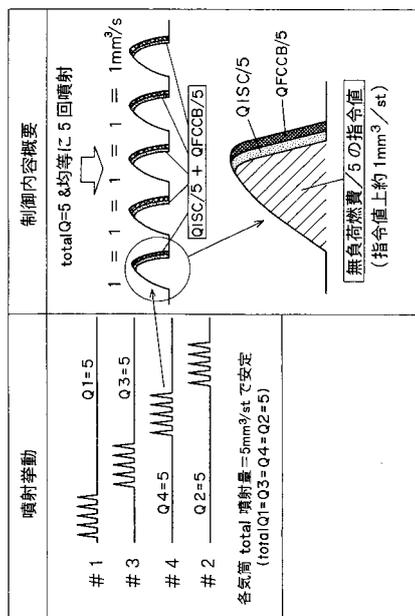
【 図 1 2 】



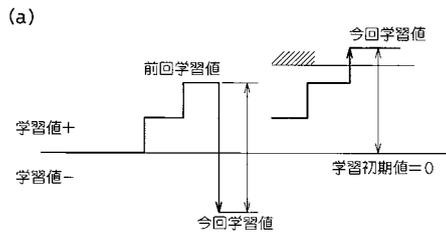
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



(b)

	#1	#3	#4	#2
A MP a				
B MP a				
C MP a				
D MP a				
E MP a				

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

**F 0 2 D 41/38 (2006.01)**  
**F 0 2 D 45/00 (2006.01)**

F I

F 0 2 D 41/38 A  
F 0 2 D 41/38 B  
F 0 2 D 45/00 3 3 0  
F 0 2 D 45/00 3 4 0 C  
F 0 2 D 45/00 3 4 0 D  
F 0 2 D 45/00 3 6 2 J

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F 0 2 D 4 1 / 1 6  
F 0 2 D 1 7 / 0 2  
F 0 2 D 4 1 / 0 2  
F 0 2 D 4 1 / 0 4  
F 0 2 D 4 1 / 3 4  
F 0 2 D 4 1 / 3 8  
F 0 2 D 4 5 / 0 0