

(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2010-168905

(P2010-168905A)

(43) 公開日 平成22年8月5日(2010.8.5)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| FO2D 41/14 (2006.01) | FO2D 41/14 310H | 3G301 |
| FO2D 41/34 (2006.01) | FO2D 41/34 C | |
| FO2D 41/22 (2006.01) | FO2D 41/22 325M | |
| FO2M 69/00 (2006.01) | FO2M 69/00 360G | |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-9560 (P2009-9560)
 (22) 出願日 平成21年1月20日 (2009.1.20)

(71) 出願人 00004260
 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 100098420
 弁理士 加古 宗男
 (72) 発明者 市原 英明
 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 杉山 幸一
 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 山下 義典
 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

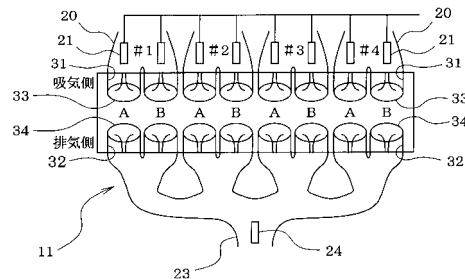
(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比学習制御装置

(57) 【要約】

【課題】 各気筒の吸気側にそれぞれ2つの燃料噴射弁を配置した内燃機関において、各気筒の2つの燃料噴射弁の噴射特性ずれを個別に学習補正できるようにする。

【解決手段】 各気筒の燃料噴射時期毎に各気筒の2つの燃料噴射弁21を全て噴射動作させて空燃比F/B制御を実行しているときに空燃比F/B補正量に基づいてエンジン11全体の燃料噴射弁21の噴射特性ずれ(全体噴射特性ずれ)を学習する。この後、空燃比F/B制御実行中にいずれか1つの気筒(学習対象気筒)のみで片方の燃料噴射弁21の噴射を停止して他方の燃料噴射弁21のみで学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁21をそれぞれ順番に切り替えて実施して各燃料噴射弁21の噴射停止前後の空燃比F/B補正量の変化量に基づいて学習対象気筒の各燃料噴射弁21の噴射特性ずれ(個別噴射特性ずれ)を個別に学習する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の気筒を有する内燃機関の各気筒の吸気側にそれぞれ複数の燃料噴射弁を配置すると共に、排気通路に排出ガスの空燃比又はリッチ/リーンを検出する排出ガスセンサを配置し、前記排出ガスセンサの出力に基づいて空燃比フィードバック補正量を設定して前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を前記空燃比フィードバック補正量で補正する空燃比フィードバック制御を実行する空燃比制御手段を備えた内燃機関の空燃比学習制御装置において、

前記各気筒の燃料噴射時期毎に前記各気筒の複数の燃料噴射弁を全て噴射動作させて前記空燃比フィードバック制御を実行しているときに前記空燃比フィードバック補正量に基づいて前記内燃機関全体の燃料噴射弁噴射特性ずれ（以下「全体噴射特性ずれ」という）を学習する全体噴射特性ずれ学習手段と、

前記空燃比フィードバック制御を実行しているときにいずれか1つの気筒（以下「学習対象気筒」という）のみでいずれか1つの燃料噴射弁の噴射を停止して他の燃料噴射弁のみで前記学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、前記学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁をそれぞれ順番に切り替えて実施して各燃料噴射弁の噴射停止前後の前記空燃比フィードバック補正量の変化量に基づいて前記学習対象気筒の各燃料噴射弁の噴射特性ずれ（以下「個別噴射特性ずれ」という）を個別に学習する個別噴射特性ずれ学習手段とを備え、

前記空燃比制御手段は、前記全体噴射特性ずれの学習値と前記個別噴射特性ずれの学習値とを用いて前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を個別に補正することを特徴とする内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項 2】

前記個別噴射特性ずれ学習手段は、前記全体噴射特性ずれ学習手段により前記全体噴射特性ずれの学習が完了した後に、前記各燃料噴射弁の燃料噴射量を前記全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態で前記個別噴射特性ずれを学習することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項 3】

複数の気筒を有する内燃機関の各気筒の吸気側にそれぞれ複数の燃料噴射弁を配置すると共に、排気通路に排出ガスの空燃比又はリッチ/リーンを検出する排出ガスセンサを配置し、前記排出ガスセンサの出力に基づいて空燃比フィードバック補正量を設定して前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を前記空燃比フィードバック補正量で補正する空燃比フィードバック制御を実行する空燃比制御手段を備えた内燃機関の空燃比学習制御装置において、

前記各気筒の燃料噴射時期毎に前記各気筒の複数の燃料噴射弁を全て噴射動作させて前記空燃比フィードバック制御を実行しているときに前記空燃比フィードバック補正量に基づいて前記内燃機関全体の燃料噴射弁噴射特性ずれ（以下「全体噴射特性ずれ」という）を学習する全体噴射特性ずれ学習手段と、

前記空燃比フィードバック制御を実行しているときに前記各気筒の複数の燃料噴射弁のうちいずれか1つの燃料噴射弁からなる燃料噴射弁グループの噴射を停止して他の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、噴射を停止する燃料噴射弁グループを順番に切り替えて実施して燃料噴射弁グループの噴射停止前後の前記空燃比フィードバック補正量の変化量に基づいて燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（以下「グループ別噴射特性ずれ」という）を学習するグループ別噴射特性ずれ学習手段とを備え、

前記空燃比制御手段は、前記全体噴射特性ずれの学習値と前記グループ別噴射特性ずれの学習値とを用いて前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正することを特徴とする内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項 4】

前記グループ別噴射特性ずれ学習手段は、前記全体噴射特性ずれ学習手段により前記全

10

20

30

40

50

体噴射特性ずれの学習が完了した後に、前記各燃料噴射弁の燃料噴射量を前記全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態で前記グループ別噴射特性ずれを学習することを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項5】

前記空燃比フィードバック制御を実行しているときにいずれか1つの気筒（以下「学習対象気筒」という）のみでいずれか1つの燃料噴射弁の噴射を停止して他の燃料噴射弁のみで前記学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、前記学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁をそれぞれ順番に切り替えて実施して各燃料噴射弁の噴射停止前後の前記空燃比フィードバック補正量の変化量に基づいて前記学習対象気筒の各燃料噴射弁の噴射特性ずれ（以下「個別噴射特性ずれ」という）を個別に学習する個別噴射特性ずれ学習手段を備え、

10

前記空燃比制御手段は、前記全体噴射特性ずれの学習値と前記グループ別噴射特性ずれの学習値と前記個別噴射特性ずれの学習値を用いて前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を補正することを特徴とする請求項3又は4に記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項6】

前記個別噴射特性ずれ学習手段は、前記全体噴射特性ずれ学習手段により前記全体噴射特性ずれの学習が完了し、且つ、前記グループ別噴射特性ずれ学習手段により前記グループ別噴射特性ずれの学習が完了した後、前記各燃料噴射弁の燃料噴射量を前記全体噴射特性ずれの学習値及び前記グループ別噴射特性ずれの学習値で補正した状態で前記個別噴射特性ずれを学習することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

20

【請求項7】

内燃機関の停止中でも記憶データを保持する書き換え可能な記憶手段に前記学習値を記憶し、

前記空燃比制御手段は、前記記憶手段に前記学習値が記憶されている場合には、前記記憶手段から読み出した前記学習値を用いて前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を補正することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

【請求項8】

前記学習値が所定の許容範囲から外れたときに前記燃料噴射弁の異常と判定して運転者に警告する異常判定手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の内燃機関の空燃比学習制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の各気筒の吸気側にそれぞれ複数の燃料噴射弁を配置した内燃機関の空燃比学習制御装置に関する発明である。

【背景技術】

【0002】

従来一般的な内燃機関の空燃比制御は、排気通路のうちの触媒の上流側に、排出ガスの空燃比又はリッチ/リーンを検出する排出ガスセンサを配置し、この排出ガスセンサの出力に基づいて空燃比フィードバック補正量を設定して各気筒の燃料噴射弁の燃料噴射量を空燃比フィードバック補正量で補正する空燃比フィードバック制御を実行することで、排出ガスの空燃比を排出ガス浄化効率が高くなる触媒の浄化ウインドウ内（理論空燃比付近）に制御するようにしている。

40

【0003】

更に、特許文献1（特開昭60-90944号公報）に記載されているように、空燃比フィードバック制御実行中に空燃比フィードバック補正量に基づいて全気筒の燃料噴射弁の平均的な噴射特性ずれ（要求噴射量に対する実噴射量のずれによって生じる平均的な空燃比のずれ）を補正するための学習補正量を学習してメモリに記憶しておき、学習完了後

50

は、各気筒の燃料噴射弁の燃料噴射量を空燃比フィードバック補正量と学習補正量で補正して空燃比制御精度を高めるようにしたものがある。

【0004】

また、特許文献2（特開2006-299945号公報）に記載されているように、内燃機関の気筒内での燃料噴霧の微粒化やポートウエット低減（吸気ポート内壁面への燃料付着量低減）等を目的として、内燃機関の各気筒の2つの吸気ポートにそれぞれ燃料噴射弁を配置して、各気筒にそれぞれ2つの燃料噴射弁で燃料を噴射するようにしたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭60-90944号公報

【特許文献2】特開2006-299945号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、燃料噴射弁の個体差（製造ばらつき）や経時変化等によって燃料噴射弁の噴射特性ずれが発生し、しかも、この噴射特性ずれは、燃料噴射弁毎にずれ量が異なる。そこで、上記特許文献2に記載された各気筒にそれぞれ2本の燃料噴射弁を配置したシステムにおいても、上記特許文献1の空燃比学習制御技術を適用することが考えられるが、上記特許文献1の空燃比学習制御技術は、全気筒の燃料噴射弁の平均的な噴射特性ずれ（平均的な空燃比のずれ）を学習補正量として学習するものであるため、各気筒の2つの燃料噴射弁のそれぞれの噴射特性ずれを個別に補正することはできない。このため、各燃料噴射弁の噴射特性ずれのばらつきにより、気筒間の空燃比ばらつきが発生して気筒間のトルクばらつきが発生したり、排出ガスの浄化効率が低下する等の問題を解決できない。

【0007】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、各気筒の吸気側にそれぞれ複数の燃料噴射弁を配置した内燃機関において、各気筒の複数の燃料噴射弁の噴射特性ずれを個別又はグループ別に学習補正できる内燃機関の空燃比学習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】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、複数の気筒を有する内燃機関の各気筒の吸気側にそれぞれ複数の燃料噴射弁を配置すると共に、排気通路に排出ガスの空燃比又はリッチ/リーンを検出する排出ガスセンサを配置し、前記排出ガスセンサの出力に基づいて空燃比フィードバック補正量を設定して前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を前記空燃比フィードバック補正量で補正する空燃比フィードバック制御を実行する空燃比制御手段を備えた内燃機関の空燃比学習制御装置において、前記各気筒の燃料噴射時期毎に前記各気筒の複数の燃料噴射弁を全て噴射動作させて前記空燃比フィードバック制御を実行しているときに前記空燃比フィードバック補正量に基づいて前記内燃機関全体の燃料噴射弁噴射特性ずれ（以下「全体噴射特性ずれ」という）を学習する全体噴射特性ずれ学習手段と、前記空燃比フィードバック制御を実行しているときにいずれか1つの気筒（以下「学習対象気筒」という）のみでいずれか1つの燃料噴射弁の噴射を停止して他の燃料噴射弁のみで前記学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、前記学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁をそれぞれ順番に切り替えて実施して各燃料噴射弁の噴射停止前後の前記空燃比フィードバック補正量の変化量に基づいて前記学習対象気筒の各燃料噴射弁の噴射特性ずれ（以下「個別噴射特性ずれ」という）を個別に学習する個別噴射特性ずれ学習手段とを備え、前記空燃比制御手段は、前記全体噴射特性ずれの学習値と前記個別噴射特性ずれの学習値とを用いて前記各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を個別に補正することを特徴とするものである。

【0009】

10

20

30

40

50

この構成では、空燃比フィードバック制御実行中に各気筒の複数の燃料噴射弁を全て噴射動作させて内燃機関全体の燃料噴射弁噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習すると共に、空燃比フィードバック制御実行中にいずれか1つの気筒（学習対象気筒）のみでいずれか1つの燃料噴射弁の噴射を停止して他の燃料噴射弁のみで学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射して各燃料噴射弁の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習するため、学習対象気筒に要求噴射量分の燃料を噴射しながら学習対象気筒の各燃料噴射弁の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習することができ、学習対象気筒と他の気筒との間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを抑えながら個別噴射特性ずれを精度良く学習することができる。そして、全体噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を個別に補正するため、各燃料噴射弁の噴射特性ずれを個別に精度良く補正することができて、燃料噴射弁間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを効果的に低減することができる。

10

【0010】

この場合、請求項2のように、全体噴射特性ずれ学習手段により全体噴射特性ずれの学習が完了した後に、各燃料噴射弁の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態で個別噴射特性ずれを学習するようにすると良い。このようにすれば、全体噴射特性ずれを補正した状態で個別噴射特性ずれを学習できるため、個別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

【0011】

但し、本発明は、各燃料噴射弁の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正しない状態で個別噴射特性ずれを学習し、全体噴射特性ずれと個別噴射特性ずれの学習完了後に全体噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値とを用いて各燃料噴射弁の燃料噴射量を個別に補正するようにしても良い。

20

【0012】

また、請求項3のように、全体噴射特性ずれを学習する全体噴射特性ずれ学習手段の他に、空燃比フィードバック制御を実行しているときに各気筒の複数の燃料噴射弁のうちいずれか1つの燃料噴射弁からなる燃料噴射弁グループの噴射を停止して他の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、噴射を停止する燃料噴射弁グループを順番に切り替えて実施して燃料噴射弁グループの噴射停止前後の空燃比フィードバック補正量の変化量に基づいて燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（以下「グループ別噴射特性ずれ」という）を学習するグループ別噴射特性ずれ学習手段を備え、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値とを用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するようにしても良い。

30

【0013】

この構成では、空燃比フィードバック制御実行中に各気筒の複数の燃料噴射弁を全て噴射動作させて内燃機関全体の燃料噴射弁噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習すると共に、空燃比フィードバック制御実行中にいずれか1つの燃料噴射弁グループの噴射を停止して他の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射しながら燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（グループ別噴射特性ずれ）を学習するため、各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射しながらグループ別噴射特性ずれを学習することができ、気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを抑えながらグループ別噴射特性ずれを精度良く学習することができる。そして、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するため、各燃料噴射弁グループの噴射特性ずれを精度良く補正することができて、燃料噴射弁グループ間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを低減することができる。

40

【0014】

この場合、請求項4のように、全体噴射特性ずれ学習手段により全体噴射特性ずれの学習が完了した後に、各燃料噴射弁の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正した状

50

態でグループ別噴射特性ずれを学習するようにすると良い。このようにすれば、全体噴射特性ずれを補正した状態でグループ別噴射特性ずれを学習できるため、グループ別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

【0015】

但し、本発明は、各燃料噴射弁の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正しない状態でグループ別噴射特性ずれを学習し、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれの学習完了後に全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値とを用いて各燃料噴射弁の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するようにしても良い。

【0016】

更に、請求項5のように、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれと個別噴射特性ずれをそれぞれ学習し、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を補正するようにしても良い。このようにすれば、燃料噴射弁間の噴射特性ずれのばらつき及び燃料噴射弁グループ間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを低減することができる。

10

【0017】

この場合、請求項6のように、全体噴射特性ずれ学習手段により全体噴射特性ずれの学習が完了し、且つ、グループ別噴射特性ずれ学習手段によりグループ別噴射特性ずれの学習が完了した後、各燃料噴射弁の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値及びグループ別噴射特性ずれの学習値で補正した状態で個別噴射特性ずれを学習するようにすると良い。このようにすれば、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれの両方を補正した状態で個別噴射特性ずれを学習できるため、個別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

20

【0018】

また、請求項7のように、内燃機関の停止中でも記憶データを保持する書き換え可能な記憶手段に前記学習値を記憶し、前記記憶手段に前記学習値が記憶されている場合には、前記記憶手段から読み出した前記学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を補正するようにすると良い。このようにすれば、記憶手段に学習値が記憶されている場合には、内燃機関の始動時から学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁の燃料噴射量を補正することができ、始動性向上や始動時のエミッション低減を実現することができる。

30

【0019】

また、請求項8のように、前記学習値が所定の許容範囲から外れたときに、燃料噴射弁の異常と判定して運転者に警告する異常判定手段を設けた構成としても良い。このようにすれば、燃料噴射弁の異常が発生したときに、異常な燃料噴射弁を特定したり、異常な燃料噴射弁が属する燃料噴射弁グループを特定することが可能になると共に、燃料噴射弁の異常が発生したことを早期に運転者に知らせて修理・点検を促すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は本発明の実施例1～3で共通して用いるエンジン制御システム全体の概略構成図である。

40

【図2】図2は本発明の実施例1～3で共通して用いる4気筒エンジンの構成例を説明する図である。

【図3】図3は実施例1の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】図4は実施例1の全体噴射特性ずれ学習ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】図5は実施例1の個別噴射特性ずれ学習ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】図6は実施例1の学習制御ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

50

【図 7】図 7 は燃料噴射弁の噴射特性のばらつきを説明する図である。

【図 8】図 8 は実施例 2 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 9】図 9 は実施例 2 のグループ別噴射特性ずれ学習ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は実施例 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための形態を具体化した 3 つの実施例 1 ~ 3 を説明する。

10

【実施例 1】

【0022】

本発明の実施例 1 を図 1 乃至図 7 に基づいて説明する。

まず、図 1 に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。

内燃機関であるエンジン 11 の吸気管 12 の最上流部には、エアクリーナ 13 が設けられ、このエアクリーナ 13 の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ 14 が設けられている。このエアフローメータ 14 の下流側には、モータ 15 によって開度調節されるスロットルバルブ 16 と、このスロットルバルブ 16 の開度（スロットル開度）を検出するスロットル開度センサ 17 とが設けられている。

【0023】

20

更に、スロットルバルブ 16 の下流側には、サージタンク 18 が設けられ、このサージタンク 18 に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ 19 が設けられている。また、サージタンク 18 とエンジン 11 の各気筒の吸気ポート 31 との間には、各気筒に空気を導入する吸気マニホールド 20 が接続されている。一方、エンジン 11 のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ 22 が取り付けられ、各点火プラグ 22 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

【0024】

図 2 に示すように、エンジン 11 の各気筒には、それぞれ 2 つの吸気ポート 31 と 2 つの排気ポート 32 が設けられ、各気筒の 2 つの吸気ポート 31 の付近に、それぞれ吸気ポート 31 に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 21 が配置され、1 気筒当たり 2 つの燃料噴射弁 21 が配置されている。各吸気ポート 31 は、それぞれ吸気バルブ 33 によって開閉され、各排気ポート 32 は、それぞれ排気バルブ 34 によって開閉される。

30

【0025】

一方、図 1 に示すように、エンジン 11 の排気管 23（排気通路）には、排出ガスの空燃比又はリッチ/リーン等を検出する排出ガスセンサ 24（空燃比センサ、酸素センサ等）が設けられ、この排出ガスセンサ 24 の下流側に、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒 25 が設けられている。

【0026】

また、エンジン 11 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 26 や、ノッキング振動を検出するノックセンサ 29 が取り付けられている。また、クランク軸 27 の外周側には、クランク軸 27 が所定クランク角回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 28 が取り付けられ、このクランク角センサ 28 の出力パルス信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

40

【0027】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）30 に入力される。この ECU 30 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて各気筒の 2 つの燃料噴射弁 21 の燃料噴射量や点火プラグ 22 の点火時期を制御する。

【0028】

50

また、ECU30は、所定の空燃比F/B制御実行条件が成立したときに、排出ガスセンサ24の出力に基づいて排出ガスの空燃比を目標空燃比（例えば理論空燃比）に一致させるように空燃比F/B補正量を算出し、この空燃比F/B補正量を用いて各気筒の2つの燃料噴射弁21の燃料噴射量を補正する空燃比F/B制御を実行する空燃比制御手段として機能する。ここで、「F/B」は「フィードバック」を意味する（以下、同様）。

【0029】

ところで、図7に示すように、燃料噴射弁21の個体差（製造ばらつき）や経時変化等によって燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（要求噴射量に対する実噴射量のずれ）が発生し、しかも、この噴射特性ずれは、燃料噴射弁21毎にずれ量が異なる。

【0030】

この点を考慮して、ECU30は、後述する図3乃至図6の噴射特性ずれ学習補正用の各ルーチンを実行することで、所定の学習実行条件が成立したときに、エンジン11全体の燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（以下「全体噴射特性ずれ」という）を学習する全体噴射特性ずれ学習と、各燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（以下「個別噴射特性ずれ」という）を個別に学習する個別噴射特性ずれ学習とを実行し、全体噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値とを用いて各気筒の2つの燃料噴射弁21の燃料噴射量を個別に補正するようにしている。

【0031】

ここで、全体噴射特性ずれ学習では、各気筒の燃料噴射時期毎に各気筒の2つの燃料噴射弁21を全て噴射動作させて空燃比F/B制御を実行しているときに空燃比F/B補正量に基づいてエンジン11全体の燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習する。

【0032】

一方、個別噴射特性ずれ学習では、空燃比F/B制御の実行中に、いずれか1つの気筒（以下「学習対象気筒」という）のみで片方（例えば左側）の燃料噴射弁21の噴射を停止して他方（例えば右側）の燃料噴射弁21のみで学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁21をそれぞれ順番に切り替えて実施して、各燃料噴射弁21の噴射停止前後の空燃比F/B補正量の変化量に基づいて学習対象気筒の各燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習する。

【0033】

以下、ECU30によって実行される図3乃至図6の噴射特性ずれ学習補正用の各ルーチンの処理内容を説明する。以下の説明では、図2に示す4気筒エンジンを例にして説明し、必要に応じて、各気筒の番号を#1, #2, #3, #4で表し、各気筒#1~#4の2つの燃料噴射弁21をA, Bで表す。

【0034】

[噴射特性ずれ学習補正メインルーチン]

図3の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンは、エンジン運転中に周期的に繰り返し実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ101で、所定の学習実行条件が成立しているか否かを、例えば、[1] 定常運転中（例えばアイドル運転中）であること、且つ[2] 空燃比F/B制御実行中であること等の条件を満たすか否かで判定する。その結果、学習実行条件が成立していないと判定されれば、噴射特性ずれの学習に適した運転条件ではないと判断して、ステップ102以降の噴射特性ずれの学習に関する処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

【0035】

一方、上記ステップ101で、学習実行条件が成立していると判定されれば、噴射特性ずれの学習に適した運転条件であると判断して、ステップ102以降の噴射特性ずれの学習に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ102で、後述する図4の全体噴射特性ずれ学習ルーチンを実行して、空燃比F/B補正量AFBに基づいてエンジン11全体の燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

この後、ステップ 1 0 3 に進み、全体噴射特性ずれ学習が完了したか否か（最終全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all.fin = 1$ か否か）を判定し、全体噴射特性ずれ学習が完了するまで、全体噴射特性ずれの学習を継続する。

【 0 0 3 7 】

その後、全体噴射特性ずれ学習が完了した時点で、ステップ 1 0 4 に進み、エンジン停止中でも記憶データを保持する書き換え可能な記憶手段であるバックアップ R A M 3 8 に全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ を更新記憶して、この全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ を空燃比制御に適用する。これにより、空燃比制御実行中に、全気筒の各燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量が一律に全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ で補正される。

10

【 0 0 3 8 】

この後、ステップ 1 0 5 に進み、後述する図 5 の個別噴射特性ずれ学習ルーチンを実行して、学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁 2 1 をそれぞれ順番に切り替えて各燃料噴射弁 2 1 の噴射停止前後の空燃比 F / B 補正量の変化量に基づいて学習対象気筒の噴射を停止した燃料噴射弁 2 1 の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習する。

【 0 0 3 9 】

この後、ステップ 1 0 6 に進み、個別噴射特性ずれ学習が完了したか否か（燃料噴射弁識別番号 $NUM = 9$ [最終番号] か否か）を判定し、個別噴射特性ずれ学習が完了するまで、個別噴射特性ずれの学習を継続する。

【 0 0 4 0 】

その後、個別噴射特性ずれ学習が完了した時点で、ステップ 1 0 7 に進み、個別噴射特性ずれ学習値 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$, $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ をバックアップ R A M 3 8 に更新記憶して、これらの個別噴射特性ずれ学習値 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$, $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ を空燃比制御に適用する。これにより、空燃比制御実行中に、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射弁 A , B の燃料噴射量がそれぞれ該当する個別噴射特性ずれ学習値 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$, $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ で補正される。ここで、 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$ は、それぞれ各気筒 # 1 ~ # 4 の一方の燃料噴射弁 A の燃料噴射量を個別に補正するための個別噴射特性ずれ学習値であり、 $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ は、それぞれ各気筒 # 1 ~ # 4 の他方の燃料噴射弁 B の燃料噴射量を個別に補正するための個別噴射特性ずれ学習値である。

20

【 0 0 4 1 】

[全体噴射特性ずれ学習ルーチン]

図 4 の全体噴射特性ずれ学習ルーチンは、図 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 1 0 2 で実行されるサブルーチンであり、特許請求の範囲でいう全体噴射特性ずれ学習手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 2 0 1 で、バックアップ R A M 3 8 から読み出した全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ を空燃比学習値 Gf にセットする。これにより、全体噴射特性ずれ学習の実行中は、全気筒の各燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量が一律に空燃比学習値 Gf （全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ ）で補正される。尚、バックアップ R A M 3 8 に全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ が記憶されていない場合は、予め設定された初期値が空燃比学習値 Gf にセットされる。

30

【 0 0 4 2 】

この後、ステップ 2 0 2 に進み、後述する図 6 の学習制御ルーチンを実行して空燃比学習値 Gf を更新した後、ステップ 2 0 3 に進み、現時点の空燃比学習値 Gf を全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ にセットしてバックアップ R A M 3 8 に更新記憶する。

40

【 0 0 4 3 】

この後、ステップ 2 0 4 に進み、学習が完了したか否か（空燃比 F / B 補正量 $A F F B$ がほぼ 0 か否か）を判定し、学習が完了するまで、上記ステップ 2 0 2 ~ 2 0 4 の処理を繰り返す。その後、上記ステップ 2 0 4 で、学習完了と判定された時点で、ステップ 2 0 5 に進み、最終全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all.fin$ を「1」にセットして本ルーチンを終了する。

【 0 0 4 4 】

50

尚、全体噴射特性ずれ学習値 Gf.all を学習（更新記憶）する際に、全体噴射特性ずれ学習値 Gf.all が予め決められた許容範囲内であるか否かを判定して、全体噴射特性ずれ学習値 Gf.all が許容範囲から外れた場合は、いずれかの燃料噴射弁 21 の異常と判定して、その異常情報をバックアップ RAM 38 に記憶すると共に、警告ランプを点灯又は点滅させたり、運転席のインストルメントパネルの表示部に警告表示して運転者に警告するようにしても良い。更に、全体噴射特性ずれ学習値 Gf.all が予め決められた許容範囲内となるようにガード処理する（全体噴射特性ずれ学習値 Gf.all の上下限値を所定値以内に制限する）ようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

[個別噴射特性ずれ学習ルーチン]

図 5 の個別噴射特性ずれ学習ルーチンは、図 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 105 で実行されるサブルーチンであり、特許請求の範囲でいう個別噴射特性ずれ学習手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 301 で、本ルーチンの最後のステップ 306 でカウントアップされる燃料噴射弁識別番号 NUM (= 1 ~ 9) に基づいて以下の (1) ~ (8) のいずれに該当するかを判別して、噴射を停止する燃料噴射弁 21 を選択する。

【 0 0 4 6 】

(1) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 1 の場合は、気筒 # 1 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 1 の一方の燃料噴射弁 A の噴射を停止し、当該気筒 # 1 の他方の燃料噴射弁 B の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 1 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 4 7 】

(2) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 2 の場合は、気筒 # 1 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 1 の他方の燃料噴射弁 B の噴射を停止し、当該気筒 # 1 の一方の燃料噴射弁 A の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 1 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 4 8 】

(3) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 3 の場合は、気筒 # 2 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 2 の一方の燃料噴射弁 A の噴射を停止し、当該気筒 # 2 の他方の燃料噴射弁 B の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 2 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 4 9 】

(4) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 4 の場合は、気筒 # 2 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 2 の他方の燃料噴射弁 B の噴射を停止し、当該気筒 # 2 の一方の燃料噴射弁 A の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 2 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 5 0 】

(5) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 5 の場合は、気筒 # 3 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 3 の一方の燃料噴射弁 A の噴射を停止し、当該気筒 # 3 の他方の燃料噴射弁 B の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 3 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 5 1 】

(6) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 6 の場合は、気筒 # 3 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 3 の他方の燃料噴射弁 B の噴射を停止し、当該気筒 # 3 の一方の燃料噴射弁 A の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 3 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 5 2 】

(7) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 7 の場合は、気筒 # 4 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 4 の一方の燃料噴射弁 A の噴射を停止し、当該気筒 # 4 の他方の燃料噴射弁 B の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 4 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 5 3 】

(8) 燃料噴射弁識別番号 NUM = 8 の場合は、気筒 # 4 が学習対象気筒となり、当該気筒 # 4 の他方の燃料噴射弁 B の噴射を停止し、当該気筒 # 4 の一方の燃料噴射弁 A の噴射量を 2 倍に増大させることで、当該気筒 # 4 に要求噴射量分の燃料を噴射する。

【 0 0 5 4 】

この後、ステップ 302 に進み、現時点の燃料噴射弁識別番号 NUM に基づいて以下の

10

20

30

40

50

いずれに該当するかを判別して、現時点の燃料噴射弁識別番号 NUM に対応する個別噴射特性ずれ学習値を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 5 5 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 1 の場合は、気筒 # 1 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#1A を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 5 6 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 2 の場合は、気筒 # 1 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#1B を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 5 7 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 3 の場合は、気筒 # 2 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#2A を空燃比学習値 Gf にセットする。

10

【 0 0 5 8 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 4 の場合は、気筒 # 2 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#2B を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 5 9 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 5 の場合は、気筒 # 3 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#3A を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 6 0 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 6 の場合は、気筒 # 3 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#3B を空燃比学習値 Gf にセットする。

20

【 0 0 6 1 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 7 の場合は、気筒 # 4 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#4A を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 6 2 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 8 の場合は、気筒 # 4 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#4B を空燃比学習値 Gf にセットする。

【 0 0 6 3 】

この後、ステップ 3 0 3 に進み、後述する図 6 の学習制御ルーチンを実行して空燃比学習値 Gf を更新した後、ステップ 3 0 4 に進み、現時点の燃料噴射弁識別番号 NUM に基づいて以下のいずれに該当するかを判別して、現時点の空燃比学習値 Gf を燃料噴射弁識別番号 NUM に対応する個別噴射特性ずれ学習値にセットする。

30

【 0 0 6 4 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 1 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 1 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#1A にセットする。

【 0 0 6 5 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 2 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 1 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#1B にセットする。

【 0 0 6 6 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 3 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 2 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#2A にセットする。

40

【 0 0 6 7 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 4 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 2 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#2B にセットする。

【 0 0 6 8 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 5 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 3 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#3A にセットする。

【 0 0 6 9 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 6 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 3 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#3B にセットする。

【 0 0 7 0 】

50

燃料噴射弁識別番号 NUM = 7 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 4 の一方の燃料噴射弁 A の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#4A にセットする。

【 0 0 7 1 】

燃料噴射弁識別番号 NUM = 8 の場合は、現時点の空燃比学習値 Gf を気筒 # 4 の他方の燃料噴射弁 B の個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#4B にセットする。

【 0 0 7 2 】

この後、ステップ 3 0 5 に進み、学習が完了したか否か（空燃比 F / B 補正量 A F F B がほぼ 0 か否か）を判定し、学習が完了するまで、上記ステップ 3 0 3 ~ 3 0 5 の処理を繰り返す。その後、上記ステップ 3 0 5 で、学習完了と判定された時点で、ステップ 3 0 6 に進み、燃料噴射弁識別番号 NUM を 1 だけ増加させて本ルーチンを終了する。

10

【 0 0 7 3 】

尚、個別噴射特性ずれ学習値 Gf.#1A ~ Gf.#4A , Gf.#1B ~ Gf.#4B を学習する際に、それらの個別噴射特性ずれ学習値が予め決められた許容範囲内であるか否かを判定して、いずれかの個別噴射特性ずれ学習値が許容範囲から外れた場合は、許容範囲から外れた燃料噴射弁 2 1 が異常であると判定してその異常情報をバックアップ RAM 3 8 に記憶すると共に、警告ランプを点灯又は点滅させたり、運転席のインストルメントパネルの表示部に警告表示して運転者に警告するようにしても良い。この場合、いずれかの燃料噴射弁 2 1 の異常が発生したときに、異常な燃料噴射弁 2 1 を特定することができる。更に、個別噴射特性ずれ学習値が予め決められた許容範囲内となるようにガード処理する（個別噴射特性ずれ学習値の上下限値を所定値以内に制限する）ようにしても良い。

20

【 0 0 7 4 】

[学習制御ルーチン]

図 6 の学習制御ルーチンは、図 4 の全体噴射特性ずれ学習ルーチンのステップ 2 0 2 と図 5 の個別噴射特性ずれ学習ルーチンのステップ 3 0 3 で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 4 0 1 で、現時点の空燃比学習値 Gf を前回空燃比学習値 Gf.o にセットし、次のステップ 4 0 2 で、現時点の空燃比 F / B 補正量 A F F B を前回空燃比 F / B 補正量 A F F B .o にセットする。

【 0 0 7 5 】

この後、ステップ 4 0 3、4 0 4 の判定処理により、空燃比 F / B 補正量 A F F B がプラス値、0、マイナス値のいずれであるかを判別して、空燃比 F / B 補正量 A F F B が 0 と判定された場合（ステップ 4 0 3、4 0 4 で共に「 Y e s 」と判定された場合）には、ステップ 4 0 5 に進み、空燃比学習値更新量 D L G F を 0 にセットする。

30

【 0 0 7 6 】

また、空燃比 F / B 補正量 A F F B がマイナス値と判定された場合（ステップ 4 0 3 で「 N o 」と判定された場合）には、ステップ 4 0 7 に進み、空燃比学習値更新量 D L G F を予め設定された所定値（マイナス値）にセットする。

【 0 0 7 7 】

一方、空燃比 F / B 補正量 A F F B がプラス値と判定された場合（ステップ 4 0 3 で「 Y e s 」、ステップ 4 0 4 で「 N o 」と判定された場合）には、ステップ 4 0 6 に進み、空燃比学習値更新量 D L G F を予め設定された所定値（プラス値）にセットする。

40

【 0 0 7 8 】

以上のようにして空燃比学習値更新量 D L G F をセットした後、ステップ 4 0 8 に進み、前回空燃比学習値 Gf.o に空燃比学習値更新量 D L G F を加算した値を新たな空燃比学習値 Gf とする。

【 0 0 7 9 】

この後、ステップ 4 0 9 に進み、前回空燃比 F / B 補正量 A F F B .o から空燃比学習値更新量 D L G F を加算した値を新たな空燃比 F / B 補正量 A F F B として、本ルーチンを終了する。

【 0 0 8 0 】

以上説明した本実施例 1 によれば、各気筒の燃料噴射時期毎に各気筒の 2 つの燃料噴射

50

弁 2 1 を全て噴射動作させて空燃比 F / B 制御を実行しているときに空燃比 F / B 補正量に基づいてエンジン 1 1 全体の燃料噴射弁 2 1 の噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習した後、空燃比 F / B 制御の実行中にいずれか 1 つの気筒（学習対象気筒）のみで片方の燃料噴射弁 2 1 の噴射を停止して他方の燃料噴射弁 2 1 のみで学習対象気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁 2 1 をそれぞれ順番に切り替えて実施して各燃料噴射弁 2 1 の噴射停止前後の空燃比 F / B 補正量の変化量に基づいて学習対象気筒の各燃料噴射弁 2 1 の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習するようにしたので、学習対象気筒に要求噴射量分の燃料を噴射しながら学習対象気筒の各燃料噴射弁 2 1 の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習することができ、学習対象気筒と他の気筒との間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを抑えながら個別噴射特性ずれを精度良く学習することができる。そして、全体噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の 2 つの燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量を個別に補正するため、各燃料噴射弁 2 1 の噴射特性ずれを個別に精度良く補正することができて、燃料噴射弁 2 1 間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを効果的に低減することができる。

10

【 0 0 8 1 】

しかも、本実施例 1 では、全体噴射特性ずれの学習が完了した後に、各燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態で個別噴射特性ずれを学習するようにしたので、全体噴射特性ずれを補正した状態で個別噴射特性ずれを精度良く学習することができ、個別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

20

【 0 0 8 2 】

但し、本発明は、各燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正しない状態で個別噴射特性ずれを学習し、全体噴射特性ずれと個別噴射特性ずれの学習完了後に全体噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値とを用いて各燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量を個別に補正するようにしても良い。

【 実施例 2 】

【 0 0 8 3 】

次に、図 8 及び図 9 を用いて本発明の実施例 2 を説明する。但し、前記実施例 1 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1 と異なる部分について説明する。

30

【 0 0 8 4 】

本実施例 2 では、前記実施例 1 と同様の方法で全体噴射特性ずれを学習した後に、グループ別噴射特性ずれを学習し、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値とを用いて各気筒の 2 つの燃料噴射弁 2 1 の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するようにしている。

【 0 0 8 5 】

ここで、グループ別噴射特性ずれの学習では、空燃比 F / B 制御実行中に各気筒の 2 つの燃料噴射弁 2 1 のうちの一方（例えば左側）の燃料噴射弁 2 1 からなる燃料噴射弁グループの噴射を停止して他方（例えば右側）の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射する制御を、噴射を停止する燃料噴射弁グループを切り替えて実施して、燃料噴射弁グループの噴射停止前後の空燃比 F / B 補正量の変化量に基づいて燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（グループ別噴射特性ずれ）を学習する。

40

以下、本実施例 2 で実行される図 8 及び図 9 の噴射特性ずれ学習補正用の各ルーチンの処理内容を説明する。

【 0 0 8 6 】

[噴射特性ずれ学習補正メインルーチン]

図 8 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンは、エンジン運転中に周期的に繰り返し実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 5 0 1 ~ 5 0 4 で、前記実施例 1 で説明した図 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 1 0 1 ~ 1 0 4 と同様の処理により、空燃比 F / B 補正量 A F F B に基づいてエンジン 1 1 全体の燃料噴射弁 2

50

1の噴射特性ずれ(全体噴射特性ずれ)を学習して、全体噴射特性ずれ学習が完了した時点で、バックアップRAM38に全体噴射特性ずれ学習値Gf.allを更新記憶して、この全体噴射特性ずれ学習値Gf.allを空燃比制御に適用する。

【0087】

この後、ステップ505に進み、後述する図9のグループ別噴射特性ずれ学習ルーチンを実行して、一方の燃料噴射弁グループの噴射を停止して他方の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射して、燃料噴射弁グループの噴射停止前後の空燃比F/B補正量の変化量に基づいて燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ(グループ別噴射特性ずれ)を学習する。

【0088】

この後、ステップ506に進み、グループ別噴射特性ずれ学習が完了したか否か(グループ識別番号GRP=3[最終番号]か否か)を判定し、グループ別噴射特性ずれ学習が完了するまで、グループ別噴射特性ずれの学習を継続する。

【0089】

その後、グループ別噴射特性ずれ学習が完了した時点で、ステップ507に進み、グループ別噴射特性ずれ学習値Gf.A, Gf.BをバックアップRAM38に更新記憶して、このグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.A, Gf.Bを空燃比制御に適用する。これにより、空燃比制御実行中に、各気筒#1, ..., #4の燃料噴射弁A, Bの燃料噴射量が燃料噴射弁グループ別にグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.A, Gf.Bで補正される。

【0090】

[グループ別噴射特性ずれ学習ルーチン]

図9のグループ別噴射特性ずれ学習ルーチンは、図8の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ505で実行されるサブルーチンであり、特許請求の範囲というグループ別噴射特性ずれ学習手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ601で、本ルーチンの最後のステップ606でカウントアップされるグループ識別番号GRPに基づいて以下のいずれに該当するかを判別して、噴射を実行する燃料噴射弁グループを選択する。

【0091】

グループ識別番号GRP=1の場合は、一方の燃料噴射弁グループA(各気筒#1~#4の一方の燃料噴射弁A)のみで噴射し、他方の燃料噴射弁グループB(各気筒#1~#4の他方の燃料噴射弁B)の噴射を停止する。

【0092】

グループ識別番号GRP=2の場合は、他方の燃料噴射弁グループB(各気筒#1~#4の他方の燃料噴射弁B)のみで噴射し、一方の燃料噴射弁グループA(各気筒#1~#4の一方の燃料噴射弁A)の噴射を停止する。

【0093】

この後、ステップ602に進み、グループ識別番号GRPに基づいて以下のいずれに該当するかを判別して、現時点のグループ識別番号GRPに対応するグループ別噴射特性ずれ学習値を空燃比学習値Gfにセットする。

【0094】

グループ識別番号GRP=1の場合は、一方の燃料噴射弁グループAのグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.Aを空燃比学習値Gfにセットする。

グループ識別番号GRP=2の場合は、他方の燃料噴射弁グループBのグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.Bを空燃比学習値Gfにセットする。

【0095】

この後、ステップ603に進み、前記実施例1で説明する図6の学習制御ルーチンを実行して空燃比学習値Gfを更新した後、ステップ604に進み、グループ識別番号GRPに基づいて以下のいずれに該当するかを判別して、現時点の空燃比学習値Gfをグループ識別番号GRPに対応するグループ別噴射特性ずれ学習値にセットする。

【0096】

10

20

30

40

50

グループ識別番号GRP = 1の場合は、現時点の空燃比学習値Gfを一方の燃料噴射弁グループAのグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.Aにセットする。

グループ識別番号GRP = 2の場合は、現時点の空燃比学習値Gfを他方の燃料噴射弁グループBのグループ別噴射特性ずれ学習値Gf.Bにセットする。

【0097】

この後、ステップ605に進み、学習が完了したか否か（空燃比F/B補正量AFFBがほぼ0か否か）を判定し、学習が完了するまで、上記ステップ603～605の処理を繰り返す。その後、上記ステップ605で、学習完了と判定された時点で、ステップ606に進み、グループ識別番号GRPを1だけ増加させて本ルーチンを終了する。

【0098】

尚、グループ別噴射特性ずれ学習値Gf.A, Gf.Bを学習する際に、それらのグループ別噴射特性ずれ学習値が予め決められた許容範囲内であるか否かを判定して、いずれかの個別噴射特性ずれ学習値が許容範囲から外れた場合は、許容範囲から外れた燃料噴射弁グループのいずれかの燃料噴射弁21が異常であると判定して、その異常情報をバックアップRAM38に記憶すると共に、警告ランプを点灯又は点滅させたり、運転席のインストルメントパネルの表示部に警告表示して運転者に警告するようにしても良い。この場合、いずれかの燃料噴射弁21の異常が発生したときに、異常な燃料噴射弁21が属する燃料噴射弁グループを特定することができる。更に、グループ別噴射特性ずれ学習値が予め決められた許容範囲内となるようにガード処理する（グループ別噴射特性ずれ学習値の上下限値を所定値以内に制限する）ようにしても良い。

【0099】

以上説明した本実施例2では、空燃比F/B制御実行中に各気筒の2つの燃料噴射弁21を全て噴射動作させてエンジン11全体の燃料噴射弁21の噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習した後、空燃比F/B制御実行中に一方の燃料噴射弁グループの噴射を停止して他方の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射しながら燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（グループ別噴射特性ずれ）を学習するため、各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射しながらグループ別噴射特性ずれを学習することができ、気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを抑えながらグループ別噴射特性ずれを精度良く学習することができる。そして、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の2つの燃料噴射弁21の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するため、各燃料噴射弁グループの噴射特性ずれを精度良く補正することができ、燃料噴射弁グループ間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを低減することができる。

【0100】

更に、本実施例2では、全体噴射特性ずれの学習が完了した後に、各燃料噴射弁21の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態でグループ別噴射特性ずれを学習するようにしたので、全体噴射特性ずれを補正した状態でグループ別噴射特性ずれを学習することができ、グループ別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

【0101】

但し、本発明は、各燃料噴射弁21の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正しない状態でグループ別噴射特性ずれを学習し、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれの学習完了後に全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値とを用いて各燃料噴射弁21の燃料噴射量を燃料噴射弁グループ別に補正するようにしても良い。

【実施例3】

【0102】

本発明の実施例3では、上記実施例1, 2で説明した全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれと個別噴射特性ずれをそれぞれ学習し、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁21の燃料噴射量を補正するようにしている。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 3 】

本実施例 3 では、エンジン運転中に図 10 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンを周期的に繰り返し実行する。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 701 ~ 704 で、前記実施例 1 で説明した図 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 101 ~ 104 と同様の処理により、空燃比 F/B 補正量 $AFFB$ に基づいてエンジン 11 全体の燃料噴射弁 21 の噴射特性ずれ（全体噴射特性ずれ）を学習して、全体噴射特性ずれ学習が完了した時点で、バックアップ RAM 38 に全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ を更新記憶して、この全体噴射特性ずれ学習値 $Gf.all$ を空燃比制御に適用する。

【 0 1 0 4 】

この後、ステップ 705 ~ 707 で、前記実施例 2 で説明した図 8 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 505 ~ 507 と同様の処理により、一方の燃料噴射弁グループの噴射を停止して他方の燃料噴射弁グループのみで各気筒の要求噴射量分の燃料を噴射して、燃料噴射弁グループの噴射停止前後の空燃比 F/B 補正量の変化量に基づいて燃料噴射弁グループ別の噴射特性ずれ（グループ別噴射特性ずれ）を学習し、グループ別噴射特性ずれ学習が完了した時点で、グループ別噴射特性ずれ学習値 $Gf.A$, $Gf.B$ をバックアップ RAM 38 に更新記憶して、グループ別噴射特性ずれ学習値 $Gf.A$, $Gf.B$ を空燃比制御に適用する。

10

【 0 1 0 5 】

この後、ステップ 708 ~ 710 で、前記実施例 1 で説明した図 3 の噴射特性ずれ学習補正メインルーチンのステップ 105 ~ 107 と同様の処理により、学習対象気筒と噴射を停止する燃料噴射弁 21 をそれぞれ順番に切り替えて各燃料噴射弁 21 の噴射停止前後の空燃比 F/B 補正量の変化量に基づいて学習対象気筒の各燃料噴射弁 21 の噴射特性ずれ（個別噴射特性ずれ）を個別に学習し、個別噴射特性ずれ学習が完了した時点で、個別噴射特性ずれ学習値 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$, $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ をバックアップ RAM 38 に更新記憶して、個別噴射特性ずれ学習値 $Gf.#1A \sim Gf.#4A$, $Gf.#1B \sim Gf.#4B$ を空燃比制御に適用する。

20

【 0 1 0 6 】

以上説明した本実施例 3 によれば、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれと個別噴射特性ずれをそれぞれ学習し、全体噴射特性ずれの学習値とグループ別噴射特性ずれの学習値と個別噴射特性ずれの学習値を用いて各気筒の複数の燃料噴射弁 21 の燃料噴射量を補正するようにしたので、燃料噴射弁 21 間の噴射特性ずれのばらつき及び燃料噴射弁グループ間の噴射特性ずれのばらつきに起因する気筒間の空燃比ばらつきやトルクばらつきを低減することができる。

30

【 0 1 0 7 】

しかも、本実施例 3 では、全体噴射特性ずれの学習が完了した後、各燃料噴射弁 21 の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値で補正した状態でグループ別噴射特性ずれを学習し、その後、各燃料噴射弁 21 の燃料噴射量を全体噴射特性ずれの学習値及びグループ別噴射特性ずれの学習値で補正した状態で個別噴射特性ずれを学習するようにしたので、全体噴射特性ずれとグループ別噴射特性ずれの両方を補正した状態で個別噴射特性ずれを学習することができて、個別噴射特性ずれの学習精度を更に向上させることができる。

40

【 0 1 0 8 】

但し、本発明は、全体噴射特性ずれの学習とグループ別噴射特性ずれの学習と個別噴射特性ずれの学習の順序は適宜変更しても良い。

その他、本発明は、図 2 に示す 4 気筒エンジンに限定されず、3 気筒以下又は 5 気筒以上のエンジンに適用したり、各気筒にそれぞれ 3 つ以上の燃料噴射弁を設けたエンジンに適用しても良い。

【 符号の説明 】

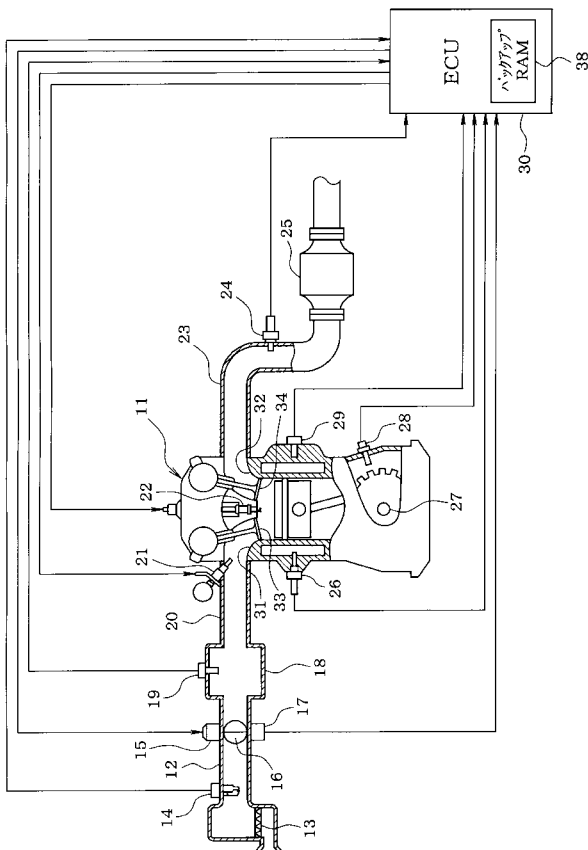
【 0 1 0 9 】

11 ... エンジン（内燃機関）、12 ... 吸気管、16 ... スロットルバルブ、21 ... 燃料噴射弁、22 ... 点火プラグ、23 ... 排気管（排気通路）、24 ... 排出ガスセンサ、30 ... E

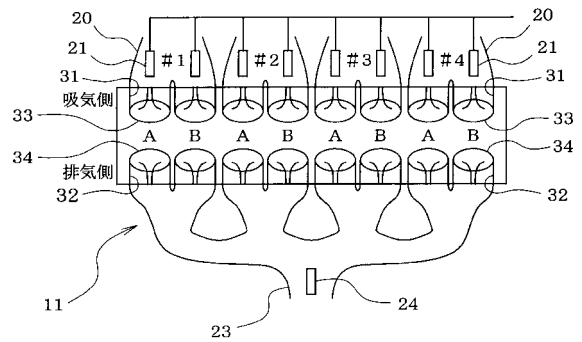
50

C U (空燃比制御手段, 全体噴射特性ずれ学習手段, 個別噴射特性ずれ学習手段, グループ別噴射特性ずれ学習手段, 異常判定手段)、3 1 ... 吸気ポート、3 2 ... 排気ポート、3 8 ... バックアップ R A M (記憶手段)

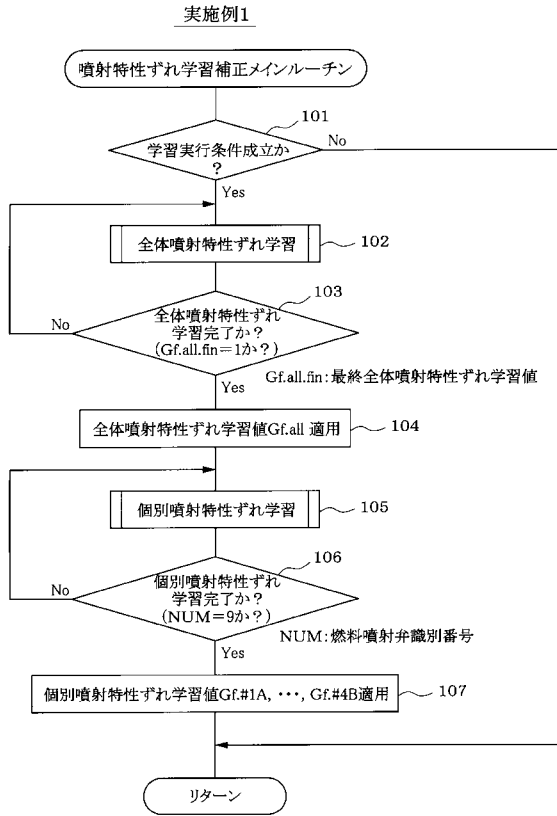
【 図 1 】



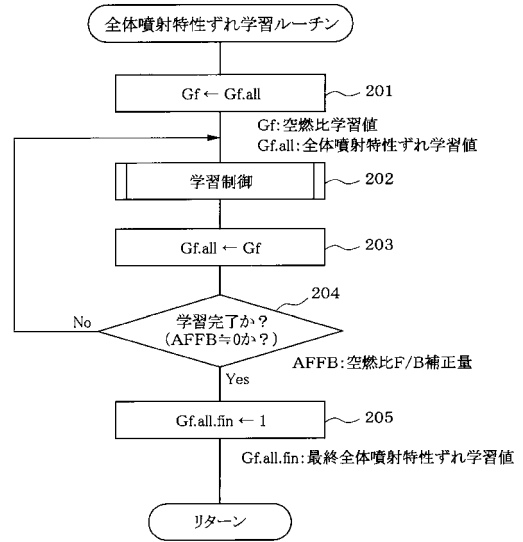
【 図 2 】



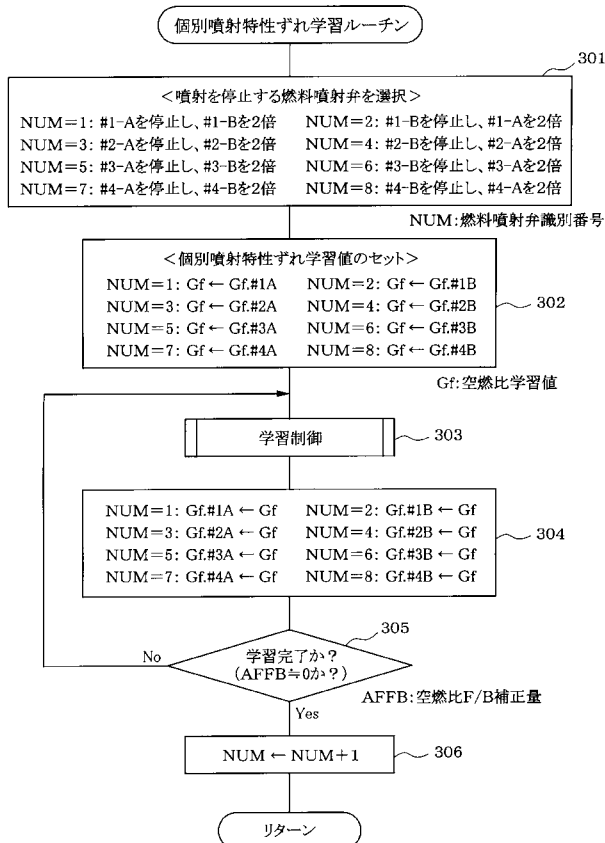
【 図 3 】



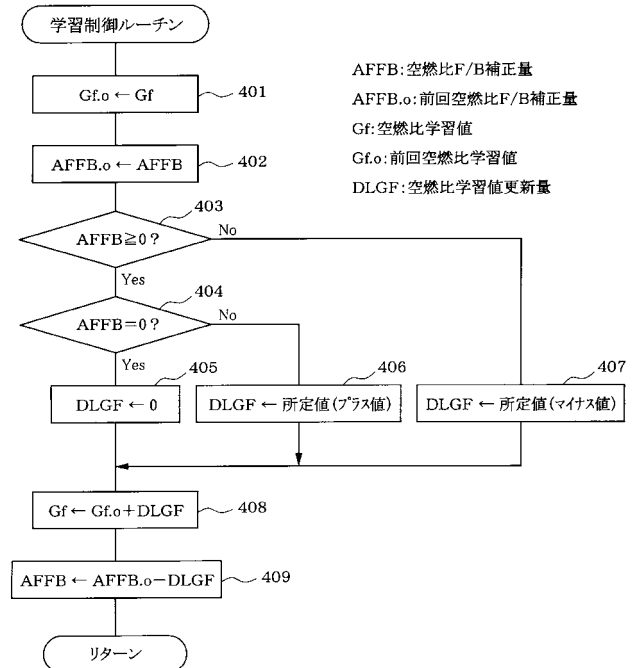
【 図 4 】



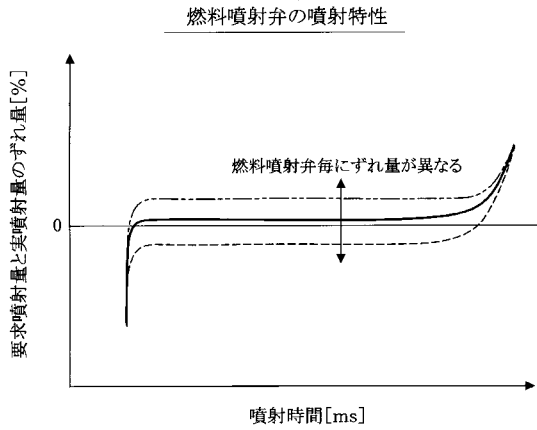
【 図 5 】



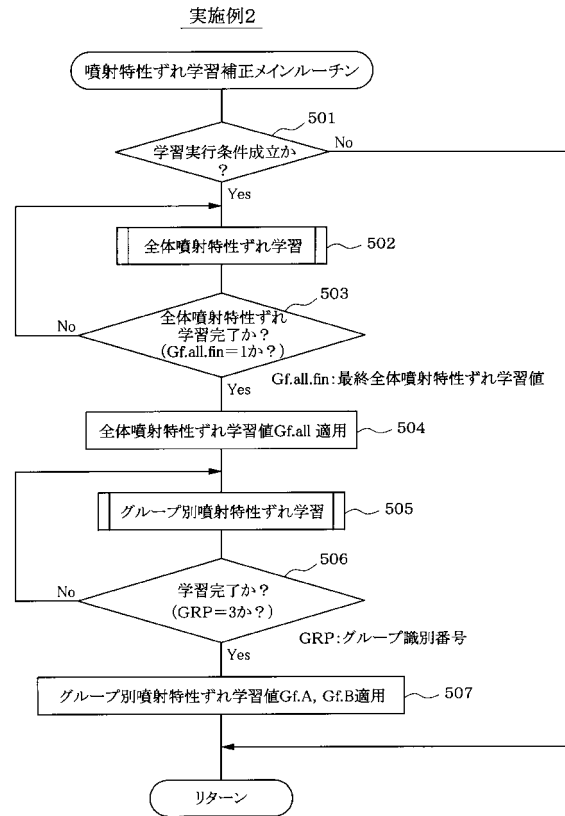
【 図 6 】



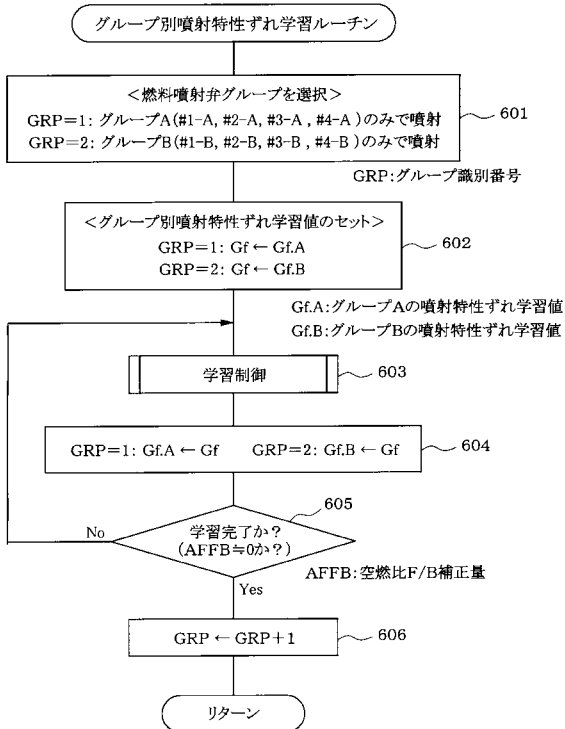
【図7】



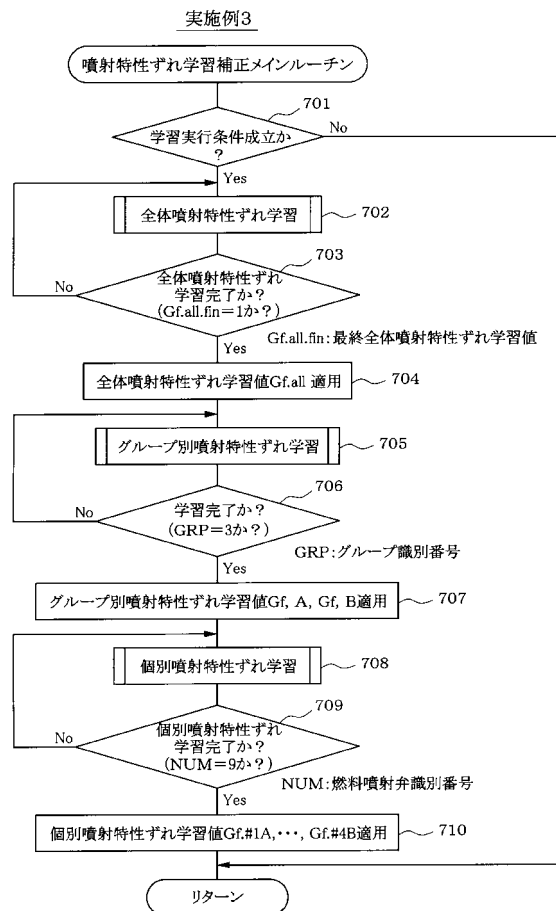
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 大村 秀和

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 HA01 HA06 HA09 JA05 JA15 JA17 JA21 JB02 JB09 KA07
KA21 LB02 MA03 MA06 MA11 MA19 MA27 NA08 NB04 NC04
NC07 ND02 ND22 ND25 NE01 NE06 PA01Z PA07Z PA11Z PB03A
PB03Z PB05Z PC08Z PD02Z PD11Z PE01Z PE03Z PE08Z