

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7168397号

(P7168397)

(45)発行日 令和4年11月9日(2022.11.9)

(24)登録日 令和4年10月31日(2022.10.31)

(51)国際特許分類

F I

F 0 2 M 26/47 (2016.01)

F 0 2 M 26/47

B

F 0 2 D 21/08 (2006.01)

F 0 2 D 21/08

3 0 1 H

F 0 2 M 26/48 (2016.01)

F 0 2 M 26/48

F 0 2 M 26/54 (2016.01)

F 0 2 M 26/54

請求項の数 7 (全20頁)

(21)出願番号 特願2018-181239(P2018-181239)
 (22)出願日 平成30年9月27日(2018.9.27)
 (65)公開番号 特開2020-51326(P2020-51326A)
 (43)公開日 令和2年4月2日(2020.4.2)
 審査請求日 令和3年8月3日(2021.8.3)

(73)特許権者 000005348
 株式会社 S U B A R U
 東京都渋谷区恵比寿一丁目 2 0 番 8 号
 (74)代理人 110000419弁理士法人太田特許事務所
 (74)代理人 100100103
 弁理士 太田 明男
 (74)代理人 100173163
 弁理士 石塚 信洋
 (74)代理人 100134522
 弁理士 太田 朝子
 (74)代理人 100135024
 弁理士 本山 敢
 (72)発明者 前川 浩輝
 東京都渋谷区恵比寿一丁目 2 0 番 8 号
 株式会社 S U B A R U 内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排気再循環制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載された内燃機関の排気系から吸気系へ排気を再循環させるための排気再循環通路に設けられて開口面積が変化する排気再循環バルブの制御を行う排気再循環制御装置において、

前記排気再循環バルブよりも上流側の圧力である上流側圧力と前記排気再循環バルブよりも下流側の圧力である下流側圧力との差圧を、前記排気再循環バルブの基準品を基本駆動量にしたがって操作した場合の差圧としてあらかじめ前記駆動量ごとに設定された基準差圧と比較することにより前記排気再循環バルブの駆動量の補正量を学習する学習制御部を備え、

前記学習制御部は、

学習する前記駆動量を前記車両のドライビングサイクルごとに変更し、それぞれの前記駆動量についての前記補正量を学習する、

排気再循環制御装置。

【請求項 2】

前記学習制御部は、

前記差圧から前記基準差圧を引いた差分が正の値のときに前記開口面積が拡大するよう前記排気再循環バルブの駆動量を所定量調整し、また、前記差圧から前記基準差圧を引いた差分が負の値のときに前記開口面積が縮小するよう前記排気再循環バルブの駆動量を所定量調整し、

調整後の前記差分の絶対値が調整前の前記差分の絶対値を上回った場合に前記補正量を学習しない一方、調整後の前記差分の絶対値が調整前の前記差分の絶対値を下回った場合に前記所定量を補正量として学習する、

請求項 1 に記載の排気再循環制御装置。

【請求項 3】

調整する前記所定量は、前記駆動量にかかわらずあらかじめ一定量に設定された値である、

請求項 2 に記載の排気再循環制御装置。

【請求項 4】

前記学習制御部は、

所定の前記駆動量について学習済みの前記補正量が存在する場合、学習済みの前記補正量を反映させた状態で学習を行い、前記補正量を更新する、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の排気再循環制御装置。

【請求項 5】

前記学習制御部は、

初回の学習時に、前記排気再循環バルブの基準品の流路が開き始める駆動量である開き始め駆動量で前記排気再循環バルブを駆動した場合における前記差圧を前記基準差圧と比較することにより、前記排気再循環バルブの駆動量にかかわらず設定されて前記排気再循環バルブの個体差のパラつきを補正する補正係数を求める、

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の排気再循環制御装置。

【請求項 6】

前記学習制御部は、

前記基準差圧に対する前記差圧の比に基づいて推定される流量変化率が所定値を上回ったときに、前記補正係数を再学習する、

請求項 5 に記載の排気再循環制御装置。

【請求項 7】

前記学習制御部は、

前記内燃機関が燃料噴射停止状態で駆動し、かつ、前記内燃機関の吸気スロットル弁の開度が所定の値に固定された状態で、前記補正量を学習する、

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の排気再循環制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気再循環制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ディーゼルエンジン等の内燃機関においては、排気中の NO_x 量を低減するため、排気再循環（EGR：Exhaust Gas Recirculation）装置が備えられる。EGR装置は、排気の一部を吸気側に戻すことにより吸気中の酸素濃度を低下させ、これにより燃焼温度を低下させることで、 NO_x の発生を抑制する。

【0003】

EGR装置を用いた排気再循環制御を実行する際に、内燃機関に導入される混合気の空燃比を精度よく制御するには、EGR量を精度よく制御することが求められる。特に、内燃機関の気筒に導入する混合気中の燃料の割合を少なくするリーン燃焼の安定性を向上させるには、EGR量を精度よく制御することが求められる。このため、従来、EGR装置を用いて内燃機関を精度よく制御するために、種々の学習制御を行う制御装置が提案されている。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、キースイッチがオンの状態からスタータスイッチがオンの状態になるまでの間に EGR バルブの上流側の圧力を検出するセンサと下流側の圧力を検出

10

20

30

40

50

する圧力センサの検出値の差圧を基準圧力値として算出し、さらに内燃機関の作動時に検出される差圧を基準圧力値で補正する制御装置が開示されている。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 2 には、内燃機関のフューエルカット中に所定の駆動量で E G R 機構を駆動した後、内燃機関の実際の吸気圧がそのときの機関運転での理論上の吸気圧に近づくように E G R 機構の駆動量を補正し、実際の吸気圧が理論上の吸気圧に許容レベルまで近づいたときの補正量を E G R 学習値として学習する制御装置が開示されている。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 3 には、検出された E G R バルブの開度と算出された E G R バルブ有効開口面積との関係を学習し、学習した関係に基づいて排気再循環量を推定するようにした制御装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【文献】特開 2 0 0 1 - 1 7 3 5 2 1 号公報

特開 2 0 0 4 - 1 0 8 3 2 9 号公報

特開 2 0 1 5 - 1 7 5 6 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ここで、E G R バルブの駆動量は、所定の基準品（中央品）をもとに設定される。個々の E G R バルブには個体差があり、また、E G R バルブは使用に伴って劣化するため、実際の E G R バルブの駆動量にはばらつきが生じる。このうち、使用に伴う劣化は、例えば排気中に含まれるデポジットが E G R バルブに付着することにより生じる劣化であり、温度や走行距離、燃料成分等の使用環境によって変動するため予測することが困難である。特に、使用に伴う劣化による E G R バルブの駆動量のばらつきの程度は、駆動量ごとに異なり得る。

20

【 0 0 0 9 】

しかしながら、上記の特許文献 1 ～ 3 はいずれも、駆動量ごとに所定の学習を行うものではないために、それぞれの駆動量において E G R 量を精度よく制御することは困難である。

30

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、E G R 量を精度よく制御可能な、排気再循環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 1 1 】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、車両に搭載された内燃機関の排気系から吸気系へ排気を再循環させるための排気再循環通路に設けられて開口面積が変化する排気再循環バルブの制御を行う排気再循環制御装置において、排気再循環バルブよりも上流側の圧力である上流側圧力と排気再循環バルブよりも下流側の圧力である下流側圧力との差圧を、排気再循環バルブの基準品を基本駆動量にしたがって操作した場合の差圧としてあらかじめ駆動量ごとに設定された基準差圧と比較することにより排気再循環バルブの駆動量の補正量を学習する学習制御部を備え、学習制御部は、学習する駆動量を車両のドライビングサイクルごとに変更し、それぞれの駆動量についての補正量を学習する、排気再循環制御装置が提供される。

40

【 0 0 1 2 】

学習制御部は、差圧から基準差圧を引いた差分が正の値のときに開口面積が拡大するよう排気再循環バルブの駆動量を所定量調整し、また、差圧から基準差圧を引いた差分が負の値のときに開口面積が縮小するよう排気再循環バルブの駆動量を所定量調整し、調整後の差分の絶対値が調整前の差分の絶対値を上回った場合に補正量を学習しない一方、調整

50

後の差分の絶対値が調整前の差分の絶対値を下回った場合に所定量を補正量として学習してもよい。

【 0 0 1 3 】

調整する所定量は、駆動量にかかわらずあらかじめ一定量に設定された値であってもよい。

【 0 0 1 4 】

学習制御部は、所定の駆動量について学習済みの補正量が存在する場合、学習済みの補正量を反映させた状態で学習を行い、補正量を更新してもよい。

【 0 0 1 6 】

学習制御部は、初回の学習時に、排気再循環バルブの基準品の流路が開き始める駆動量である開き始め駆動量で排気再循環バルブを駆動した場合における差圧を基準差圧と比較することにより、排気再循環バルブの駆動量にかかわらず設定されて排気再循環バルブの個体差のバラつきを補正する補正係数を求めてもよい。

10

【 0 0 1 7 】

学習制御部は、基準差圧に対する差圧の比に基づいて推定される流量変化率が所定値を上回ったときに、補正係数を再学習してもよい。

【 0 0 1 8 】

学習制御部は、内燃機関が燃料噴射停止状態で駆動し、かつ、内燃機関の吸気スロットル弁の開度が所定の値に固定された状態で、補正量を学習してもよい。

【発明の効果】

20

【 0 0 1 9 】

以上説明したように、本発明によれば、E G R量を精度よく制御することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る内燃機関のE G Rシステムの概略構成を示す模式図である。

【図 2】同実施形態に係るE G R制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図 3】E G Rバルブの個体差ばらつきを説明するための図である。

【図 4】E G Rバルブの劣化ばらつきを説明するための図である。

【図 5】個体差学習を実行する際に設定されるE G Rバルブの駆動量の設定例を示す説明図である。

30

【図 6】測定される実差圧と基準差圧とを示す説明図である。

【図 7】学習された補正量に応じて設定される補正係数を示す説明図である。

【図 8】E G Rバルブの中央品、流量上限品及び流量下限品それぞれの流量特性を示す説明図である。

【図 9】1ドライビングサイクルごとに異なる値に設定される学習対象の駆動量の設定例を示す説明図である。

【図 10】駆動量ごとに学習される補正量の例を示す説明図である。

【図 11】同実施形態に係るE G Rバルブの駆動量の学習制御の一例を示すフローチャートである。

40

【図 12】同実施形態に係る個体差学習処理の一例を示すフローチャートである。

【図 13】同実施形態に係る差圧差を算出する処理の一例を示すフローチャートである。

【図 14】同実施形態に係る補正量の仮設定処理の一例を示すフローチャートである。

【図 15】同実施形態に係る補正量の確定処理を示すフローチャートである。

【図 16】同実施形態に係る劣化学習処理の一例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】

【 0 0 2 1 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

50

【 0 0 2 2 】

< 1 . 内燃機関の E G R システム >

まず、本発明の実施形態に係る排気再循環制御装置（ E G R 制御装置 ）を適用可能な内燃機関の E G R システムの構成例について説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、 E G R システム 1 0 を備えた内燃機関 1 1 の吸気系及び排気系の概略構成を模式的に示す。本実施形態において、 E G R システム 1 0 を備えた内燃機関 1 1 は車両に搭載される。ただし、 E G R システム 1 0 を備えた内燃機関 1 1 は、車両に搭載されるものに限られない。内燃機関 1 1 は、例えば自己着火式の内燃機関であるディーゼルエンジンである。内燃機関 1 1 は、例えば 4 つの気筒を備える。各気筒には、筒内に燃料を直接噴射する図示しない燃料噴射弁が備えられる。各気筒は、吸気ポート及び排気ポートを介してインテークマニホールド 1 4 及びエキゾーストマニホールド 2 2 に連通する。

10

【 0 0 2 4 】

インテークマニホールド 1 4 には吸気通路 1 5 が接続される。吸気通路 1 5 には、エキゾーストマニホールド 2 2 内の排気の一部を吸気通路 1 5 に還流させるための E G R 通路 3 1 が接続される。 E G R 通路 3 1 の合流位置よりも上流側の吸気通路 1 5 には、吸気の流入量を調節するための吸気スロットル弁 1 6 が備えられる。吸気スロットル弁 1 6 は、ステッピングモータ等のアクチュエータ 1 7 により駆動される。アクチュエータ 1 7 は、 E G R 制御装置 5 0 により制御される。

【 0 0 2 5 】

吸気スロットル弁 1 6 よりも上流側の吸気通路 1 5 には、吸気を冷却するためのインタークーラー 1 8 が備えられる。インタークーラー 1 8 よりも上流側の吸気通路 1 5 には、過給機 7 0 のコンプレッサ 7 1 が備えられる。コンプレッサ 7 1 よりも上流側の吸気通路 1 5 には、吸気通路 1 5 に流入する空気量を測定するエアフローメータ 1 3 が備えられる。

20

【 0 0 2 6 】

インテークマニホールド 1 4 には吸気圧を測定するための吸気圧センサ 2 7 が備えられる。吸気圧センサ 2 7 のセンサ信号は、 E G R 制御装置 5 0 に送信される。吸気圧センサ 2 7 は、吸気スロットル弁 1 6 よりも下流側の吸気通路 1 5 のいずれかの位置に備えられてもよい。

【 0 0 2 7 】

エキゾーストマニホールド 2 2 には排気通路 2 1 が接続される。排気通路 2 1 には、上述した E G R 通路 3 1 が接続される。排気通路 2 1 には、過給機 7 0 のタービン 7 3 が備えられる。エキゾーストマニホールド 2 2 とタービン 7 3 との間の排気通路 2 1 には、空燃比センサ 2 5 が備えられる。空燃比センサ 2 5 のセンサ信号は、 E G R 制御装置 5 0 に送信される。空燃比センサ 2 5 は、エキゾーストマニホールド 2 2 に備えられてもよい。

30

【 0 0 2 8 】

タービン 7 3 よりも下流側の排気通路 2 1 には、排気を浄化するための排気浄化装置 2 6 が備えられる。排気浄化装置 2 6 は、例えば、排気中の微粒子物質を捕集するパティキュレートフィルタや、排気中の NO_x を浄化するための触媒等を備える。

【 0 0 2 9 】

E G R 通路 3 1 には、開口面積を調節可能な E G R バルブ 3 3 が備えられる。 E G R バルブ 3 3 は、 E G R バルブ 3 3 の開口面積を調節することにより、 E G R 通路 3 1 を介して排気通路 2 1 から吸気通路 1 5 に還流させる E G R ガスの流量を調節する。 E G R バルブ 3 3 は、ステッピングモータ等のアクチュエータ 3 4 により駆動される。アクチュエータ 3 4 は、 E G R 制御装置 5 0 により制御される。本実施形態において、 E G R バルブ 3 3 は、ステッピングモータにより駆動され、 E G R 制御装置 5 0 により設定される駆動量としてステップ数に応じて弁体のリフト量が調節されて開口面積が変化する。

40

【 0 0 3 0 】

E G R 通路 3 1 における、 E G R バルブ 3 3 よりも上流側（排気通路 2 1 側）には、 E G R ガスを冷却するための E G R クーラ 3 5 が備えられる。 E G R クーラ 3 5 と E G R バ

50

バルブ 33 との間の EGR 通路 31 には、EGR ガス圧センサ 37 及び EGR ガス温度センサ 38 が備えられる。EGR ガス圧センサ 37 は、EGR バルブ 33 の上流側の圧力を測定する。EGR ガス温度センサ 38 は、EGR バルブ 33 の上流側で EGR ガスの温度を測定する。EGR ガス圧センサ 37 及び EGR ガス温度センサ 38 のセンサ信号は、EGR 制御装置 50 に送信される。EGR ガス圧センサ 37 は、EGR クーラ 35 よりも上流側に備えられてもよい。

【0031】

EGR 制御装置 50 の一部又は全部は、CPU (Central Processing Unit) 又は MPU (Micro Processing Unit) 等の一つ又は複数のプロセッサを備える。また、EGR 制御装置 50 の一部又は全部は、ファームウェア等の更新可能なもので構成されていてもよく、また、CPU 等からの指令によって実行されるプログラムモジュール等であってもよい。EGR 制御装置 50 には、大気圧センサ 41 のセンサ信号も入力される。EGR 制御装置 50 は、互いに通信可能な複数の制御装置により構成されてもよい。

【0032】

EGR システム 10 では、差圧が生じたときに、高圧側から低圧側へと EGR ガスが流れるメカニズムを利用しており、少なくとも EGR バルブ 33 の前後の差圧と、EGR バルブ 33 の開口面積とにより EGR ガスの流量特性が変化し得る。また、排気は、圧縮性の流体であるとともに高温の気体であることから、周囲との温度差によって冷却されて体積又は密度が変化しやすい。このため、EGR ガスの流量特性は、排気温度によっても変化し得る。

【0033】

< 2 . 排気再循環制御装置 >

内燃機関 11 の EGR システム 10 には、EGR システム 10 を制御する EGR 制御装置 50 が備えられる。本実施形態に係る EGR 制御装置 50 は、内燃機関 11 の制御も実行可能に構成される。

【0034】

図 2 は、本実施形態に係る EGR 制御装置 50 の構成のうち、EGR バルブ 33 の駆動量の学習制御に関連する部分の機能構成を示すブロック図である。EGR 制御装置 50 は、CPU 又は MPU 等のプロセッサからなる制御部 60 と、RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) 等の記憶素子を含む記憶部 55 とを備える。記憶部 55 には、制御プログラムや各種制御に用いる情報、演算結果等が記憶される。

【0035】

制御部 60 は、スロットル制御部 61、可変バルブタイミング機構 (VVT : Variable Valve Timing) 制御部 63、EGR 制御部 65 及び学習制御部 67 を備える。これらの各部は、具体的には、プロセッサによるプログラムの実行によって実現される機能である。また、EGR 制御装置 50 は、エアフローメータ 13、大気圧センサ 41、吸気圧センサ 27、EGR ガス圧センサ 37、EGR ガス温度センサ 38 及び空燃比センサ 25 のセンサ信号を読み取り可能になっている。

【0036】

EGR 制御装置 50 は、大気圧センサ 41 のセンサ信号に基づき、大気圧 P_a を検出する。EGR 制御装置 50 は、吸気圧センサ 27 のセンサ信号に基づき、内燃機関 11 の吸気圧を検出する。吸気圧 P_d は、EGR バルブ 33 よりも下流側の圧力である下流側圧力 P_d に相当する。EGR 制御装置 50 は、EGR ガス圧センサ 37 のセンサ信号に基づき、EGR バルブ 33 よりも上流側の圧力である上流側圧力 P_u を検出する。EGR 制御装置 50 は、EGR ガス温度センサ 38 のセンサ信号に基づき、EGR ガスの温度 T_{egr} を検出する。

【0037】

なお、本実施形態では、ステッピングモータにより駆動され、ステップ数がゼロのときに EGR バルブ 33 が閉じられ、ステップ数の増大に伴って弁体のリフト量が増大し開口面積が増大する形式の EGR バルブ 33 が用いられる。以下の説明において、EGR バル

10

20

30

40

50

ブ 3 3 の駆動量とは、ステップ数を意味する。

【 0 0 3 8 】

(2 - 1 . スロットル制御部)

制御部 6 0 のスロットル制御部 6 1 は、吸気スロットル弁 1 6 のアクチュエータ 1 7 を駆動することによりスロットル開度を制御し、内燃機関 1 1 の吸気量を調節する。例えば、スロットル制御部 6 1 は、内燃機関 1 1 の回転数及びアクセル開度に基づいてアクチュエータ 1 7 の駆動量を制御する。また、スロットル制御部 6 1 は、学習制御の実行時には、吸気スロットル弁 1 6 の開度を所定の開度に固定する。

【 0 0 3 9 】

(2 - 2 . V V T 制御部)

制御部 6 0 の V V T 制御部 6 3 は、内燃機関 1 1 の可変バルブタイミング機構 (V V T) を制御することにより吸気バルブ及び排気バルブの開閉時期を調節する。具体的に、V V T 制御部 6 3 は、吸気バルブあるいは排気バルブを開閉するカムが固定された吸気カムシャフトあるいは排気カムシャフトの位相を進角又は遅角方向に変化させて、吸気バルブ及び排気バルブの開閉時期を調節する。また、V V T 制御部 6 3 は、学習制御の実行時には、可変バルブタイミング機構を所定の位置に固定する。

【 0 0 4 0 】

(2 - 3 . E G R 制御部)

E G R 制御部 6 5 は、内燃機関 1 1 に導入される吸気中の酸素濃度が目標値となるように、E G R バルブ 3 3 のアクチュエータ 3 4 を駆動することにより E G R バルブ 3 3 の開口面積を制御し、E G R ガスの流量を調節する。E G R 制御部 6 5 は、E G R バルブ 3 3 の上流側圧力 P_u 及び下流側圧力 P_d と、要求される E G R ガスの流量とに基づいて E G R バルブ 3 3 の駆動量を設定してアクチュエータ 3 4 を駆動する。

【 0 0 4 1 】

E G R 制御部 6 5 は、E G R バルブ 3 3 の上流側圧力 P_u 及び下流側圧力 P_d と、要求される E G R ガスの流量とに対してあらかじめ設定された基本駆動量を、学習制御部 6 7 により実行される学習制御の結果求められる補正係数 K 及び補正量 $N(S_n)$ を用いて補正して、E G R バルブ 3 3 の駆動量を設定する。

【 0 0 4 2 】

本実施形態において、E G R 制御部 6 5 は、アクチュエータ 3 4 としてのステッピングモータの駆動量 (ステップ数) を設定してアクチュエータ 3 4 を駆動し、E G R バルブ 3 3 の開口面積を制御する。また、E G R 制御部 6 5 は、学習制御の実行時には、E G R バルブ 3 3 の駆動量 (ステップ数) を、個体差学習あるいは劣化学習の学習点に設定する。

【 0 0 4 3 】

(2 - 4 . 学習制御部)

学習制御部 6 7 は、E G R バルブ 3 3 の上流側圧力 P_u から下流側圧力 P_d を引いた値である差圧 ΔP を基準差圧 ΔP_0 と比較することにより E G R バルブ 3 3 の駆動量の補正量を学習する。ここで、基準差圧 ΔP_0 とは、E G R バルブ 3 3 の基準品を基本駆動量にしたがって操作した場合に得られる差圧である。つまり、学習制御部 6 7 は、基準差圧 ΔP_0 に対する実測される差圧 ΔP のばらつきを E G R ガスの流量のばらつきとして学習し、差圧 ΔP のばらつきを抑制するための補正量を学習する。本実施形態において、学習制御部 6 7 は、補正量を学習する駆動量を車両のドライビングサイクルごとに変更し、それぞれの駆動量についての補正量を学習する。

【 0 0 4 4 】

学習制御部 6 7 は、E G R バルブ 3 3 ごとの個体差によるばらつき (以下、「個体差ばらつき」ともいう。) を抑制するための補正係数 K と、デポジットの付着等の劣化によるばらつき (以下、「劣化ばらつき」ともいう。) を抑制するための補正量 $N(S_n)$ とを学習する。このうち、個体差ばらつきは、少なくとも、E G R バルブ 3 3 の使用開始の初期や、同一の E G R バルブ 3 3 の駆動量に対して E G R ガスの流量が急激に変化したときなどに学習すればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図 3 は、E G R バルブの個体差ばらつきを説明するための図であり、3 つの E G R バルブの使用開始時の駆動量に対する流量特性を示している。図 3 に示すように、E G R バルブの流量のばらつきは、E G R バルブが開き始めるステップ数に依存する。つまり、E G R バルブの全駆動範囲における流量のずれは、開き始めの駆動量のずれに依存する。このため、個体差ばらつきは、例えば 2 点の駆動量での流量を把握することにより学習することができる。

【 0 0 4 6 】

これに対して、劣化ばらつきは、E G R バルブ 3 3 の使用環境によって変動するために、所定の頻度で学習することが望ましい。特に、劣化ばらつきは、E G R バルブ 3 3 の駆動量ごとに異なり得るため、学習制御部 6 7 は、それぞれの駆動量について学習制御を行って補正量 $N(S_n)$ を学習する。

10

【 0 0 4 7 】

図 4 は、E G R バルブの劣化ばらつきを説明するための図であり、1 つの E G R バルブの駆動量に対する流量低下率を車両の走行距離ごとに示している。図 4 に示すように、同じ E G R バルブであっても、車両の走行距離が大きくなるにつれて E G R ガスの流量低下率が増大する。それぞれの駆動量における流量低下率は、概ね車両の走行距離に比例して増大するものの、E G R バルブの駆動量ごとに流量低下率が異なる。このため、劣化ばらつきは、それぞれの駆動量について学習することが望ましい。

【 0 0 4 8 】

20

ここで、本実施形態において、学習制御部 6 7 は、E G R バルブ 3 3 の上流側圧力 P_u と下流側圧力 P_d との差圧 ΔP に基づいて、E G R ガスの流量のばらつきを学習する。具体的に説明すると、E G R バルブ 3 3 を通過する E G R ガスの流量は、公知のオリフィスモデルにより下記式 (1) で表すことができる。

【 0 0 4 9 】

【 数 1 】

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$$

… (1)

30

Q : 流量 (L / 秒)

α : 流量係数 (-)

A : 開口面積 (m^2)

ΔP : 差圧 (k P a)

ρ : ガス密度 (k g / m^3)

【 0 0 5 0 】

ある駆動量で E G R バルブを駆動する場合の E G R ガスの流量のばらつきは、E G R バルブの開口面積の変化 (ばらつき) によるものであるため、当該開口面積のばらつきは流量のばらつきに基づいて学習することができる。そこで、固有値である流量係数 α と同様に、ある駆動量での E G R バルブの開口面積 A を固定値と仮定する。そして、E G R バルブの新品の基準品 (中央品) を用いて、内燃機関 1 1 の回転数 N_e 及び開口面積 A に対応する差圧 ΔP_1 を測定するとともに、測定時の E G R ガス温度 T_{egr} や大気圧 P_a をもとにガス密度 ρ' を求めることにより、新品の基準品の流量基準値 Q_1 を得ることができる。

40

【 0 0 5 1 】

【 数 2 】

50

$$Q1 = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P1}{\rho'}} \quad \dots \quad (2)$$

【 0 0 5 2 】

一方、EGRバルブの個体差ばらつきや劣化ばらつきを反映した流量Q2は、学習制御実行時に測定される差圧ΔP2とガス密度ρ'、駆動量（開口面積A）に基づき得ることができる。

10

【 0 0 5 3 】

【数3】

$$Q2 = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P2}{\rho'}} \quad \dots \quad (3)$$

20

【 0 0 5 4 】

上記式(2)及び(3)より、EGRバルブ33の新品の基準品の流量Q1に対する個体差ばらつきや劣化ばらつきを反映した流量Q2の変化率nは、下記式(4)で示すように、差圧ΔPで表すことができる。

【 0 0 5 5 】

【数4】

$$n = \frac{Q2}{Q1} = \sqrt{\frac{\Delta P2}{\Delta P1}} \quad \dots \quad (4)$$

30

【 0 0 5 6 】

このように、学習制御部67は、EGRバルブ33の駆動量ごとにEGRバルブ33の上流側圧力Puと下流側圧力Pdとの差圧ΔPのばらつきをEGRガスの流量のばらつきとして学習する。差圧ΔPを用いてEGRバルブ33のばらつきによる補正係数K及び補正量N(Sn)を学習するにあたり、EGRバルブ33の開口面積の違いによる差圧ΔPの感度が高い状態で学習制御を実行することが好ましい。このため、学習制御部67は、排気圧力が変動しにくい内燃機関11の燃料噴射停止状態で学習制御を実行することが好ましい。

40

【 0 0 5 7 】

また、内燃機関11の燃料噴射停止状態において、内燃機関11の回転数が大きいと吸気圧が低下し、同一の流量において負圧が大きくなって流量変化が現れにくくなることから、内燃機関11の回転数が小さい状態で学習制御を実行することが好ましい。ただし、内燃機関11の回転数が小さすぎると、吸気圧が高くなって差圧ΔPが小さくなるために流量変化が表れにくくなる。このため、学習制御部67は、内燃機関11が燃料噴射停止状態で駆動した状態で、内燃機関11の回転数が1,100～1,300rpmの範囲内で学習制御を実行することが好ましい。

【 0 0 5 8 】

また、誤学習を抑制するには、それぞれの駆動量において発生する差圧ΔPのばらつき

50

を小さくすることが望ましい。本実施形態では、吸気圧が下流側圧力 P_d として用いられるが、吸気圧は、吸気スロットル弁 16 の開度の変化に対して感度が高い。したがって、学習制御部 67 は、内燃機関 11 の吸気スロットル弁 16 の開度が所定の値に固定された状態で、学習制御を実行してもよい。

【0059】

同様に、それぞれの駆動量において発生する差圧 ΔP のばらつきを小さくするため、学習制御部 67 は、可変バルブタイミング機構が所定の位置に固定された状態で、学習制御を実行してもよい。

【0060】

なお、以下の説明において、車両の走行中に、内燃機関 11 の燃料噴射停止状態で、内燃機関 11 の回転数が 1, 200 rpm 前後で、かつ、吸気スロットル弁 16 の開度及び可変バルブタイミング機構の位置を固定した状態を、「学習許可状態」という場合がある。

10

【0061】

学習制御部 67 は、EGRバルブの使用開始時及び流量急変時に、所定の 2 点の駆動量（ステップ）で上記学習制御を実行し、個体差ばらつきを補正するために全駆動範囲における駆動量の演算に用いる補正係数 K を学習する。また、学習制御部 67 は、補正係数 K を学習した後に、劣化ばらつきを補正するための補正量 $N(S_n)$ を駆動量 S_n ごとに学習するように構成される。

【0062】

以下、個体差ばらつきの学習（個体差学習）及び劣化ばらつきの学習（劣化学習）の一例を説明する。

20

【0063】

（個体差学習）

図 5～図 8 を参照して、個体差ばらつきを補正するための補正係数 K の学習制御について説明する。図 5 は、個体差学習を実行する際に設定される EGRバルブ 33 の駆動量 S_n の設定例を示す。図 6 は、学習許可状態において、EGRバルブ 33 の駆動量 S_n を所定のステップ数 S_a 、 S_b に設定した場合に測定される実差圧 ΔP_{act} と、新品の基準品を用いた場合に生じる基準差圧 ΔP_0 とを示す。

【0064】

上述のとおり、個体差ばらつきにより EGRバルブ 33 の全駆動範囲に生じる流量のずれは開き始めの駆動量 S_n のずれに依存するため、少なくとも 2 点のステップで流量特性を把握できれば、個体差ばらつきを補正するための補正係数 K を求めることができる。学習制御部 67 は、個体差学習の実行時に、EGRバルブ 33 の駆動量 S_n を、例えば、基準品が開口し始めるステップ S_a と、プラスマイナス 1 ステップでの差圧差の感度が高いステップ S_b とに設定する（図 5 を参照）。このような差圧差の感度が高い駆動量 S_a 、 S_b を学習点とすることにより、1 ドライビングサイクルで個体差ばらつきを学習する確実性を向上させることができる。

30

【0065】

図 6 に示すように、学習制御部 67 は、それぞれ設定されたステップ S_a 、 S_b において測定される実差圧 ΔP_{act} から基準差圧 ΔP_0 を引いた差圧差 $D (= \Delta P_{act} - \Delta P_0)$ を求める。この差圧差 D が負の値で、あらかじめ設定した下限値 D_{min} （例えば -2 kPa ）以下の場合、ステップ数を 1 ステップ減算（ $S_x - 1$ 、 $S_y - 1$ ）する。一方、差圧差 D が正の値で、あらかじめ設定した上限値 D_{max} （例えば 2 kPa ）以上の場合、ステップ数を 1 ステップ加算（ $S_x + 1$ 、 $S_y + 1$ ）する。

40

【0066】

ステップ数を加算又は減算して実差圧 $\Delta P_{act}'$ を測定し、求められた差圧差 $D' (= \Delta P_{act}' - \Delta P_0)$ の絶対値 $|D'|$ が、補正前の差圧差 D の絶対値 $|D|$ よりも小さくなった場合に、学習制御部 67 は、加減算したステップ数 N を反映して補正量 $N(S_a)$ 、 $N(S_b)$ を学習する。

【0067】

50

このとき学習された補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ は、設定されたステップ Sa , Sb における補正量であるため、学習制御部 67 は、当該ステップ Sa , Sb における補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ をもとに、全駆動範囲の駆動量を補正するための補正係数 K を求める。

【0068】

図 7 は、学習された補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ に応じて求められる補正係数 K の例を示す。補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ が正の値で大きくなるほど、つまり、実差圧 ΔP_{act} と基準差圧 ΔP_0 との差圧差 D が正の値で大きくなるほど、補正係数 K は 1 未満の小さい値となる。一方、補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ が負の値で大きくなるほど、つまり、実差圧 ΔP_{act} と基準差圧 ΔP_0 との差圧差 D が負の値で大きくなるほど、補正係数 K は 1 以上の大きい値となる。学習制御部 67 は、例えばあらかじめ設定されたマップ情報を参照して、補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ のそれぞれについて補正係数 K を求めてもよい。

10

【0069】

求められた 2 つの補正係数 $K(Ka, Kb)$ は、EGR バルブ 33 の駆動量 S_n に応じて選択的に用いられてよい。EGR バルブ 33 は、低流量側、つまり駆動量 S_n が小さい領域と、高流量側、つまり駆動量 S_n が大きい領域とで、個体差のばらつき度合いが異なる。このため、例えば、ステップ Sa とステップ Sb との間の所定の駆動量 S_n を流量管理点として設定し、当該流量管理点よりも小さいステップ Sa 側の駆動量 S_n の場合には補正量 $N(Sa)$ に対応する補正係数 Ka が用いられ、流量管理点よりも大きいステップ Sb 側の駆動量 S_n の場合には補正量 $N(Sb)$ に対応する補正係数 Kb が用いられてもよい。その際に、補正量 $N(Sa)$, $N(Sb)$ の大きさに応じて、補正係数 Ka , Kb に重み付けをして

20

【0070】

図 8 は、EGR バルブ 33 の中央品、流量上限品及び流量下限品それぞれの流量特性を示す。図 8 に示すように、個体差ばらつきは、全駆動範囲において所定の補正係数 K を中央品の流量特性に基づいて設定された基本駆動量に乘じることにより抑制することができる。例えば流量下限品の EGR ガス流量は、1 未満の補正係数 K を基本駆動量に乘じることにより中央品の EGR ガス流量に近似させることができる。一方、流量上限品の EGR ガス流量は 1 を超える補正係数 K を基本駆動量に乘じることにより中央品の EGR ガス流量に近似させることができる。

【0071】

30

(劣化学習)

図 9 ~ 図 10 を参照して、劣化ばらつきを補正するための補正量 $N(Sn)$ の学習制御について説明する。上述のとおり、劣化ばらつきによる EGR ガスの流量のずれは、駆動量 S_n ごとに異なり得る。学習制御部 67 は、劣化学習を実行するにあたり、車両のイグニッションスイッチがオンにされてからオフになるまでの 1 ドライビングサイクルごとに設定する駆動量 S_n を変更し、それぞれの駆動量 S_n について補正量 $N(Sn)$ を学習する。

【0072】

車両の走行中に、内燃機関 11 の燃料噴射停止状態で、内燃機関 11 の回転数が 1,200 rpm 前後で、かつ、吸気スロットル弁 16 の開度及び可変バルブタイミング機構の位置を固定した学習許可状態となる期間は比較的短いことから、学習制御部 67 は、1 ドライビングサイクルごとに所定数の駆動量 S_n についての学習制御を実行するようになっている。

40

【0073】

学習制御部 67 は、個体差学習と同様に、それぞれ設定されたステップ S_n において測定される実差圧 ΔP_{act} から基準差圧 ΔP_0 を引いた差圧差 $D (= \Delta P_{act} - \Delta P_0)$ を求める (図 6 を参照)。この差圧差 D が負の値で、あらかじめ設定した下限値 D_{min} (例えば -2 kPa) 以下の場合、ステップ数を 1 ステップ減算 ($S_n - 1$) する。一方、差圧差 D が正の値で、あらかじめ設定した上限値 D_{max} (例えば 2 kPa) 以上の場合、ステップ数を 1 ステップ加算 ($S_n + 1$) する。ステップ数を加算又は減算して測定される実差圧 $\Delta P_{act}'$ から基準差圧 ΔP_0 を引いた差圧差 $D' (= \Delta P_{act}' - \Delta P_0)$

50

0)の絶対値 $|D'|$ が、補正前の差圧差 D の絶対値 $|D|$ よりも小さくなった場合に、学習制御部67は、加減算したステップ数 N を反映させて補正量 $N(S_n)$ を学習する。

【0074】

図9は、1ドライビングサイクルごとに異なる値に設定される学習対象の駆動量 S_n の設定例を示す。図9に示した例では、1ドライビングサイクルあたり、2つの学習点の駆動量 S_n が設定される。学習制御部67は、1ドライビングサイクル目にステップ S_c 及びステップ S_e についての補正量 $N(S_c)$ 、 $N(S_e)$ を学習し、次のドライビングサイクルにステップ S_d 及びステップ S_f についての補正量 $N(S_d)$ 、 $N(S_f)$ を学習し、さらに次のドライビングサイクルにステップ S_g 及びステップ S_h についての補正量 $N(S_g)$ 、 $N(S_h)$ を学習する。

10

【0075】

以降も、ドライビングサイクルごとに駆動量 S_n を変更しながら補正量 $N(S_n)$ の学習を続け、すべての学習点についての補正量 $N(S_n)$ の学習が完了した場合、1ドライビングサイクル目の学習点に戻って補正量 $N(S_n)$ の学習を継続する。

【0076】

本実施形態において、1ドライビングサイクルごとに補正量 $N(S_n)$ が1ステップずつ加算又は減算され、あるいは、現状維持とされる。劣化学習は、個体差学習とは異なり、1ステップごとの差圧の感度が低い領域においても学習を行う必要があることから、加減算されるステップ数は、駆動量 S_n にかかわらず1ステップずつに設定されている。そして、それぞれの駆動量 S_n についての補正量 $N(S_n)$ が繰り返されることにより、学習精度が高められるようになっている。これにより、1ドライビングサイクルにおいて、少ない学習許可状態の中で複数点での学習を可能にしつつ、補正量 $N(S_n)$ の学習精度を高めることができる。

20

【0077】

図10は、駆動量 S_n ごとに学習される補正量 $N(S_n)$ の例を示す。それぞれの駆動量 $S_c \sim S_h$ について、学習制御の実行ごとに補正量 $N(S_n)$ がプラスマイナス1ステップずつ加減算され、これが繰り返されることにより、それぞれの駆動量 $S_c \sim S_h$ について異なる補正量 $N(S_n)$ が学習される。

【0078】

学習制御部67により学習された個体差ばらつきを抑制するための補正係数 K 及び劣化ばらつきを抑制するための補正量 $N(S_n)$ は、EGR制御部65によるEGRバルブ33の駆動量 S_n の設定に用いられる。

30

【0079】

<3. 排気再循環制御装置の動作例>

ここまで、EGR制御装置50の構成例を説明した。以下、図11～図16を参照して、EGR制御装置50の動作例を説明する。

【0080】

図11は、EGRバルブ33の駆動量 S_n の学習制御の一例を示すフローチャートである。まず、学習制御部67は、EGRバルブ33の初回の個体差学習が完了しているか否かを判別する(ステップS11)。ステップS11では、車両の組立後の最初の個体差学習が完了しているか否かが判別される。初回の個体差学習が完了していない場合($S11/No$)、学習制御部67は、個体差学習を実行する(ステップS17)。一方、初回の個体差学習が完了している場合($S11/Yes$)、学習制御部67は、EGRガスの流量チェックを行う(ステップS13)。

40

【0081】

流量チェックは、EGRバルブ33が交換されたり、付着していたデポジットが剥がれ落ちたりする等によって、EGRバルブ33の流量特性が変化したか否かを確認することである。例えば、学習制御部67は、車両の走行中において、任意の一つ又は複数点のEGRバルブ33の駆動量 S_n に対するEGRガスの流量変化率 n を上記式(4)により求め、流量変化率 n が所定範囲を超える場合に流量特性が変化したと判定してもよい。流量

50

チェックの誤判定を抑制するには、個体差学習や劣化学習と同様に、所定の学習許可状態において流量チェックが行われることが好ましい。

【0082】

学習制御部67は、流量チェックの結果、流量特性が変化したか否かを判別する（ステップS15）。流量特性が変化すると判定される場合（S15 / Yes）、学習制御部67は、個体差学習を実行する（ステップS17）。初回の個体差学習の実行時（S11 / Noの場合）及びEGRバルブ33の流量特性が変化した場合（S15 / Yesの場合）に、学習制御部67は、個体差学習を実行する。

【0083】

図12は、個体差学習処理の一例を示すフローチャートである。

10

学習制御部67は、車両が減速による燃料噴射停止状態になったことを検知すると（ステップS31）、吸気スロットル弁16を所定の開度で固定するとともに、可変バルブタイミング機構を所定の位置で固定する（ステップS33）。これにより、学習許可状態となる。

【0084】

次いで、学習制御部67は、補正量が仮設定されているか否かを判別する（ステップS35）。補正量が仮設定されていない場合（S35 / No）、学習制御部67は、EGRバルブ33の補正量 $N(S_n)$ を学習する駆動量 S_n を設定する（ステップS37）。ここで設定される駆動量 S_n は、補正前の基本駆動量である。本実施形態では、1ドライビングサイクル当たり2点の駆動量 S_a 、 S_b について補正量 $N(S_n)$ の学習が行われる。次いで、学習制御部67は、設定された駆動量 S_a 、 S_b にしたがってEGRバルブ33を2段階に駆動させて、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b について差圧差 D_a 、 D_b を算出する（ステップS39）。

20

【0085】

図13は、差圧差 D を算出する処理の一例を示すフローチャートである。

学習制御部67は、設定された駆動量 S_a 、 S_b にしたがって、EGRバルブ33を2段階に駆動させる（ステップS71）。このとき、すでに補正係数 K 及び補正量 $N(S_n)$ が設定されている場合には、補正係数 K 及び補正量 $N(S_n)$ を用いて駆動量 S_a 、 S_b を補正してEGRバルブ33を駆動させる。EGRバルブ33の上流側圧力 P_u と下流側圧力 P_d との差圧 ΔP を安定させるため、EGR制御部65は、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b を例えば1.5～2.0秒程度維持する。

30

【0086】

次いで、学習制御部67は、あらかじめ記憶されたデータを参照して、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b についての基準差圧 ΔP_{0n} を読み込む（ステップS73）。次いで、学習制御部67は、各種センサ信号に基づいて、EGRガス温度 T_{egr} 、大気圧 P_a 、上流側圧力 P_u 及び下流側圧力 P_d を取得する（ステップS75）。

【0087】

次いで、学習制御部67は、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b について、上流側圧力 P_u から下流側圧力 P_d を引くことにより実差圧 ΔP_{actn} を算出する（ステップS77）。次いで、学習制御部67は、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b について、実差圧 ΔP_{actn} から基準差圧 ΔP_{0n} を引いて差圧差 D_n を算出する（ステップS79）。

40

【0088】

図12に戻り、ステップS39で、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b についての差圧差 D_n が算出された後、学習制御部67は、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b について、差圧差 D_n に基づいて補正量を仮設定する（ステップS41）。

【0089】

図14は、補正量の仮設定処理の一例を示すフローチャートである。

学習制御部67は、それぞれの駆動量 S_a 、 S_b について、差圧差 $D_n (= \Delta P_{actn} - \Delta P_{0n})$ が負の値で、あらかじめ設定された下限値 D_{min} （例えば -2 kPa ）未満であるか否かを判別する（ステップS91）。差圧差 D_n が下限値 D_{min} 未満であ

50

る場合 (S 9 1 / Y e s)、学習制御部 6 7 は、1 ステップマイナスして補正量を仮設定する (ステップ S 9 5)。本実施形態において、仮設定される補正量は、駆動量 S_n にかかわらずあらかじめ一定量 (1 ステップずつ) で設定されている。

【0090】

一方、差圧差 D_n が下限値 D_{min} 未満でない場合 (S 9 1 / N o)、学習制御部 6 7 は、それぞれの駆動量 S_a , S_b について、差圧差 $D_n (= \Delta P_{actn} - \Delta P_{0n})$ が正の値で、あらかじめ設定された上限値 D_{max} (例えば + 2 k P a) を超えるか否かを判別する (ステップ S 9 3)。差圧差 D_n が上限値 D_{max} を超える場合 (S 9 3 / Y e s)、学習制御部 6 7 は、1 ステッププラスして補正量を仮設定する (ステップ S 9 7)。差圧差 D_n が下限値 D_{min} 未満でなく、かつ、上限値 D_{max} を超えない場合 (S 9 3 / N o)、学習制御部 6 7 は、補正量を仮設定せずに終了する (ステップ S 9 9)。

10

【0091】

図 1 2 に戻り、ステップ S 4 1 において、補正量の仮設定処理が行われた後は、再びステップ S 3 1 に戻る。補正量が仮設定された状態では、上記のステップ S 3 5 において肯定判定され (S 3 5 / Y e s)、学習制御部 6 7 は、仮設定された補正量を反映して駆動量 S_a , S_b を補正しつつ E G R バルブ 3 3 を 2 段階に駆動させて、それぞれの駆動量 S_a , S_b について差圧差 $D_{a'}$, $D_{b'}$ を算出する (ステップ S 4 3)。差圧差 $D_{a'}$, $D_{b'}$ の算出処理は、図 1 3 に示すフローチャートに沿って行われる。次いで、学習制御部 6 7 は、補正量 $N(S_n)$ の確定処理を行う (ステップ S 4 5)。

【0092】

20

図 1 5 は、補正量 $N(S_n)$ の確定処理を示すフローチャートである。学習制御部 6 7 は、それぞれの駆動量 S_a , S_b について、仮設定された補正量を反映した場合の差圧差 $D_{n'}$ の絶対値 $|D'|$ が、反映前の差圧差 D の絶対値 $|D|$ よりも小さくなったか否かを判別する (ステップ S 1 0 1)。絶対値 $|D_{n'}|$ が絶対値 $|D|$ 未満である場合 (S 1 0 1 / Y e s)、学習制御部 6 7 は、仮設定された補正量 (プラスマイナス 1 ステップ) を反映して補正量 $N(S_n)$ を更新する (ステップ S 1 0 3)。一方、絶対値 $|D_{n'}|$ が絶対値 $|D|$ 以上である場合 (S 1 0 1 / N o)、学習制御部 6 7 は、仮設定された補正量 (プラスマイナス 1 ステップ) を反映せずに補正量 $N(S_n)$ を維持する (ステップ S 1 0 5)。

【0093】

図 1 2 に戻り、ステップ S 4 5 において、補正量 $N(S_n)$ が確定された後、学習制御部 6 7 は、例えば、図 7 に示すようなマップデータを参照して、補正量 $N(S_n)$ に基づいて、個体差ばらつきを抑制するための補正係数 K を設定する (ステップ S 4 7)。これにより、個体差学習処理が終了する。

30

【0094】

図 1 1 に戻り、ステップ S 1 7 において個体差学習が実行され、個体差ばらつきを抑制するための補正係数 K が求められると、学習制御部 6 7 は、リーン燃焼を許可する (ステップ S 1 9)。これにより、内燃機関 1 1 のリーン燃焼が実行可能となって、リーン燃焼の安定性が向上する。学習制御部 6 7 は、リーン燃焼を許可した後、ステップ S 1 3 に戻って流量チェックを行う。

【0095】

40

ステップ S 1 5 において、流量チェックの結果として流量特性が変化していない場合 (S 1 5 / N o)、学習制御部 6 7 は、リーン燃焼を許可し、あるいは、許可を維持する (ステップ S 2 1)。次いで、学習制御部 6 7 は、劣化学習を実行する (ステップ S 2 3)。

【0096】

図 1 6 は、劣化学習処理の一例を示すフローチャートである。劣化学習処理は、基本的には図 1 2 に示した個体差学習処理と同様に行われる。ただし、図 1 6 に示すフローチャートにおけるステップ S 3 8 で設定される 2 点の駆動量 S_x , S_y は、ドライビングサイクルごとに変更し (図 9 を参照)、それぞれの駆動量 S_n について補正量 $N(S_n)$ を学習する。また、それぞれの駆動量 S_n にすでに学習済みの補正量 $N(S_n)$ が存在する場合には、駆動量 S_n に学習済みの補正量 $N(S_n)$ を反映させた状態で学習を行う。そして、劣化学習

50

処理では、ステップ S 4 5 において、それぞれの駆動量 S_n ごとに補正量 $N(S_n)$ が設定され、記憶される。これにより、劣化学習処理が終了する。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 に戻り、劣化学習処理が行われた後、学習制御部 6 7 は、劣化学習において補正量 $N(S_n)$ が更新されたか否かを判別する（ステップ S 2 5）。補正量 $N(S_n)$ が更新されなかった場合（S 2 5 / No）、つまり、仮設定された補正量を反映した場合の差圧差 D_n' の絶対値 $|D'|$ が、反映前の差圧差 D の絶対値 $|D|$ よりも小さくならなかった場合、学習制御部 6 7 は、ステップ S 1 3 に戻って流量チェックを行う。一方、補正量 $N(S_n)$ が更新された場合（S 2 5 / Yes）、つまり、絶対値 $|D'|$ が絶対値 $|D|$ よりも小さくなった場合、学習制御部 6 7 は、今回のドライビングサイクルにおける学習制御を終了する。

10

【 0 0 9 8 】

以上説明したように、本実施形態に係る EGR 制御装置 5 0 は、EGR バルブ 3 3 の上流側圧力 P_u と下流側圧力 P_d との差圧 ΔP のばらつきに基づいて、個体差ばらつき及び劣化ばらつきを学習する。EGR 制御装置 5 0 は、劣化ばらつきを学習する際に、ドライビングサイクルごとに学習する駆動量 S_n を変更し、それぞれの駆動量 S_n について補正量 $N(S_n)$ を学習する。このため、駆動量 S_n ごとに異なり得る、デポジット付着等による劣化ばらつきを抑制するための補正量 $N(S_n)$ が学習され、EGR ガスの流量を精度よく制御することができる。これにより、例えば、高精度の空燃比の制御が要求されるリーン燃焼時においても、空燃比を精度よく制御することができる。

【 0 0 9 9 】

20

また、EGR 制御装置 5 0 は、ドライビングサイクルごとに補正量 $N(S_n)$ を学習する駆動量 S_n を変更する。このため、1 ドライビングサイクル中に、発生する差圧 ΔP のばらつきを抑制可能となる所定の学習許可状態となる期間が短時間に限られるとしても、それぞれの駆動量 S_n についての補正量 $N(S_n)$ の学習を行える確実性が向上する。

【 0 1 0 0 】

また、EGR 制御装置 5 0 は、駆動量 S_n にかかわらず、1 ドライビングサイクルにおいては 1 ステップずつ加算又は減算しながら補正量 $N(S_n)$ を更新しつつ、次のドライビングサイクル以降も補正量 $N(S_n)$ の更新を繰り返す。このため、1 ドライビングサイクル中に所定の学習許可状態となる期間が短時間に限られるとしても、それぞれの駆動量 S_n についての補正量 $N(S_n)$ の学習精度を高めることができる。

30

【 0 1 0 1 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 0 1 0 2 】

例えば、上記実施形態では、高圧 EGR システムの EGR バルブ 3 3 の学習制御を例に採って説明したが、本発明はかかる例に限定されない。学習制御を行う EGR バルブは、過給機 7 0 のタービン 7 3 よりも下流側の排気通路から、過給機 7 0 のコンプレッサ 7 1 よりも上流側の吸気通路に排気を循環させる低圧 EGR システムの EGR バルブであってもよい。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 0 3 】

- 1 0 EGR システム
- 1 1 内燃機関
- 1 5 吸気通路
- 1 6 吸気スロットル弁
- 2 1 排気通路
- 2 7 吸気圧センサ

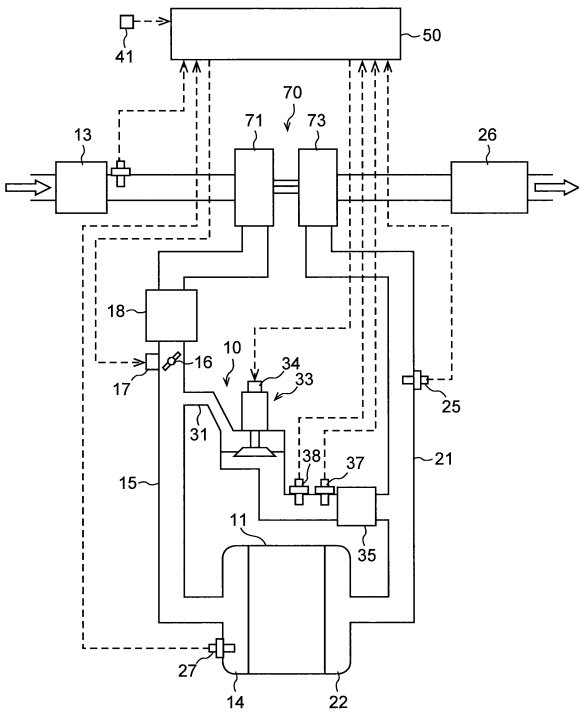
50

- 3 1 E G R 通路
- 3 3 E G R バルブ
- 3 7 E G R ガス圧センサ
- 3 8 E G R ガス温度センサ
- 4 1 大気圧センサ
- 5 0 E G R 制御装置
- 6 1 スロットル制御部
- 6 3 V V T 制御部
- 6 5 E G R 制御部
- 6 7 学習制御部

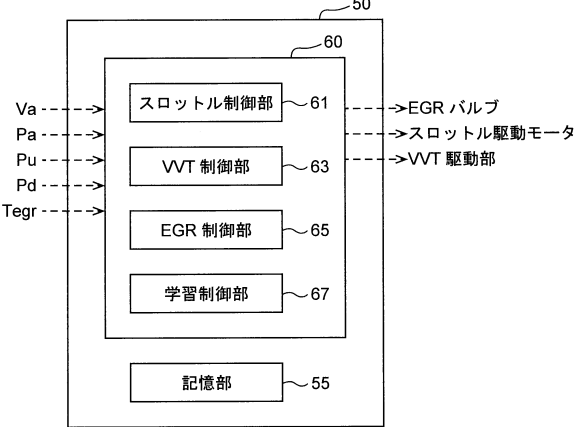
10

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



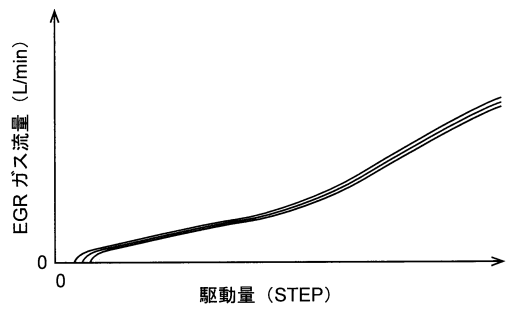
20

30

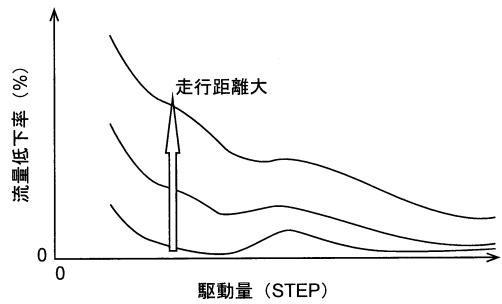
40

50

【図 3】

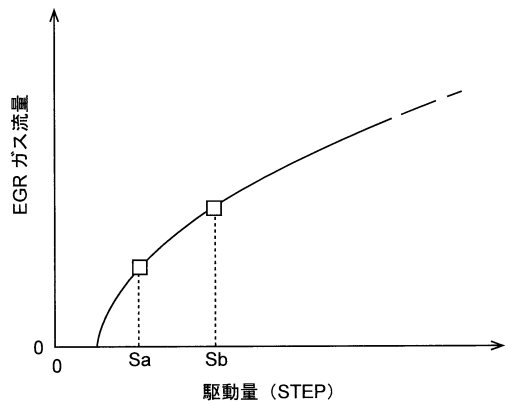


【図 4】

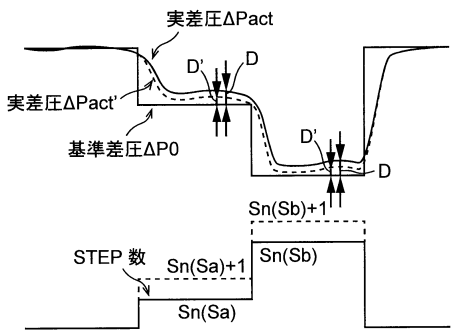


10

【図 5】

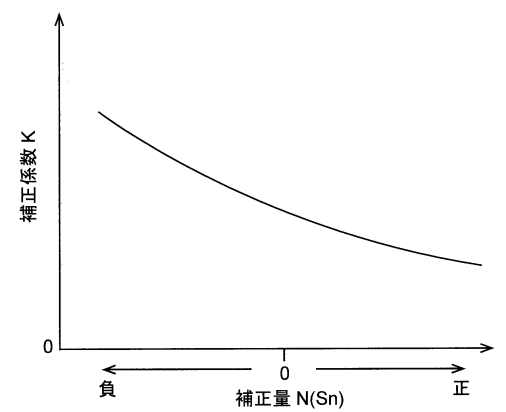


【図 6】

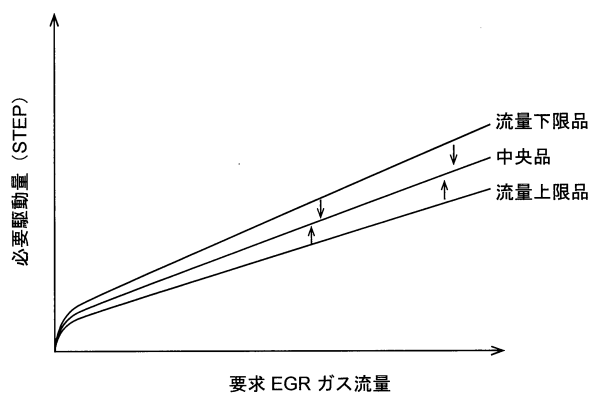


20

【図 7】



【図 8】

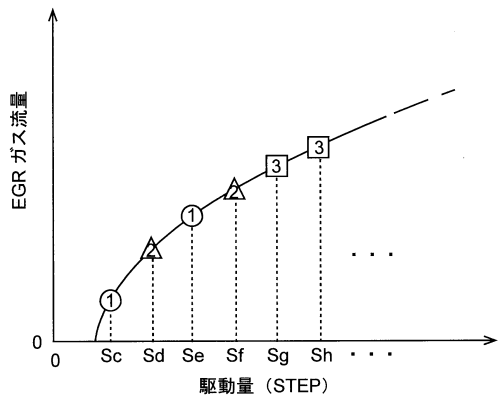


30

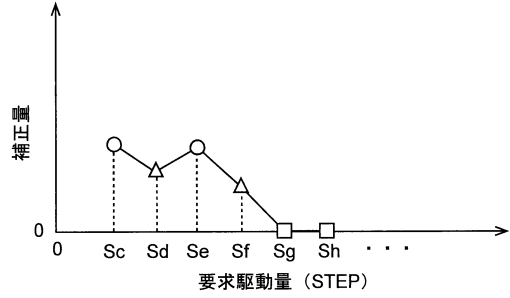
40

50

【図 9】

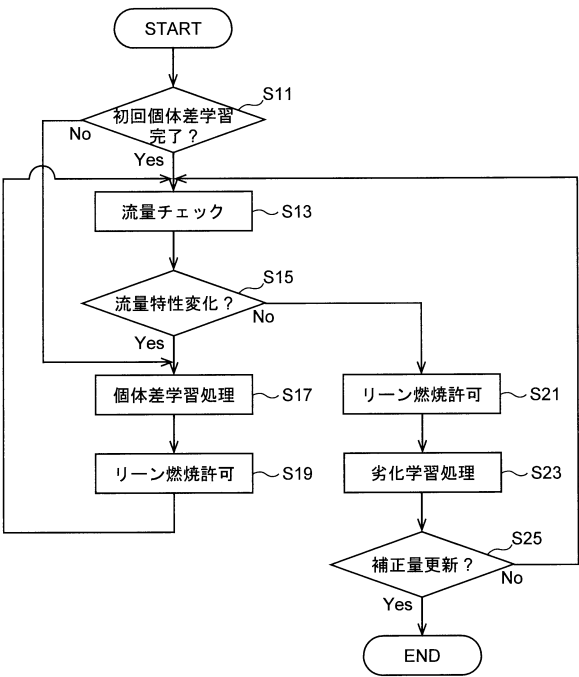


【図 10】

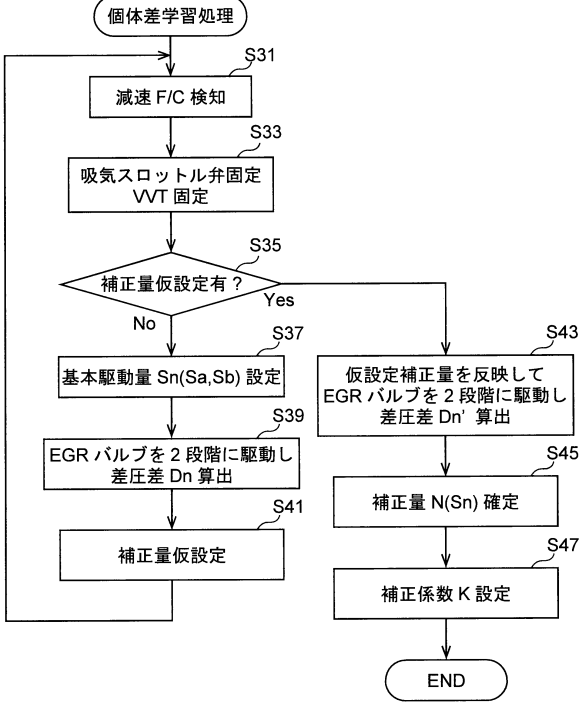


10

【図 11】



【図 12】



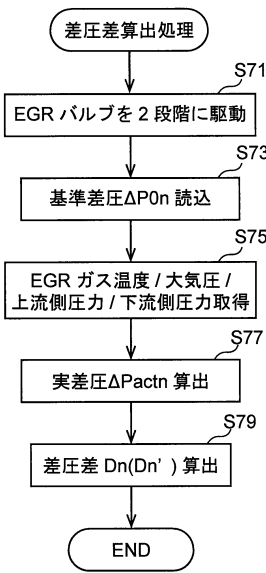
20

30

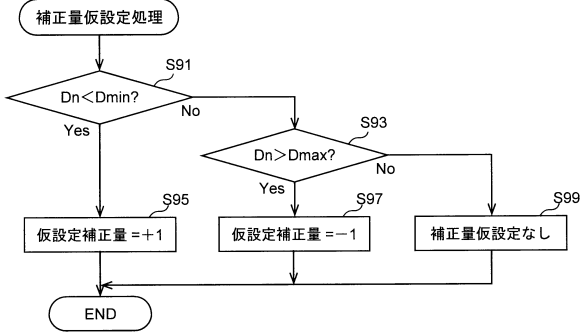
40

50

【図 13】

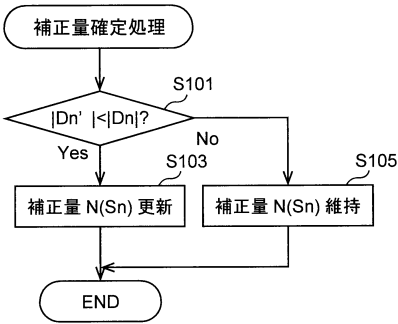


【図 14】

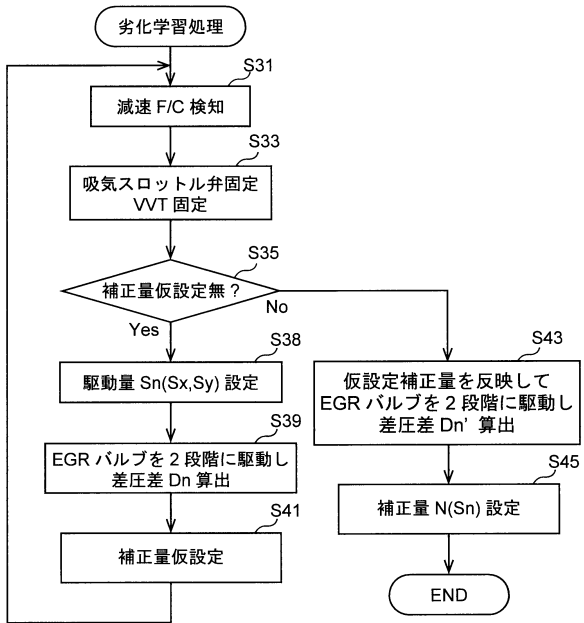


10

【図 15】



【図 16】



20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 脇本 一成

東京都渋谷区恵比寿一丁目２０番８号 株式会社ＳＵＢＡＲＵ内

審査官 小関 峰夫

(56)参考文献 特開２００１－１７３５２１（ＪＰ，Ａ）

特開２０１７－０１４９４６（ＪＰ，Ａ）

特開２０１８－０２１５２５（ＪＰ，Ａ）

特開２０１８－１４５９２７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

F 0 2 D 2 1 / 0 8

F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0

F 0 2 M 2 6 / 0 0