

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4349221号
(P4349221)

(45) 発行日 平成21年10月21日 (2009. 10. 21)

(24) 登録日 平成21年7月31日 (2009. 7. 31)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 M 25/07 (2006. 01)

F O 2 M 25/07 5 5 O F

F O 2 D 41/02 (2006. 01)

F O 2 M 25/07 5 5 O M

F O 2 D 41/04 (2006. 01)

F O 2 D 41/02 3 O 1 E

F O 2 D 45/00 (2006. 01)

F O 2 D 41/04 3 O 1 J

F O 2 D 45/00 3 O 1 F

請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-189256 (P2004-189256)

(22) 出願日 平成16年6月28日 (2004. 6. 28)

(65) 公開番号 特開2006-9717 (P2006-9717A)

(43) 公開日 平成18年1月12日 (2006. 1. 12)

審査請求日 平成19年5月28日 (2007. 5. 28)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜

(72) 発明者 中沢 孝志

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 池内 孝暢

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

審査官 稲葉 大紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のEGR制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気系から排気の一部を吸気系に還流するEGR通路にEGR弁を備え、EGR弁によりEGR量を制御する内燃機関のEGR制御装置において、

目標EGR率と実EGR率との差、基本燃料噴射量、変速機のギヤ位置及び定常走行中であるか否かに基づいて、EGR弁開口面積ばらつきによるサージ悪化指標値を誤算出しない車両安定状態にあるか否かを判定する安定状態判定手段と、

車両安定状態にある時に、機関の回転変動に基づいてサージ悪化指標値を算出する手段と、

前記サージ悪化指標値と判定閾値とを比較してサージ悪化の有無を判定する手段と、

前記サージ悪化有りの判定に基づいて、目標EGR量に対する補正值を算出する手段と

、

エンジン運転状態から算出される目標EGR量に対し前記補正值を加減算して目標EGR量を補正する手段と、

を設けたことを特徴とする内燃機関のEGR制御装置。

【請求項2】

イグニッションON中は、前記サージ悪化有りの判定をする毎に、前記補正值に所定値を加算することで前記補正值を増大させることを特徴とする請求項1記載の内燃機関のEGR制御装置。

【請求項3】

10

20

前記補正值が予め定められた最大値を超えたときに前記補正值を最大値に規制するリミッタ手段を備えることを特徴とする請求項2記載の内燃機関のEGR制御装置。

【請求項4】

イグニッションOFF→ONの際に、前記補正值を予め定められた初期値とすることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の内燃機関のEGR制御装置。

【請求項5】

前記目標EGR量の代わりに、目標EGR弁開口面積を用い、前記補正值として、目標EGR弁開口面積に対する補正值を算出し、目標EGR弁開口面積に対し前記補正值を加減算して目標EGR弁開口面積を補正することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1つに記載の内燃機関のEGR制御装置。

10

【請求項6】

EGR弁がステップモータにより駆動される場合に、前記目標EGR量の代わりに、目標ステップ数を用い、前記補正值として、目標ステップ数に対する補正值を算出し、目標ステップ数に対し前記補正值を加減算して目標ステップ数を補正することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1つに記載の内燃機関のEGR制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気系から排気の一部を吸気系に還流するEGR（排気還流）通路にEGR弁を備え、EGR弁によりEGR量を制御する内燃機関のEGR制御装置に関し、特にサージ（トルク変動）悪化を回避するためのEGR制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献1では、エンジンのクランク角速度情報に基づいて、エンジンで発生するサージを検出するためのサージレベル指標値を算出するサージレベル指標値算出手段と、上記サージレベル指標値と判定閾値とを比較してサージレベルを判定するサージレベル判定手段とを備え、上記サージレベルの変化及び上記サージレベルに基づいてEGR弁の開度を制御している。

【0003】

EGR弁、特にステップモータ式EGR弁の開度の制御に際しては、エンジン回転数とエンジン負荷とに基づく基本EGR量に、上記サージレベルの変化及び上記サージレベルに基づいて増減される目標値に基づくリミット値を乗算して、EGR量を算出し、このEGR量に基づいてステップモータ式EGR弁のモータ目標位置を求め、モータ目標位置と現在のモータ位置との比較結果に応じて、ステップモータ式EGR弁を駆動している。

30

【0004】

特許文献2では、大気圧と吸入負圧をそれぞれモニタして吸気／排気圧力比を算出し、EGR流量で割ることにより実開口面積を算出することで、EGR弁の開口面積ずれ（初期／劣化）を推定している。

【特許文献1】特開2002-048011号公報

【特許文献2】特開2000-199454号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

サージの悪化を検出してEGR量を補正する場合、環境変化による耐EGR率の低下と、EGR弁の開口面積ずれ（初期／劣化）とでは、フィードバック補正量の反映の仕方を変えないと、誤反映してしまう。

上記理由により、特許文献1のような乗算補正（すなわちゲイン補正）では、環境変化には対応できるものの、EGR弁の開口面積ずれには対応できず、運転点がずれると、再びサージレベル判定するまでサージ悪化となる。

【0006】

50

また EGR 弁開口面積を補正する別手段として、特許文献 2 のように、大気圧と吸入負圧をそれぞれモニタすることで、EGR 弁の開口面積ずれを推定するものがあるが、大気圧センサと吸入負圧センサが必要であり、コスト増となってしまう。

本発明は、このような実状に鑑み、サージ悪化の原因を環境変化と部品バラツキとに切り分けて考えると、環境変化と部品バラツキとが重なったときにサージが発生することから、環境変化のみではサージが発生しないように EGR 率を抑えることを前提に、部品バラツキによるサージ悪化に確実に対応できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このため、本発明では、目標 EGR 率と実 EGR 率との差、基本燃料噴射量、変速機のギヤ位置及び定常走行中であるか否かに基づいて、EGR 弁開口面積ばらつきによるサージ悪化指標値を誤算出しない車両安定状態にあるか否かを判定し、車両安定状態にある時に機関の回転変動に基づいてサージ悪化指標値を算出し、前記サージ悪化指標値と判定閾値とを比較してサージ悪化の有無を判定し、前記サージ悪化有りの判定に基づいて、目標 EGR 量に対する補正值を算出し、エンジン運転状態から算出される目標 EGR 量に対し前記補正值を加減算して目標 EGR 量を補正する構成とする。

【発明の効果】

【0008】

EGR 弁の開口面積ずれによるサージ悪化に対し、加減算補正、すなわちオフセット補正を行うことで、補正值を正しく反映でき、燃費と運転性を両立できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明の一実施形態を示す車両用エンジン（内燃機関）のシステム図である。

エンジン 1 の各気筒の燃焼室には、エアクリーナ 2 から吸気ダクト 3、スロットル弁 4、吸気マニホールド 5 を経て空気が吸入される。吸気マニホールド 5 の各ブランチ部には各気筒毎に燃料噴射弁 6 が設けられている。但し、燃料噴射弁 6 は燃焼室内に直接臨ませる配置としてもよい。

【0010】

燃料噴射弁 6 は、ソレノイドに通電されて開弁し、通電停止されて閉弁する電磁式燃料噴射弁（インジェクタ）であって、後述するエンジンコントロールユニット（以下 ECU という）12 からの駆動パルス信号により通電されて開弁し、図示しない燃料ポンプから圧送されてプレッシャレギュレータにより所定圧力に調整された燃料を噴射供給する。

エンジン 1 の各燃焼室には点火プラグ 7 が設けられており、これにより火花点火して混合気を着火燃焼させる。点火プラグ 7 の点火時期も ECU 12 により制御される。

【0011】

エンジン 1 の各燃焼室からの排気は、排気マニホールド 8 を介して排出される。また、排気マニホールド 8 から EGR 通路 9 が導出され、これにより EGR 弁 10 を介して排気の一部を吸気マニホールド 5 に還流している。EGR 弁 10 の開度も ECU 12 により制御される。

ECU 12 は、CPU、ROM、RAM、A/D 変換器及び入出力インターフェイス等を含んで構成されるマイクロコンピュータを備え、各種センサからの入力信号を受け、これらに基づいて、燃料噴射弁 6、点火プラグ 7、EGR 弁 10 などの作動を制御する。

【0012】

前記各種センサとしては、エンジン 1 のクランク軸回転に同期して 4 気筒の場合クランク角 180° 毎に基準クランク角信号（REF 信号）を発生しその周期よりエンジン回転数 Ne を検出可能なクランク角センサ 13、吸気ダクト 3 内で吸入空気量 Qa を検出するエアフローメータ 14、スロットル弁 4 の開度 TVO を検出するスロットルセンサ 15、エンジン 1 の冷却水温 Tw を検出する水温センサ 16、車速 VSP を検出する車速センサ 17、更にはイグニッションスイッチ 18 などが設けられている。

【0013】

また、エンジン1の出力軸は、ロックアップクラッチ付きのトルクコンバータを備える自動変速機（図示せず）に連結されるが、自動変速機制御用のコントロールユニット（以下A/T-CUという）20とECU12とは通信線によりつながっており、ECU12には、A/T-CU20から、ギヤ位置情報、ロックアップ情報が入力されている。

ECU12によるEGR弁10の制御は、次のように行う。エンジン1の運転条件に基づいて設定される目標EGR量（EGR率）を目標EGR弁開口面積に変換し、この目標EGR弁開口面積をEGR弁開度に変換し、これに基づいてEGR弁10を制御する。EGR弁10をステップモータにより駆動する場合は、目標EGR量（率）を目標ステップ数に変換し、これに基づいてEGR弁10を制御する。

10

【0014】

ここにおいて、本発明では、エンジンの回転変動に基づいてサージ悪化指標値を算出し、サージ悪化指標値と判定閾値とを比較してサージ悪化の有無を判定し、サージ悪化有りの判定に基づいて、目標EGR量（目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数）を補正することにより、サージ悪化を回避する。

但し、環境変化（大気圧、湿度、吸気温度）、吸気計量、EGR弁開口面積など、EGR量を変動させる要因は様々あり、サージ悪化しても切り分けが困難である。

【0015】

また、サージ悪化判定後の制御反映先をよく吟味しないと、誤反映する。

例えばEGR弁開口面積ばらつきによりサージ悪化した場合、開口面積ずれを補正すればよいが、目標EGR率を補正してしまうと、運転点により開口面積～EGR率が異なるため、ある領域ではサージ収束するが、別の運転点ではサージ悪化してしまう。

20

逆に環境変化により燃焼限界（＝耐EGR率）が低下した場合は、やはり運転点により開口面積～EGR率が異なるため、EGR弁開口面積に反映すると、誤反映となる。

【0016】

上記問題をフィードバック頻度を稼ぐことで解決する考え方もできるが、サージ悪化指標値は、加減速や走行抵抗変化により誤算出することが我々の実験で確認できており、サージ判定できない走行シーンではサージ悪化を対策することができない。

そこで、本発明では、環境変化、吸気計量がばらついてもサージ悪化しないよう適合する（EGR率を抑える）ことで、EGR弁開口面積ばらつきによるサージ悪化を検出し、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数に対する補正値を算出し、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数に対し前記補正値を加減算補正（オフセット補正）することにより、サージを回避する。すなわちEGR弁が基準開口面積に対し開側にばらついている場合は、開口面積又はステップ数を減算補正することにより、サージを収束させる。尚、部品特性（＝EGR弁開口面積）がばらついているので、開口面積又はステップ数の補正値は全運転領域においてに一律に反映させればよい。

30

【0017】

次に具体的な制御について図2のフローチャートにより説明する。

図2はECU12にて時間同期で10ms毎に実行されるEGR制御（目標ステップ数）補正ルーチンのフローチャートである。

40

S1では、エンジンの回転変動に基づいて単位時間当たりのサージ悪化指標値FILDを算出する。

【0018】

具体的には、回転同期（REF信号割込み）で実行される別ルーチンにより、REF信号の周期TREF(ms)を計測し、この周期TREFに基づいて、エンジン回転数Ne(rpm) = 30 / TREF（4気筒エンジンの場合）を算出する。そして、このエンジン回転数Neの変動量を算出し、これをサージ悪化指標値FILDとする。

但し、エンジンの回転変動の中には、燃焼安定度と無関係なノイズ成分が含まれていることから、特開平7-259627号公報にて知られているような手法により、ノイズ成分は除去する。すなわち、燃焼安定度の善し悪しは、回転変動の周波数特性に反映される

50

ことから、エンジンの回転変動を検出するが、検出した回転変動成分の中から、エンジン回転周波数で正規化した第1のBPF（バンドパスフィルタ）、第1のBRF（バンドリジェクトフィルタ）により、クランク角センサの加工誤差に起因するノイズ成分を除去し、また、変速比を検出しこれに応じて係数を設定した第2のBRFにより、車両駆動系の歪みに起因するノイズ成分を除去し、更に、時間同期で、第2のBPFにより、人間に不快な振動を与える回転変動成分（周波数成分）を抽出し、得られた信号について実効値計算を行い、サージ悪化指標値FIELDを算出する。

【0019】

S2では、車両が安定状態か否かを判定する。ここで、車両が安定状態か否かは、次の(1)～(5)の条件が全て満たされているか否かにより判定する。

10

(1) EGR領域である($EGRQ > 0$)。すなわち、EGRの実行中であることを条件とする。

(2) 目標EGR率と実EGR率との差が所定値以下である。すなわち、EGR制御が収束し、過渡状態でないことを条件とする。

【0020】

(3) ギヤ位置が所定回連続して同一である。すなわち、変速中でないことを条件とする。

(4) シリンダ吸入空気量に基づいて算出される基本燃料噴射量Tpが、所定範囲内である。

(5) 定常走行中である($\#FCNST2 = 1$)。

20

【0021】

#FCNST2は、下記の条件(5-1)～(5-3)により、算出される。

(5-1) 車速変化分(DVSP)判定

所定回続けて、 $DVSP < \text{所定値}$ の時、 $\#FDVLLC = 1$ とする。

所定回続けて、 $DVSP \geq \text{所定値}$ の時、 $\#FDVLLC = 0$ とする。

(5-2) 回転変化分(DNe)判定

所定回続けて、 $DNe < \text{所定値}$ の時、 $\#FDNLLC = 1$ とする。

【0022】

所定回続けて、 $DNe \geq \text{所定値}$ の時、 $\#FDNLLC = 0$ とする。

(5-3) 定常判定

30

非ロックアップ状態で、 $\#FDVLLC = 1$ （車速変化小）の状態が所定時間継続している時、又は、ロックアップ状態で、 $\#FDNLLC = 1$ （回転変化小）の状態が所定時間継続している時、 $\#FCNST2 = 1$ （定常）とする。

【0023】

非ロックアップ状態で、 $\#FDVLLC = 0$ （車速変化大）の状態が所定時間継続している時、又は、ロックアップ状態で、 $\#FDNLLC = 0$ （回転変化大）の状態が所定時間継続している時、 $\#FCNST2 = 0$ （定常ではない）とする。

上記の判定の結果、車両安定状態でない場合、すなわち(1)～(5)の条件が1つでも満たされていない場合は、S3、S4へ進んで、サージ悪化指標値（積算値）SFILDを0、積算時間TIMEを0にし、現在の目標ステップ数補正值ELCFB（初期値は0）を維持したまま、後述するS15へ進む。

40

【0024】

上記の判定の結果、車両安定状態の場合、すなわち(1)～(5)の条件が全て満たされている場合は、S5へ進む。

S5では、次式のごとく、サージ悪化指標値（積算値）SFILDに、最新の単位時間当たりのサージ悪化指標値FIELDを加算する。

$SFILD = SFILD(\text{前回値}) + FIELD$

S6では、次式のごとく、積算時間TIMEに、本ルーチンの実行時間隔 Δt を加算する。

【0025】

50

$T I M E = T I M E (前 回 値) + \Delta t$

S 7では、積算時間 $T I M E$ が予め定めたサンプリング時間 $T I M E 0$ (例えば 2 秒) に達したか否かを判定する。

達しない場合は、そのまま、すなわち現在の目標ステップ数補正值 $E L C F B$ (初期値は 0) を維持したまま、後述する S 1 5 へ進む。

【0026】

達した場合 ($T I M E \geq T I M E 0$ の場合) は、S 8 以降へ進む。

S 8では、積算時間 $T I M E$ をクリアする ($T I M E = 0$) 。

S 9では、ギヤ位置毎の、エンジン回転数とエンジン負荷のマップから、サージ悪化判定用の判定閾値 $E L S L$ を算出する。 10

S 1 0では、サージ悪化指標値 (積算値) $S F I L D$ と判定閾値 $E L S L$ とを比較し、 $S F I L D \geq E L S L$ (サージ悪化状態) か否かを判定する。

【0027】

$S F I L D < E L S L$ で、サージ悪化状態でない場合は、現在の目標ステップ数補正值 $E L C F B$ (初期値は 0) を維持したまま、後述する S 1 4 へ進む。

$S F I L D \geq E L S L$ で、サージ悪化状態の場合は、S 1 1 以降へ進む。

S 1 1では、次式のごとく、目標ステップ数補正值 $E L C F B$ に、所定値 ΔS を加算する。

【0028】

$E L C F B = E L C F B (前 回 値) + \Delta S$ 20

ここで、目標ステップ数補正值 $E L C F B$ の初期値は 0 であり、イグニッション OFF → ON の際に、初期設定される。

また、所定値 ΔS は最小のステップ数とするが、1 相励磁と 2 相励磁との切り換えが可能で、1 相励磁 (弱励磁) により 0. 5 ステップずつ駆動できる場合は、例えば 0. 5 とする。

【0029】

S 1 2では、目標ステップ数補正值 $E L C F B$ を予め定めた最大値 $E L C F B M X$ と比較し、 $E L C F B > E L C F B M X$ か否かを判定し、NO の場合は、そのまま、YES の場合は、S 1 3 で、 $E L C F B = E L C F B M X$ とする (リミッタ手段)。その後、S 1 4 へ進む。尚、最大値 $E L C F B M X$ は、E G R 弁の想定される最大の開口面積ばらつき 30 による流量変動分をステップ数に換算したもので、例えば 1. 5 ステップとする。

【0030】

S 1 4では、次の積算のため、サージ悪化指標値 (積算値) $S F I L D$ をクリアする ($S F I L D = 0$) 。

S 1 5では、次式のごとく、エンジン回転数及びエンジン負荷から定められる基準目標ステップ数から、目標ステップ数補正值 $E L C F B$ を減算して、最終的な目標ステップ数を求める。

【0031】

目標ステップ数 = 基準目標ステップ数 - $E L C F B$

このようにして目標ステップ数が定まると、E G R 弁駆動用のステップモータに対し、 40 指令信号が出力される。

図 3 は E G R 制御のタイムチャートであり、サージレベルが悪化して、サージ悪化指標値 (積算値) $S F I L D$ が判定閾値を超えると、目標ステップ数補正值 $E L C F B$ が初期値 (0) から所定値 ΔS 増大せしめられ、その分、目標ステップ数が減少側に補正されることを示している。

【0032】

図 4 はステップ数と E G R 流量との関係を示しており、設計中央値に対し、部品ばらつきにより流量増加側の状態となった場合、サージ悪化が検知されて、目標ステップ数がオフセット補正される結果、E G R 流量特性を設計中央値に戻すことが可能となる。これに対し、ゲイン補正では、E G R 流量特性を設計中央値に戻すことができない。 50

本実施形態によれば、エンジンの回転変動に基づいてサージ悪化指標値を算出し、前記サージ悪化指標値と判定閾値とを比較してサージ悪化の有無を判定し、前記サージ悪化有りの判定に基づいて、目標EGR量に対する補正値を算出し、目標EGR量に対し前記補正値を加減算して目標EGR量を補正する構成とすることにより、EGR弁の開口面積ずれによるサージ悪化に対し、加減算補正、すなわちオフセット補正を行うことで、補正値を正しく反映でき、燃費と運転性（サージ改善）を両立できる。

【0033】

また、本実施形態によれば、イグニッションON中は、前記サージ悪化有りの判定をする毎に、前記補正値に所定値を加算することで前記補正値を増大させることにより、サージ悪化を確実に回避することができる。

10

また、本実施形態によれば、前記補正値が予め定められた最大値を超えたときに前記補正値を最大値に規制するリミッタ手段を備えることにより、過補正を防止できる。

【0034】

また、本実施形態によれば、イグニッションOFF→ONの際に、前記補正値を予め定められた初期値とすることにより、環境変化と部品ばらつきとが悪い方向に重ならない限りサージ悪化を生じない点を考慮して、過去の履歴による必要以上の補正を回避できると共に、イグニッションOFF中のメモリ機能を簡素化できる。

また、本実施形態によれば、前記サージ悪化有りの判定をした運転領域にかかわらず、全運転領域で、前記補正値により目標EGR量を補正することにより、部品バラツキの特性を考慮して、簡易な制御とすることができる。

20

【0035】

また、本実施形態によれば、前記目標EGR量の代わりに、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数を用い、前記補正値として、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数に対する補正値を算出し、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数に対し前記補正値を加減算して目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数を補正することにより、すなわち、フィードバック補正量を開度に反映せず、目標EGR弁開口面積又は目標ステップ数に反映することにより、EGR弁開口面積ずれに確実に対応できるのみならず、EGR弁の径やストロークなどの部品特性が変更された場合でも、開口面積～ステップ数特性を修正することで容易に対応することができ、結果、適合工数を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0036】

【図1】本発明の一実施形態を示すエンジンのシステム図

【図2】EGR制御（目標ステップ数）補正ルーチンのフローチャート

【図3】タイムチャート

【図4】ステップ数とEGR流量との関係を示す図

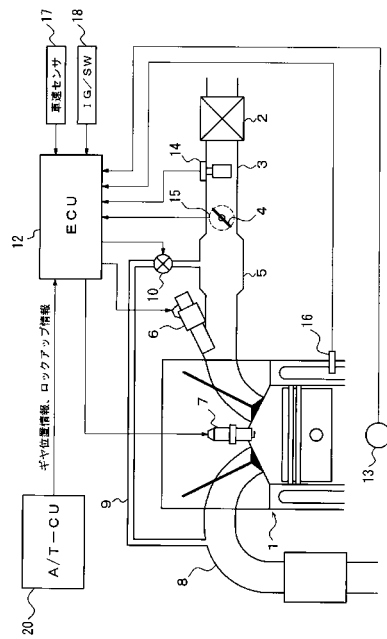
【符号の説明】

【0037】

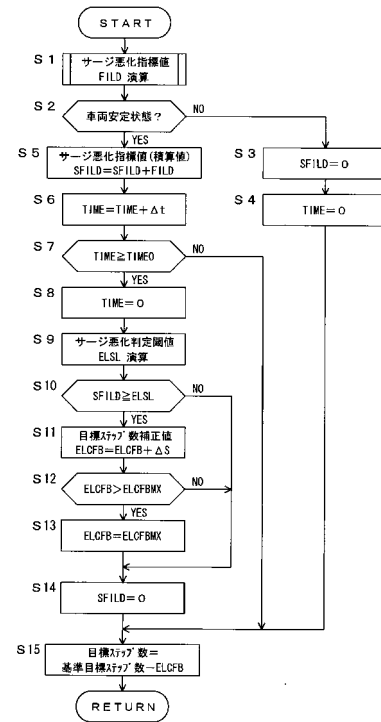
- 1 エンジン
- 5 吸気マニホールド
- 6 燃料噴射弁
- 7 点火プラグ
- 8 排気マニホールド
- 9 EGR通路
- 10 EGR弁
- 12 ECU
- 13 クランク角センサ

40

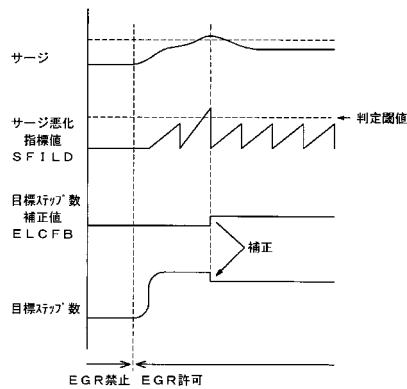
【図 1】



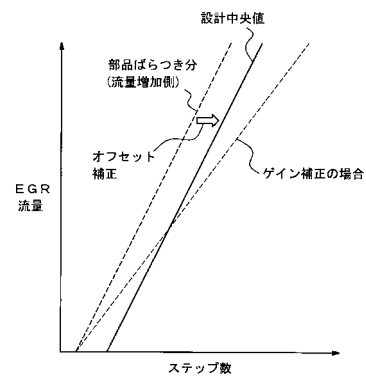
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 45/00 3 6 2 J

(56)参考文献 国際公開第98/026169 (WO, A1)
特開昭59-134350 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 M 2 5 / 0 7
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0