

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7485026号
(P7485026)

(45)発行日 令和6年5月16日(2024.5.16)

(24)登録日 令和6年5月8日(2024.5.8)

(51)国際特許分類 F I
 F 0 2 D 21/08 (2006.01) F 0 2 D 21/08 3 0 1 E
 F 0 2 D 45/00 (2006.01) F 0 2 D 45/00 3 6 2
 F 0 2 D 45/00 3 6 8 S

請求項の数 4 (全10頁)

(21)出願番号	特願2022-528732(P2022-528732)	(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
(86)(22)出願日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(74)代理人	100086232 弁理士 小林 博通
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/000548	(74)代理人	100092613 弁理士 富岡 潔
(87)国際公開番号	WO2021/245436	(72)発明者	鐘 佩瑩 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産 自動車株式会社 知的財産部内
(87)国際公開日	令和3年12月9日(2021.12.9)	審査官	戸田 耕太郎
審査請求日	令和4年12月1日(2022.12.1)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の制御方法および制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の燃焼安定度を示す指標を求め、この燃焼安定度に基づいて排気還流率を補正する内燃機関の制御方法において、
上記指標に基づき燃焼安定度が安定状態に相当する所定レベルを満たしているかどうかを判定し、

燃焼安定度が所定レベルを満たしていると判定した場合は、所定サイクル数経過毎に排気還流率を所定量ずつ増加補正し、

燃焼安定度が所定レベルを満たしていないと判定したときは直ちに排気還流率を所定量減少補正し、

内燃機関が一定の運転点に留まっている間、燃焼安定度に基づく排気還流率の減少補正が行われた場合は、当該運転点におけるその後の燃焼安定度に基づく排気還流率の増加補正を禁止する、内燃機関の制御方法。

【請求項2】

排気還流率を所定量減少補正した後、燃焼安定度が所定レベルを満たしていない状態が所定サイクル数継続したら、排気還流率をさらに所定量減少補正する、請求項1に記載の内燃機関の制御方法。

【請求項3】

サイクル毎に燃焼安定度が所定レベルを満たしているかどうかを判定し、

燃焼安定度が所定レベルを満たしているサイクルが所定サイクル数継続したら排気還流

率を所定量増加補正し、

あるサイクルで燃焼安定度が所定レベルを満たしていない場合は直ちに排気還流率を所定量減少補正し、

この減少補正後、燃焼安定度が所定レベルを満たしていないサイクルが所定サイクル数継続したら排気還流率をさらに所定量減少補正する、

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の制御方法。

【請求項 4】

排気還流制御弁を有する排気還流装置と、内燃機関の燃焼安定度に関連する回転変動もしくは筒内圧を検出する少なくとも 1 つのセンサと、燃焼安定度に基づいて排気還流装置の排気還流率を補正するコントローラと、を備え、

上記コントローラは、

回転変動もしくは筒内圧に基づき燃焼安定度が安定状態に相当する所定レベルを満たしているかどうかを判定し、

燃焼安定度が所定レベルを満たしていると判定した場合は、所定サイクル数経過毎に排気還流率を所定量ずつ増加補正し、

燃焼安定度が所定レベルを満たしていないと判定したときは直ちに排気還流率を所定量減少補正し、

内燃機関が一定の運転点に留まっている間、燃焼安定度に基づく排気還流率の減少補正が行われた場合は、当該運転点におけるその後の燃焼安定度に基づく排気還流率の増加補正を禁止する、内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、排気還流率を燃焼安定度に基づいて補正する内燃機関の制御方法および制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気系から吸気系に排気の一部を還流する排気還流装置においては、排気還流率を高くするほど燃費の向上等の上で有利であるが、その反面、燃焼安定度が低下する。つまり、排気還流率は、燃焼安定度によって制限される。

【0003】

特許文献 1 には、図示平均有効圧のばらつきに相関するトルク変動を検出し、所定サイクル毎具体的には 16 サイクル毎にトルク変動を閾値と比較して、トルク変動が閾値以下であれば所定量だけ排気還流率を高くし、トルク変動が閾値を超えていれば所定量だけ排気還流率を低くする技術が開示されている。

【0004】

しかしながら、このような従来の制御方法では、燃焼が不安定となったときに、所定のサイクル数が経過するまでの間、燃焼が不安定な状態が継続することとなり、好ましくない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開昭 60 - 104754 号公報

【発明の概要】

【0006】

この発明は、内燃機関の燃焼安定度を示す指標を求め、この燃焼安定度に基づいて排気還流率を補正する。上記指標に基づき燃焼安定度が安定状態に相当する所定レベルを満たしているかどうかを判定し、燃焼安定度が所定レベルを満たしていると判定した場合は、所定サイクル数経過毎に排気還流率を所定量ずつ増加補正し、燃焼安定度が所定レベルを満たしていないと判定したときは直ちに排気還流率を所定量減少補正する。そして、内燃

10

20

30

40

50

機関が一定の運転点に留まっている間、燃焼安定度に基づく排気還流率の減少補正が行われた場合は、当該運転点におけるその後の燃焼安定度に基づく排気還流率の増加補正を禁止する。

【 0 0 0 7 】

このように、排気還流率を増加補正するに際しては、所定サイクル数経過する毎に所定量ずつ増加補正することで、排気還流率の増加から遅れて出現する燃焼の急激な悪化を回避しつつ排気還流率を限界まで高めることが可能となる。これにより、燃費の改善が図れる。

【 0 0 0 8 】

一方、燃焼悪化が検出されたときには、所定サイクル数の経過を待たずに直ちに排気還流率を低く補正するので、悪化した状態の燃焼の継続が最小限に抑制される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 この発明の一実施例が適用される内燃機関の構成説明図。

【 図 2 】 一実施例の排気還流率の補正制御を示すフローチャート。

【 図 3 】 一実施例の動作を示すタイムチャート。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、この発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、この発明の一実施例が適用される車両用の内燃機関 1 の構成説明図である。内燃機関 1 は、例えばガソリンを燃料とする火花点火式内燃機関であって、過給機としてターボチャージャ 2 を備えている。すなわち、内燃機関 1 の排気通路 3 にターボチャージャ 2 のタービン 2 A が設けられており、内燃機関 1 の吸気通路 4 には、このタービン 2 A によって駆動される同軸上のコンプレッサ 2 B が設けられている。タービン 2 A は、排気通路 3 において触媒コンバータ 5 の上流側に位置している。また吸気通路 4 のコンプレッサ 2 B よりも下流側に、電子制御型のスロットル弁 6 が位置している。吸気通路 4 の入り口側には、図示せぬエアクリーナが設けられており、かつ、このエアクリーナよりも下流に、吸入空気量を検出するエアフロメータ 7 が設けられている。

【 0 0 1 2 】

また、排気の一部を吸気系へ還流する排気還流装置として、排気通路 3 から吸気通路 4 へ至る排気還流通路 8 と、この排気還流通路 8 に設けられた排気還流制御弁 9 と、を備えている。一実施例では、排気還流通路 8 は、触媒コンバータ 5 の下流側において排気通路 3 から分岐する。また、排気還流通路 8 の先端は、吸気通路 4 のエアフロメータ 7 よりも下流でかつコンプレッサ 2 B よりも上流側の位置において吸気通路 4 に合流している。すなわち図示例の排気還流装置は、内燃機関 1 の過給域においても比較的低压であるコンプレッサ 2 B の上流側にタービン 2 A 下流側から排気を還流するいわゆるロープレッシャー EGR 形式に構成されている。排気還流通路 8 の排気還流制御弁 9 上流側には、排気を冷却する EGR ガスクーラ 1 2 が設けられている。

【 0 0 1 3 】

排気還流制御弁 9 の開度は、エンジンコントローラ 1 0 によって制御される。なお、排気還流制御弁 9 は、いかなる形式のものであってもよい。エアフロメータ 7 が検出する吸入空気量等に応じて、目標の EGR 率を実現するように排気還流制御弁 9 の開度が制御される。

【 0 0 1 4 】

エンジンコントローラ 1 0 には、内燃機関 2 の制御のために一般的に必要な種々のセンサ類が接続されており、また、車両内の図示しない他のコントローラとの間で信号の授受を行っている。エンジンコントローラ 1 0 は、これらの入力信号に基づき、スロットル弁 6 の開度制御、図示しない燃料噴射弁による燃料噴射量や燃料噴射時期の制御、図示しない点火プラグによる点火時期の制御、排気還流制御弁 9 を介した排気還流制御、等を行っ

10

20

30

40

50

ている。

【0015】

ここで、図示例の内燃機関1は、クランクシャフトの回転に伴い単位クランク角毎にパルス信号を出力するクランク角センサ11を備えており、エンジンコントローラ10は、このクランク角センサ11の出力信号を処理して得られる角速度変化に基づき、内燃機関1の燃焼安定度を示す指標として図示平均有効圧変動率 cP_i を演算する。そして、後述するように、この図示平均有効圧変動率 cP_i に基づき目標のEGR率を補正する。なお、図示平均有効圧変動率 cP_i は、特開平9-14028号公報や特開2014-177911号公報等によって公知の指標であり、値が大きいくほど燃焼が不安定であることを表す。この図示平均有効圧変動率 cP_i は、適当なサイクル数（例えば100サイクル）のデータをを用いた移動平均（加重平均であってもよい）としてサイクル毎に求められる。なお、燃焼安定度を求める手法として筒内圧センサを用いる方法も知られており、本発明においては、筒内圧センサを用いて燃焼安定度を示す指標を得るようにしてもよい。

10

【0016】

一実施例においては、内燃機関1はシリーズハイブリッド車に用いられる。特に図示しないが、シリーズハイブリッド車は、主に発電機として動作する発電用モータジェネレータと、この発電用モータジェネレータを電力要求に応じて駆動する発電用内燃機関として用いられる内燃機関1と、主にモータとして動作して駆動輪を駆動する走行用モータジェネレータと、発電した電力を一時的に蓄えるバッテリーと、バッテリーと各々のモータジェネレータとの間で電力変換を行うインバータ装置と、を主体として構成されている。内燃機関1が発電用モータジェネレータを駆動することによって得られた電力は、インバータ装置を介してバッテリーに蓄えられる。走行用モータジェネレータは、バッテリーの電力を用いてインバータ装置を介して駆動制御される。走行用モータジェネレータの回生時の電力は、やはりインバータ装置を介してバッテリーに蓄えられる。

20

【0017】

このようなシリーズハイブリッド車においては、発電用モータジェネレータを駆動する内燃機関1は、バッテリーの充電状態(SOC)等を含む電力要求に応じて間欠的に運転される。つまり、車両のアクセルペダル開度や車速およびSOC等に応じて車両側コントローラからエンジンコントローラ10が電力要求を受けると、その電力要求に応じて内燃機関1が始動され、発電が行われる。SOCが所定のレベルに達すると、内燃機関1は停止する。従って、内燃機関1は、車両の運転中、始動・停止を繰り返す形となる。内燃機関1は、通常は、最良燃費点付近の特定の運転領域内で運転がなされるように、内燃機関1の負荷および回転速度が制御される。つまり、内燃機関の出力で機械的に車両を駆動する場合に比較して、シリーズハイブリッド車用の内燃機関1では、運転点(回転速度および負荷)の変化の頻度が相対的に少ない。

30

【0018】

なお、本発明においては、必ずしもシリーズハイブリッド車用の内燃機関に限定されるものではなく、機械的に車両を駆動する内燃機関などに広く適用が可能である。

【0019】

図2は、一実施例の排気還流率制御の処理の流れを示すフローチャートである。このフローチャートに示すルーチンは、エンジンコントローラ10において、内燃機関1の燃焼サイクル毎に繰り返し実行される。換言すれば、仮に内燃機関1が3気筒機関であれば、240°C/A毎に図2のルーチンが実行される。

40

【0020】

最初のステップ1においては、内燃機関1の回転速度および負荷の各々の変化量が閾値未満であるか否かを判定する。換言すれば、内燃機関1の運転点に変化したか、あるいは定常運転であるか、を判別する。運転点に変化した場合は、ステップ2へ進み、目標EGR率低下経験フラグをクリアする(0とする)。目標EGR率低下経験フラグは、後述するように、燃焼安定度の悪化に基づく目標EGR率の減少補正を経験したかどうかを示すフラグであり、運転点に変化した直後は0である。

50

【 0 0 2 1 】

ステップ1でYESであればステップ3へ進み、目標EGR率の変化が閾値未満であるか否かを判定する。つまり閾値よりも大きな目標EGR率の変化が生じた直後であるかどうかを判別する。ここでの目標EGR率の変化は増加・減少の双方を含む。ステップ3でNOつまり目標EGR率の変化があれば、そのまま今回のルーチンを終了する。なお、ステップ3は、目標EGR率が変化した直後の過渡状態を燃焼安定度判定の対象から排除するための処理であり、従って、後述するタイムチャートに示すように、目標EGR率がステップ的に変化した後、しばらくの間（適宜なサイクル数もしくは時間）は、NOとの判定がなされる。

【 0 0 2 2 】

ステップ3でYESであればステップ4へ進み、燃焼安定度を示す指標である図示平均有効圧変動率cPiの値と、サイクル数を示すカウンタnの値と、を読み出す。図示平均有効圧変動率cPiは、別のルーチンによってサイクル毎に移動平均として算出される。

【 0 0 2 3 】

次にステップ5において、図示平均有効圧変動率cPiを所定の閾値と比較し、閾値未満であるか否かを判定する。図示平均有効圧変動率cPiが閾値未満であれば、燃焼安定度が所定レベルを満たしていることを意味する。この場合は、ステップ6へ進み、目標EGR率低下経験フラグが1であるか否かを判定する。目標EGR率低下経験フラグが1であれば、今回のルーチンを終了する。

【 0 0 2 4 】

目標EGR率低下経験フラグは、運転点が変化した直後は0であり、この場合は、ステップ6からステップ7へ進み、サイクル数を示すカウンタ値nが所定サイクル数（例えば100サイクル）に達したかどうかを判定する。NOであれば、ステップ8へ進み、カウンタ値nをインクリメントしてルーチンを終了する。また、カウンタ値nが所定サイクル数に達していたら、ステップ9でカウンタ値nをリセットするとともに、ステップ10へ進み、目標EGR率を比較的小さな所定量だけ増加補正する。なお、基準の目標EGR率は、各運転点毎に予め設定されており、ステップ10では、基準の目標EGR率に対する補正量が所定量増加することとなる。

【 0 0 2 5 】

このように、図示平均有効圧変動率cPiが所定の閾値未満の状態が続き、ステップ5, 6, 7と進む燃焼サイクルの回数が所定サイクル数に到達すれば、その時点で目標EGR率が所定量増加補正される。そして、所定サイクル数に達したときにカウンタ値nがリセットされるので、図示平均有効圧変動率cPiが閾値未満の状態が長く続いたときは、所定サイクル数経過の毎に所定量ずつ増加補正がなされることとなる。

【 0 0 2 6 】

一方、ステップ5において図示平均有効圧変動率cPiが閾値以上であれば、燃焼安定度が所定レベルよりも悪いことを意味し、ステップ5からステップ11へ進んで、目標EGR率低下経験フラグが1であるか否かを判定する。目標EGR率低下経験フラグは、運転点の変化した直後は0であり、この場合は、ステップ11からステップ12へ進み、カウンタ値nをリセットするとともに、ステップ13へ進み、目標EGR率低下経験フラグを1にセットする。そして、ステップ13からステップ17へ進んで目標EGR率を所定量だけ減少補正する。つまり、ある燃焼サイクルで図示平均有効圧変動率cPiが閾値以上であった場合には、所定サイクル数の経過を待たずに、直ちに目標EGR率を減少補正する。

【 0 0 2 7 】

ステップ13を経て目標EGR率低下経験フラグが1となると、次のルーチンにおいてステップ5で図示平均有効圧変動率cPiが閾値以上であると判定された場合に、ステップ11の目標EGR率低下経験フラグの判定がYESとなる。そのため、ステップ11からステップ14へ進み、サイクル数を示すカウンタ値nが所定サイクル数（例えば100サイクル）に達したかどうかを判定する。NOであれば、ステップ15へ進み、カウン

10

20

30

40

50

タ値 n をインクリメントしてルーチンを終了する。また、カウンタ値 n が所定サイクル数に達していたら、ステップ 16 でカウンタ値 n をリセットするとともに、ステップ 17 へ進み、目標 EGR 率を比較的小さな所定量だけ減少補正する。

【0028】

つまり、最初に図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上となってステップ 17 により目標 EGR 率の減少補正が行われると、ステップ 13 により目標 EGR 率低下経験フラグが 1 にセットされるため、それ以降は、仮にある燃焼サイクルで図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上となっても目標 EGR 率の減少補正はなされず、その図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上である状態が所定サイクル数継続したときに再度の目標 EGR 率の減少補正がなされることとなる。また仮に図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上である状態が長く継続した場合には、所定サイクル数が経過する毎に目標 EGR 率の減少補正がなされる。

10

【0029】

図 3 は、上記の目標 EGR 率の補正制御の動作を説明するタイムチャートである。この図には、上から順に、(a) 定常判定状態、(b) 図示平均有効圧変動率 $c P i$ 、(c) EGR 率補正量、(d) 目標 EGR 率低下経験フラグ、を示している。(a) 定常判定状態のパルス波形は、上述したステップ 1 の判定とステップ 2 の判定とを併せて、機関回転速度、負荷および目標 EGR 率が定常状態であるかどうかを示したものである。この (a) の波形の立ち上がりのタイミングが、図 2 のフローチャートにおいてステップ 3 からステップ 4 以降へ進むタイミングとなる。

20

【0030】

この例では、時間 t_5 までの期間は、図示平均有効圧変動率 $c P i$ は所定の閾値未満であり、時間 t_5 からしばらくの間閾値以上となった後、再び閾値未満となっている。

【0031】

従って、この例では、時間 t_1 から図 2 のステップ 5, 6, 7, 8 の処理を繰り返し実行することとなり、その状態が所定サイクル数継続した時間 t_2 において、(c) に示すように、目標 EGR 率が所定量だけ増加補正される。この増加補正に伴い、図 2 のステップ 3 の判定が NO となる。僅かな遅れの後、時間 t_3 において再び図 2 のステップ 5, 6, 7, 8 の処理を繰り返し実行することとなり、その状態が所定サイクル数継続した時間 t_4 において、(c) に示すように、目標 EGR 率がさらに所定量だけ増加補正される。つまり、図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値未満である状態が継続すれば、所定サイクル数の経過の毎に目標 EGR 率が僅かずつステップ的に増加していく。目標 EGR 率の変化が図示平均有効圧変動率 $c P i$ に反映するまでには遅れがあるので、所定サイクル数の経過を待って次の増加補正を行うことで、急激な EGR 率の増加による燃焼悪化を回避しつつ EGR 率を限界付近まで近づけることができる。特に、図示平均有効圧変動率 $c P i$ を移動平均として求めると、少し前のサイクル(まだ EGR 率が低かったサイクル)の燃焼状態の影響が残るので、増加補正した EGR 率の下での燃焼安定度を正しく得ることができない。所定サイクル数の経過を待って次の増加補正を行うことで、急激な燃焼悪化を回避することができる。

30

【0032】

このような EGR 率の増加は、燃焼安定度の低下を招来するので、やがて図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上となる。図の例では、時間 t_5 において図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上となる。このときには、前述した図 2 のステップ 5, 11, 12, 13, 17 の処理の流れにより、目標 EGR 率が直ちに減少補正される。同時に、ステップ 13 の処理により目標 EGR 率低下経験フラグが 1 となる。換言すれば、目標 EGR 率低下経験フラグが 0 であるときに、図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上となると、サイクル数の経過を待たずに直ちに目標 EGR 率が低下する。これにより、燃焼悪化状態が長く続くことが抑制される。

40

【0033】

時間 t_5 で目標 EGR 率の減少補正を行うと、過渡状態と判定される僅かな遅れの後、

50

時間 t_6 において、図 2 のステップ 3 からステップ 4 以降へ処理が進むこととなる。この時間 t_6 においては図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上であるが、このときには目標 EGR 率低下経験フラグが 1 であることから、ステップ 1 1 からステップ 1 4 以降へ処理が進むこととなる。従って、この時間 t_6 の時点では目標 EGR 率は減少補正されない。図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値以上の状態が所定サイクル数継続すると、時間 t_7 において、目標 EGR 率が再度減少補正される。このように 2 回目以降の減少補正は所定サイクル数の経過を待って行うことで、目標 EGR 率の低下が最小限となる。換言すれば、時間 t_5 以前のまだ EGR 率が高かったサイクルの影響を排除できる。

【 0 0 3 4 】

図示例では、目標 EGR 率の 2 回の減少補正によって燃焼安定度が向上し、例えば時間 t_8 においては図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値未満であり、かつ時間 t_9 において、図示平均有効圧変動率 $c P i$ が閾値未満である状態が所定サイクル数経過する。しかし、このときには目標 EGR 率低下経験フラグが 1 であるため、目標 EGR 率の増加補正が禁止される。つまり、図 2 のステップ 6 を経てルーチンが終了することで、目標 EGR 率の補正がなされない。これは、同一の運転点（機関回転速度および負荷）において EGR 率を高めたことによる燃焼悪化が実際に生じたので、再度の EGR 率増加による燃焼悪化の発生を未然に防ぐためである。

10

【 0 0 3 5 】

前述したように目標 EGR 率低下経験フラグは運転点が変われば 0 となる。従って、同一の運転点に留まる限りは、無用な EGR 率の増加による燃焼悪化が回避される。

20

【 0 0 3 6 】

なお、図示例では、図の単純化のために EGR 率の増加補正の際の補正量と減少補正の際の補正量とが等しく示されているが、各々の補正量が異なる大きさであってもよい。また、初回の減少補正の際の補正量を 2 回目以降の減少補正の際の補正量と異なる大きさとしてもよく、例えば初回の減少補正を大きく与えるなども可能である。

【 0 0 3 7 】

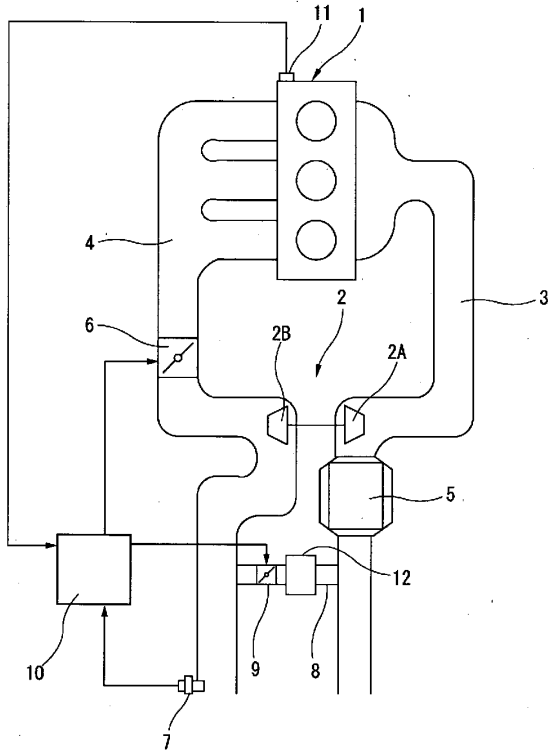
また、目標 EGR の増加補正の際の所定サイクル数と減少補正の際の所定サイクル数とは必ずしも同一のサイクル数でなくてもよい。同様に、これらのサイクル数と図示平均有効圧変動率 $c P i$ の移動平均の算出に用いるサイクル数とが異なる値であってもよい。一実施例においては、増加補正の際の所定サイクル数と減少補正の際のサイクル数とは互いに等しく、またこれは、図示平均有効圧変動率 $c P i$ の移動平均の算出に用いるサイクル数と実質的に等しい。

30

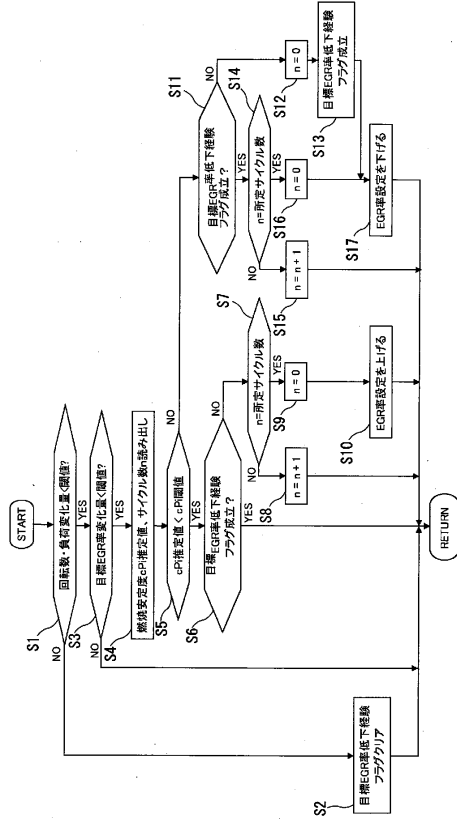
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

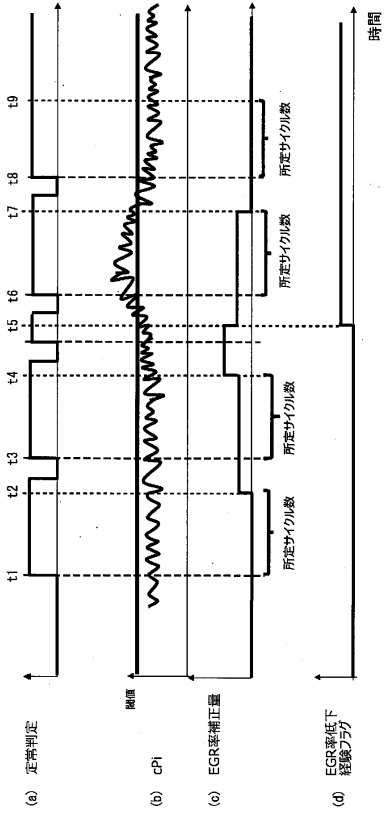
20

30

40

50

【 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-104754(JP,A)
特開2002-130028(JP,A)
特開2014-177911(JP,A)
特開2019-167009(JP,A)
国際公開第2014/080455(WO,A1)
特開平09-317535(JP,A)
特開2018-053845(JP,A)
特開平09-014028(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F02D 21/08
F02D 45/00