

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6825541号  
(P6825541)

(45) 発行日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(24) 登録日 令和3年1月18日(2021.1.18)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>FO2D</b>	<b>21/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>FO2D</b>	<b>21/08</b>	<b>311B</b>
<b>FO2D</b>	<b>23/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>FO2D</b>	<b>21/08</b>	<b>301H</b>
<b>FO2M</b>	<b>26/05</b>	<b>(2016.01)</b>	<b>FO2D</b>	<b>23/00</b>	<b>J</b>
<b>FO2M</b>	<b>26/39</b>	<b>(2016.01)</b>	<b>FO2M</b>	<b>26/05</b>	
			<b>FO2M</b>	<b>26/39</b>	

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-220038 (P2017-220038)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成29年11月15日(2017.11.15)	(74) 代理人	110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所
(65) 公開番号	特開2019-90374 (P2019-90374A)	(72) 発明者	中川 政善 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43) 公開日	令和1年6月13日(2019.6.13)	審査官	小林 勝広
審査請求日	令和2年2月18日(2020.2.18)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 EGR制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に配設されたタービンと当該内燃機関の吸気通路に配設されたコンプレッサとを有する過給機を備える内燃機関、に適用されるEGR制御装置であって、前記排気通路の前記タービンの上流部と前記吸気通路とを接続するEGR通路構成部と

、前記EGR通路構成部の第1の位置に配設され且つ前記EGR通路構成部の当該第1の位置における流路の断面積である上流側通路断面積を、その開度の変更に応じて変更可能な上流側EGR弁と、

前記EGR通路構成部の前記第1の位置よりも前記EGR通路構成部を流れる排気であるEGRガスの流れにおける下流側の第2の位置に配設され且つ前記EGR通路構成部の当該第2の位置における流路の断面積である下流側通路断面積を、その開度の変更に応じて変更可能な下流側EGR弁と、

前記上流側EGR弁及び前記下流側EGR弁のそれぞれの開度を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、

EGR制御モードを、前記上流側通路断面積が前記下流側通路断面積よりも小さく且つ前記EGRガスの流量であるEGR量が前記上流側EGR弁の開度により増減されるように前記上流側EGR弁及び前記下流側EGR弁のそれぞれの開度を制御する第1モードと、前記下流側通路断面積が前記上流側通路断面積よりも小さく且つ前記EGR量が前記下

10

20

流側 EGR 弁の開度により増減されるように前記上流側 EGR 弁及び前記下流側 EGR 弁のそれぞれの開度を制御する第 2 モードとで切り替え可能であり、

前記 EGR 制御モードが前記第 1 モードに設定されている場合に、前記内燃機関の運転状態が、前記タービン上流における排気脈動を伴う排気圧のピーク値が第 1 閾値以上となる第 1 運転状態となったとき前記 EGR 制御モードを第 2 モードに切り替え、

前記 EGR 制御モードが前記第 2 モードに設定されている場合に、前記内燃機関の運転状態が、前記排気圧のピーク値が前記第 1 閾値以下である第 2 閾値未満となる第 2 運転状態となったとき前記 EGR 制御モードを前記第 1 モードに切り替える

ように構成された、EGR 制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の EGR 制御装置であって、

前記タービン上流における排気圧を検出する排気圧センサを備え、

前記制御部は、

前記 EGR 制御モードが前記第 1 モードに設定されている場合に前記排気圧センサにより検出される排気圧の当該排気圧の変動の 1 周期中のピーク値が前記第 1 閾値以上となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第 1 運転状態となったと判定して前記 EGR 制御モードを前記第 2 モードに切り替え、

前記 EGR 制御モードが前記第 2 モードに設定されている場合に前記排気圧センサにより検出される排気圧の当該排気圧の変動の 1 周期中のピーク値が前記第 2 閾値未満となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第 2 運転状態となったと判定して前記 EGR 制御モードを前記第 1 モードに切り替える、

ように構成された、

EGR 制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の EGR 制御装置であって、

前記内燃機関の負荷及び回転速度のそれぞれに相関を有する運転状態パラメータを取得するパラメータ取得部を備え、

前記制御部は、

前記 EGR 制御モードが前記第 1 モードに設定されている場合に、前記取得された運転状態パラメータにより特定される運転状態が、負荷及び回転速度に基いて予め定められた第 1 運転領域内の運転状態となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第 1 運転状態となったと判定して、前記 EGR 制御モードを前記第 2 モードに切り替え、

前記 EGR 制御モードが前記第 2 モードに設定されている場合に、前記取得された運転状態パラメータにより特定される運転状態が負荷及び回転速度に基いて予め定められた第 2 運転領域内の運転状態となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第 2 運転状態となったと判定して、前記 EGR 制御モードを前記第 1 モードに切り替える、

ように構成された、

EGR 制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の EGR 制御装置において、

前記制御部は、

前記 EGR 制御モードが前記第 1 モードに設定されている場合、前記下流側 EGR 弁を全開とし、

前記 EGR 制御モードが前記第 2 モードに設定されている場合は、前記上流側 EGR 弁を全開とする、

ように構成された、EGR 制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の EGR 制御装置であって、

前記 EGR 通路構成部であって前記上流側 EGR 弁と前記下流側 EGR 弁との間に配設された EGR クーラを更に備える EGR 制御装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、過給機を備えた内燃機関、に適用されるEGR制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から知られる過給機を備えた内燃機関では、各気筒の排気弁が順次開き、排気弁が開いた気筒から高圧の排気が排気通路に放出される。これにより、排気脈動（排気圧の周期的な変動）が生じる。ところが、例えば排気流量が小さい場合、排気脈動を伴う排気圧のピーク値（最大値）が小さくなる。排気圧のピーク値が小さいとタービンを十分に駆動させることができず、過給機による過給が十分にできなくなる。

10

## 【0003】

そのため、従来のEGR制御装置の一つは、排気脈動の振幅（排気脈動の1周期における排気圧の最大値と最小値との差）が小さい場合、EGR弁を閉じるようになっている。この結果、「燃焼室から排出された排気の圧力が直ちに伝播する部分の容積（以下、「排気容積」と称呼する。）」が小さくなるので、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が過度に低下することを回避することができる。従って、このような場合にも過給を行うことができる（例えば、特許文献1を参照。）。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開平8-246889号公報

## 【発明の概要】

## 【0005】

しかしながら、上記従来のEGR制御装置は、排気脈動の振幅が小さい場合、EGR弁を閉じているから、排気脈動を伴う排気圧のピーク値の低下を抑制することはできるが、所定のEGR量を確保することができない。その結果、エミッションをEGRにより改善できない運転状態が頻発する。

30

## 【0006】

更に、上記従来のEGR制御装置が使用するEGR弁は、タービンに近い位置に配置されている。このため、内燃機関の運転状態が「排気脈動の振幅が大きく且つ目標EGR量が小さい運転状態」になると、EGR弁の開度が小さくなり、排気容積が実質的に小さくなる。その結果、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が高くなりすぎるので、排気系部品が破損してしまう虞及び排気弁が排気圧によって強制的に開いてしまう虞等が生じる。

## 【0007】

本発明に係る問題に対処するためになされたものである。即ち、本発明の目的の一つは、所定のEGR量を確保しつつ、排気脈動を伴う排気圧のピーク値の大きさを適切な範囲内に出来るだけ留めることが可能なEGR制御装置を提供することにある。

40

## 【0008】

本発明のEGR制御装置は、過給機(34)を備える内燃機関10、に適用される。

過給機(34)は、内燃機関(10)の排気通路(41、42)に配設されたタービン(34b)と、内燃機関(10)の吸気通路(31、32)に配設されたコンプレッサ(34a)とを有する。

## 【0009】

本発明のEGR制御装置は、

前記排気通路の前記タービンの上流部と前記吸気通路とを接続するEGR通路構成部(51)と、

前記EGR通路構成部の第1の位置(51a)に配設され且つ前記EGR通路構成部の

50

当該第1の位置(51a)における流路の断面積である上流側通路断面積を、その開度の変更に応じて変更可能な上流側EGR弁(52)と、

前記EGR通路構成部の前記第1の位置(51a)よりも前記EGR通路構成部を流れる排気であるEGRガスの流れにおける下流側の第2の位置(51b)に配設され且つ前記EGR通路構成部の当該第2の位置(51b)における流路の断面積である下流側通路断面積を、その開度の変更に応じて変更可能な下流側EGR弁(53)と、

前記上流側EGR弁(52)及び前記下流側EGR弁(53)のそれぞれの開度を制御する制御部(60)と、

を備える。

【0010】

前記制御部(60)は、EGR制御モード(EGRガスを制御する際の制御モード)を、第1モードと第2モードとの間で切り替え可能に構成されている。

【0011】

前記第1モードは、

前記上流側通路断面積が前記下流側通路断面積よりも小さく且つ前記EGRガスの流量であるEGR量が前記上流側EGR弁(52)の開度により増減されるように、前記上流側EGR弁(52)及び前記下流側EGR弁(53)のそれぞれの開度を制御するモードである。

前記第2モードは、

前記下流側通路断面積が前記上流側通路断面積よりも小さく且つ前記EGR量が前記下流側EGR弁(53)の開度により増減されるように、前記上流側EGR弁(52)及び前記下流側EGR弁(53)のそれぞれの開度を制御するモードである。

【0012】

このように、本発明のEGR制御装置は、EGR制御モードを、第1モードと第2モードとの間で切り替えることができる。EGR制御モードが第1モードである場合、上流側通路断面積が下流側通路断面積よりも小さく且つEGRガス量が上流側EGR弁の開度により増減される。従って、EGR制御モードが第1モードである場合、EGR通路構成部のうち上流側EGR弁が配設されている第1の位置までの部分の容積が上記排気容積に含まれる。これに対し、EGR制御モードが第2モードである場合、下流側通路断面積が上流側通路断面積よりも小さく且つEGRガス量が下流側EGR弁の開度により増減される。従って、EGR制御モードが第2モードである場合、EGR通路構成部のうち下流側EGR弁が配設されている第2の位置までの部分の容積が上記排気容積に含まれる。従って、EGR制御モードが第1モードである場合の排気容積は、EGR制御モードが第2モードである場合の排気容積よりも小さくなる。

【0013】

更に、前記制御部(60)は、前記EGR制御モードが前記第1モードに設定されている場合に、前記内燃機関の運転状態が、前記タービン上流(34b)における排気脈動を伴う排気圧のピーク値が第1閾値以上となる第1運転状態となったとき前記EGR制御モードを第2モードに切り替えるように構成されている。

【0014】

従って、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が第1閾値以上となるような状況になると排気容積が増大されるので、そのピーク値が過大になることが回避され得る。その結果、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁を回避することができる。その一方、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が第1閾値以上とならないような状況においてはEGR量が上流側EGR弁の開度により調整されるので、EGRガスを用いてエミッションを改善でき、且つ、排気圧のピーク値が過小にならないから過給を行うこともできる。

【0015】

更に、前記制御部(60)は、前記EGR制御モードが前記第2モードに設定されている場合に、前記内燃機関の運転状態が、前記排気圧のピーク値が「前記第1閾値以下である第2閾値」未満となる第2運転状態となったとき前記EGR制御モードを前記第1モー

10

20

30

40

50

ドに切り替えるように構成されている。

【0016】

従って、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が第2閾値未満となるような状況になると排気容積が減少されるので、そのピーク値が過小になることが回避され得る。その結果、タービンを十分に駆動させることができるので、過給を行うことができる。

【0017】

本発明の一態様に係るEGR制御装置は、前記タービン上流における排気圧を検出する排気圧センサ(83)を備える。

この態様において、前記制御部(60)は、

前記EGR制御モードが前記第1モードに設定されている場合(F=0)に前記排気圧センサにより検出される排気圧の「当該排気圧の変動の1周期中のピーク値」が前記第1閾値(高閾値THhigh)以上となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第1運転状態となったと判定して(ステップ210、ステップ230:No)前記EGR制御モードを前記第2モードに切り替え(ステップ245)、

前記EGR制御モードが前記第2モードに設定されている場合(F=1)に前記排気圧センサにより検出される排気圧の「当該排気圧の変動の1周期中のピーク値」が前記第2閾値(低閾値THlow)未満となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第2運転状態となったと判定して(ステップ255:ステップ230:Yes)前記EGR制御モードを前記第1モードに切り替える(ステップ235)、

ように構成されている。

【0018】

この態様によれば、実際に検出される「排気脈動を伴う排気圧のピーク値」に基づいてEGR制御モードが切り換えられる。従って、そのピーク値が過大になることをより確実に回避できるので、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁をより確実に回避することができる。更に、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が過小になることをより確実に回避できるので、過給をより確実に行うことができる。

【0019】

本発明の一態様に係るEGR制御装置は、前記内燃機関の負荷及び回転速度に相関を有する運転状態パラメータを取得するパラメータ取得部(60、84、85、ステップ415)を備える。

この態様において、前記制御部(60)は、

前記EGR制御モードが前記第1モードに設定されている場合に(F=0)、前記取得された運転状態パラメータにより特定される運転状態が、負荷及び回転速度に基いて予め定められた第1運転領域(運転領域B)内の運転状態となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第1運転状態となったと判定して(ステップ425:Yes)、前記EGR制御モードを前記第2モードに切り替え(ステップ440、ステップ430:No、ステップ455)、

前記EGR制御モードが前記第2モードに設定されている場合に(F=1)、前記取得された運転状態パラメータにより特定される運転状態が負荷及び回転速度に基いて予め定められた第2運転領域(運転領域A)内の運転状態となったとき前記内燃機関の運転状態が前記第2運転状態となったと判定して(ステップ450:Yes)、前記EGR制御モードを前記第1モードに切り替える(ステップ455、ステップ430:Yes、ステップ435)、

ように構成されている。

【0020】

この態様によれば、内燃機関の「負荷及び回転速度」のそれぞれに相関を有する運転状態パラメータに基いてEGR制御モードが切り換えられる。従って、排気脈動を伴う排気圧のピーク値を取得するための高速演算処理及び/又は高い応答性を有する排気圧センサを必要とすることなく、そのピーク値が過大及び過小になることを回避できる。

【0021】

10

20

30

40

50

本発明の一の態様において、

前記制御部（60）は、

前記EGR制御モードが前記第1モードに設定されている場合は、前記下流側EGR弁53を全開とし（ステップ235、ステップ435）、

前記EGR制御モードが前記第2モードに設定されている場合は、前記上流側EGR弁52を全開とする（ステップ245、ステップ445）、

ように構成されている。

#### 【0022】

この態様によれば、第1モードでは、下流側EGR弁が全開となるので下流側通路断面積が最大の面積となり、且つ、上流側EGR弁によりEGR量が調整されるので、排気容積がより確実に小さい容積になる。よって、排気脈動を伴う排気圧のピーク値がより確実に上昇させられる。更に、第2モードでは、上流側EGR弁が全開となるので上流側通路断面積が最大の面積となり、且つ、下流側EGR弁によりEGR量が調整されるので、排気容積がより確実に大きい容積になる。よって、排気脈動を伴う排気圧のピーク値がより確実に低下させられる。

10

#### 【0023】

本発明の一の態様に係るEGR制御装置は、

前記EGR通路構成部であって前記上流側EGR弁（52）と前記下流側EGR弁（53）との間（の位置）に配設されたEGRクーラ（54）を更に備える。

#### 【0024】

排気脈動を伴う排気圧のピーク値が高くなる内燃機関の運転状態は、主として高回転及び/又は高負荷の状態であり、そのような運転状態における排気温度は相対的に高い。本発明のEGR制御装置は、そのような状況においてEGR制御モードを第2モードに設定する。第2モードにおいては、上流側通路断面積が相対的に大きいので、燃烧室から排出された高温の排気がEGR通路構成部を通過して下流側EGR弁にまで到達し、その一部が吸気通路へと流れ、残りが再びEGR通路構成部を通過して排気通路へと戻る。よって、上記態様のように、上流側EGR弁と下流側EGR弁との間にEGRクーラを設けることにより、第2モードにおいてタービンに流入する排気の温度をEGRクーラによって効果的に低下させることができる。その結果、タービンの過熱が回避できるので、タービンが損傷又は熱劣化する可能性を低減することができる。

20

30

#### 【0025】

なお、上記説明においては、発明の理解を助けるために、後述する実施形態に対応する発明の構成に対し、その実施形態で用いた名称及び/又は符号を括弧書きで添えている。しかしながら、発明の各構成要素は、前記名称及び/又は符号によって規定される実施形態に限定されるものではない。本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、以下の図面を参照しつつ記述される本発明の実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0026】

【図1】本発明の第1実施形態に係るEGR制御装置及び当該EGR制御装置が適用される内燃機関の概略構成図である。

40

【図2】本発明の第1実施形態に係るEGR制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図3】本発明の第1実施形態に係るEGR制御装置が適用された内燃機関の排気圧の波形を示したグラフである。

【図4】本発明の第2実施形態に係るEGR制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態に係るEGR制御装置のCPUが参照する内燃機関の運転領域に関するマップである。

#### 【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 2 7 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。但し、本発明が以下の実施形態に限定される訳ではない。

## 【 0 0 2 8 】

< 第 1 実施形態 >

( 構成 )

本発明の第 1 実施形態に係る E G R 制御装置 ( 以下、「第 1 装置」と称呼する場合がある。 ) は、図 1 に示した内燃機関 1 0 に適用される。内燃機関 1 0 は、多気筒 ( 本例において、3 気筒 ) ・ 4 サイクル ・ ピストン往復動型 ・ ディーゼル機関である。なお、図 1 は、内燃機関 1 0 の特定の気筒の断面のみを示しているが、他の気筒も図 1 に示した気筒と同様の構成を備える。内燃機関 1 0 は、機関本体部 2 0、吸気系統 3 0 及び排気系統 4 0 を備えている。第 1 装置は、E G R 装置 5 0、電子制御ユニット 6 0、及び、各種センサ 8 1 乃至 8 5 を備えている。

10

## 【 0 0 2 9 】

機関本体部 2 0 は、シリンダブロック、シリンダヘッドおよびクランクケース等を含む本体 2 1 を備える。本体 2 1 にはピストン 2 2 を収容する気筒 ( 燃焼室 ) C C が形成されている。各気筒 C C の上部には燃料噴射弁 2 3 が設けられている。本体 2 1 は、更に、図示しない吸気カムにより駆動される吸気弁 2 4 と、図示しない排気カムにより駆動される排気弁 2 5 とを備えている。

20

## 【 0 0 3 0 】

吸気系統 3 0 は、インテークマニホールド部 ( 吸気ポートを含む。 ) 3 1、吸気管 3 2、エアクリーナ 3 3、過給機 3 4 のコンプレッサ 3 4 a、インタークーラ 3 5 及びスロットル弁 3 6 を含んでいる。インテークマニホールド部 3 1 は燃焼室 C C に接続されている。インテークマニホールド部 3 1 と燃焼室 C C との連通部は、吸気弁 2 4 によって開閉される。吸気管 3 2 はインテークマニホールド部 3 1 に接続されている。インテークマニホールド部 3 1 及び吸気管 3 2 は吸気通路を構成している。エアクリーナ 3 3、コンプレッサ 3 4 a、インタークーラ 3 5 及びスロットル弁 3 6 は、吸気通路に吸気の上流から下流に向けて順に配設されている。

## 【 0 0 3 1 】

排気系統 4 0 は、エキゾーストマニホールド部 ( 排気ポート部を含む。 ) 4 1、排気管 4 2、過給機 3 4 のタービン 3 4 b 及び排気浄化装置 4 3 を含んでいる。エキゾーストマニホールド部 4 1 は燃焼室 C C に接続されている。エキゾーストマニホールド ( 排気ポート部 ) 4 1 と燃焼室 C C との連通部は、排気弁 2 5 によって開閉される。排気管 4 2 はエキゾーストマニホールド部 4 1 に接続されている。エキゾーストマニホールド部 4 1 及び排気管 4 2 は排気通路を構成している。タービン 3 4 b 及び排気浄化装置 4 3 は、排気通路に排気の上流から下流に向けて順に配設されている。

30

## 【 0 0 3 2 】

E G R 装置 5 0 は、排気還流管 5 1、上流側 E G R 弁 5 2、下流側 E G R 弁 5 3 及び E G R クーラ 5 4、を含んでいる。

## 【 0 0 3 3 】

排気還流管 5 1 は、E G R ガスが通過する通路 ( 即ち、E G R 通路 ) を構成する E G R 通路構成部である。排気還流管 5 1 は、排気通路を構成するエキゾーストマニホールド部 4 1 の「タービン 3 4 b の上流側 ( 燃焼室 C C 側 ) の部位」と、吸気通路を構成するインテークマニホールド部 3 1 の「スロットル弁 3 6 の下流側 ( 燃焼室 C C 側 ) の部位」と、を連通している。

40

## 【 0 0 3 4 】

上流側 E G R 弁 5 2 は、排気還流管 5 1 の「排気還流管 5 1 とエキゾーストマニホールド部 4 1 との連通部の近傍の位置 5 1 a」に配設されている。以下、上流側 E G R 弁 5 2 が配設された位置を「第 1 位置 5 1 a」とも称呼する。第 1 位置 5 1 a は、排気還流管 5 1 を流れる E G R ガスの流れにおいて排気還流管 5 1 の最も上流側の位置である。上流側

50

EGR弁52は、電子制御ユニット60から送られてくる指示(駆動)信号に応答して、その開度を変更する。従って、上流側EGR弁52は、排気還流管51の第1位置51aにおける流路の断面積である上流側通路断面積を変更することができる。上流側EGR弁52が全閉となった場合、上流側通路断面積は「0」となり、EGRが停止される。

【0035】

下流側EGR弁53は、排気還流管51の「排気還流管51とインタークマニホールド部31との連通部の近傍の位置51b」に配設されている。以下、下流側EGR弁53が配設された位置を「第2位置51b」とも称呼する。第2位置51bは、排気還流管51を流れるEGRガスの流れにおいて排気還流管51の最も下流側の位置である。下流側EGR弁53は、電子制御ユニット60から送られてくる指示(駆動)信号に応答して、その開度を変更する。従って、下流側EGR弁53は、排気還流管51の第2位置51bにおける流路の断面積である下流側通路断面積を変更することができる。下流側EGR弁53が全閉となった場合、下流側通路断面積は「0」となり、EGRが停止される。

10

【0036】

EGRクーラ54は、EGRガスを冷却する水冷式クーラである。EGRクーラ54は、排気還流管51の「上流側EGR弁52と下流側EGR弁53との間」に配設されている。

【0037】

ところで、上流側EGR弁52を全開とし、下流側EGR弁53を全開未満の所定の開度に設定することによりEGR量を調整する場合、「燃焼室CCから排出された排気の圧力が直ちに伝播する部分の容積(即ち、排気容積)」は、「燃焼室CCとエキゾーストマニホールド部41との連通部からタービン34bの排気の入口部までの排気通路の容積V0」と「エキゾーストマニホールド部41と排気還流管51との連通部から下流側EGR弁53までのEGR通路の容積VL」との和( $V0 + VL$ )になる。なお、容積V0と容積VLの和( $V0 + VL$ )は、便宜上「大容積」又は「第1容積」と称呼される場合がある。

20

【0038】

これに対し、下流側EGR弁53を全開とし、上流側EGR弁52を全開未満の所定の開度に設定することによりEGR量を調整する場合、排気容積は、「排気通路の容積V0」と「エキゾーストマニホールド部41と排気還流管51との連通部から上流側EGR弁52までのEGR通路の容積VS」との和( $V0 + VS$ )になる。なお、「上流側EGR弁52までのEGR通路の容積VS」は非常に小さい。従って、下流側EGR弁53を全開とし、上流側EGR弁52を全開未満の所定の開度に設定することによりEGR量を調整する場合、排気容積は「排気通路の容積V0」と実質的に等しくなる。なお、容積V0と容積VSの和( $V0 + VS$ )は、便宜上「小容積」又は「第2容積」と称呼される場合がある。

30

【0039】

電子制御ユニット(以下、「ECU」と称呼する。)60はマイクロコンピュータを含む電子制御回路である。マイクロコンピュータは、CPU、ROM、RAM、バックアップRAM及びインターフェース等を含む。CPUはROMに格納されたインストラクション(プログラム、ルーチン)を実行することにより各種機能を実現するようになっている。ECUは、以下に述べる各種センサ81乃至85と接続されており、それらセンサからの信号を受信(入力)する。ECUは、CPUからの指示に応じて各アクチュエータ(燃料噴射弁23、上流側EGR弁52及び下流側EGR弁53等)に指示(駆動)信号を送出する。

40

【0040】

エアフローメータ81は、吸気管32のインタークーラ35とスロットル弁36との間の部位に配設されている。エアフローメータ81は、燃焼室CCに流入する大気(新気)の質量流量Gaを測定し、その流量(新気流量)Gaを表す信号を出力する。

【0041】

50

吸気管圧力センサ 82 は、吸気管 32 のスロットル弁 36 と燃焼室 CC との間の部位に配設されている。吸気管圧力センサ 82 は、配設された部位における圧力（吸気圧） $P_{in}$  を測定し、吸気圧  $P_{in}$  を表す信号を出力する。

【0042】

排気管圧力センサ 83 は、エキゾーストマニホールド部 41 の燃焼室 CC とタービン 34b との間の部位に配設されている。排気管圧力センサ 83 は、配設された部位における圧力（排気圧） $P_{ex}$  を測定し、排気圧  $P_{ex}$  を表す信号を出力する。

【0043】

アクセルペダル操作量センサ 84 は、内燃機関 10 が搭載された車両の図示しないアクセルペダルの操作量を検出し、アクセルペダル操作量 AP を表す信号を出力する。アクセルペダル操作量 AP は内燃機関 10 の負荷を示すパラメータである。

機関回転速度センサ 85 は、内燃機関 10 の回転速度 NE を検出し、機関回転速度 NE を表す信号を出力する。

【0044】

なお、ECU 60 は、アクセルペダル操作量 AP 及び機関回転速度 NE 等に基づいて燃料噴射量を周知の方法に則って決定し、決定した燃料噴射量の燃料が燃料噴射弁 23 から噴射されるように燃料噴射弁 23 を制御するようになっている。

【0045】

（作動の概要）

次に、第 1 装置の作動の概要について説明する。

第 1 装置は EGR 制御モードを、以下に述べる第 1 モードと第 2 モードとの間で切り替える。EGR 制御モードは、EGR ガスを燃焼室 CC へと供給する際の「上流側 EGR 弁 52 及び下流側 EGR 弁 53」の制御態様である。

第 1 モード：下流側 EGR 弁 53 が全開とされ、実際の EGR ガスの量（実 EGR 量）が所定の EGR 量となるように上流側 EGR 弁 52 の開度が調整（制御）される。

第 2 モード：上流側 EGR 弁 52 が全開とされ、実 EGR 量が所定の EGR 量となるように下流側 EGR 弁 53 の開度が調整（制御）される。

【0046】

第 1 装置は、各気筒からの排気の排出に起因して脈動する排気圧  $P_{ex}$  の「脈動 1 周期におけるピーク値（排気脈動を伴う排気圧のピーク値）」を検出（取得）する。以下、検出されるこのピーク値を「実排気脈動ピーク値」と称呼する場合がある。

【0047】

第 1 装置は、EGR 制御モードを第 1 モードに設定している場合、機関回転速度及び/又は機関の負荷の上昇に伴って実排気脈動ピーク値が高閾値（第 1 閾値） $THhigh$  以上となった場合、EGR 制御モードを第 2 モードに切り替える。この結果、排気容積が小容積から大容積へと増大するので、第 1 装置は排気脈動を伴う排気圧のピーク値を低下させることができる。高閾値  $THhigh$  は、実排気脈動ピーク値が高閾値  $THhigh$  以上になると、例えば、排気系部品が破損する事態、及び/又は、排気弁 25 が排気圧によって押し下げられて開弁する事態（排気弁の強制的開弁）が発生する可能性が高い値に設定されている。

【0048】

第 1 装置は、EGR 制御モードを第 2 モードに設定している場合、機関回転速度及び/又は機関の負荷の低下に伴って実排気脈動ピーク値が低閾値（第 2 閾値） $THlow$  未満となった場合、EGR 制御モードを第 1 モードに切り替える。この結果、排気容積が大容積から小容積へと減少するので、第 1 装置は排気脈動を伴う排気圧のピーク値を上昇させることができる。従って、この場合においても過給機 34 による過給を実質的に行うことができる。低閾値  $THlow$  は、高閾値  $THhigh$  以下の値に設定されている。低閾値  $THlow$  は、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が低閾値  $THlow$  未満になると、例えば、過給機 34 のタービン 34b が十分に駆動されなくなる値に設定されている。なお、低閾値  $THlow$  は、実排気脈動ピーク値が低閾値  $THlow$  未満になった場合に EGR

10

20

30

40

50

制御モードが第2モードから第1モードへと切り替えられたときその切り替え直後に、排気脈動のピーク値が高閾値  $TH_{high}$  以上にならないような値に設定されることが好ましい。即ち、低閾値  $TH_{low}$  は、高閾値  $TH_{high}$  よりも正の所定値だけ小さい値に設定されることが望ましい。

【0049】

(具体的作動)

ECU60のCPUは、所定時間が経過する毎に図2のフローチャートにより示したルーチンを実行するようになっていて、従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ200から処理を開始してステップ205に進み、モードフラグFの値が0であるかを判定する。モードフラグFは、その値が「0」である場合、EGR制御モードが上述の第1モードであることを示す。モードフラグFは、その値が「1」である場合、EGR制御モードが上述の第2モードであることを示す。モードフラグFは、図示しないイグニッション・キー・スイッチがオフ位置からオン位置へと変化したとき(以下、「IGオン時」と称する。)にCPUにより実行される初期化ルーチンによって「0」に設定される。更に、CPUは、IGオン時にEGR制御モードを第1モードに設定するようになっていて、

10

【0050】

現時点においてモードフラグFの値が0であると、CPUはステップ205にて「Yes」と判定してステップ210に進み、閾値THを高閾値  $TH_{high}$  に設定する。

【0051】

20

次に、CPUは、以下に述べるステップ215乃至ステップ225の処理を順に行い、ステップ230に進む。

【0052】

ステップ215：CPUは、アクセルペダル操作量APと機関回転速度NEとをROMに格納されているルックアップテーブルに適用することにより、目標EGR率Rtgtを求める。目標EGR率Rtgtは、新気流量Ga及び燃料噴射量等を含む他の機関運転状態パラメータに基づいて決定されても良い。

【0053】

ステップ220：CPUは、下記の(1)式乃至(3)式に従って実EGR率Ractを算出する。Gegrは、EGRガス流量である。Gcylは、燃焼室CCに流入する全ガスの流量である。a及びbは、所定の定数である。Gaはエアフローメータ81により検出される新気流量Gaである。Pinは吸気管圧力センサ82により検出される吸気圧Pinである。

30

$$Ract = Gegr / (Ga + Gegr) \quad \dots (1)$$

$$Gegr = Gcyl - Ga \quad \dots (2)$$

$$Gcyl = a \cdot Pin + b \quad \dots (3)$$

【0054】

ステップ225：CPUは、排気管圧力センサ83により検出される排気圧Pexに基づいて排気脈動ピーク値(即ち、実排気脈動ピーク値)を取得する。実排気脈動ピーク値は、内燃機関10の1サイクルに要するクランク角を気筒数により除したクランク角(即ち、排気脈動の1周期)における排気圧Pexの最大値である。

40

【0055】

次に、CPUはステップ230に進み、ステップ225にて取得した実排気脈動ピーク値が閾値TH未満であるかを判定する。この時点において、閾値THは、ステップ210において高閾値  $TH_{high}$  に設定されている。

【0056】

いま、機関の負荷が比較的軽く且つ機関回転速度も比較的低いために、排気流量が少なく、それ故に、実排気脈動ピーク値が高閾値  $TH_{high}$  未満であると仮定する。この場合、CPUはステップ230にて「Yes」と判定してステップ235に進み、EGRの制御モードを第1モードに設定する。

50

## 【 0 0 5 7 】

より具体的に述べると、CPUはステップ235にて、下流側EGR弁53の開度を全開（最大開度）に設定する。このため、下流側EGR弁53によって実EGR量は制御されない。更に、CPUはステップ235にて、上流側EGR弁52の開度を「全開未満の相対的に小さい開度」であって、実EGR率 $R_{act}$ が目標EGR率 $R_{tgt}$ に一致するように（即ち、実EGR量が目標EGR量と一致するように）調整（制御）する。換言すると、CPUは、上流側通路断面積が下流側通路断面積よりも小さく且つEGRガス量が上流側EGR弁52の開度により増減されるように上流側EGR弁52及び下流側EGR弁53のそれぞれの開度を制御する。この場合、排気容積は小容積（実質的に容積 $V_0$ ）になるので、排気流量が小さい場合であっても排気脈動を伴う排気圧のピーク値は比較的大きくなる。その結果、タービン34bが効率良く駆動されるので、過給機34による過給を行うことができる。

10

## 【 0 0 5 8 】

次に、CPUはステップ240に進み、モードフラグFの値を0に設定する。その後、CPUは、ステップ295に進んで本ルーチンを一旦終了する。以降、実排気脈動ピーク値が高閾値 $TH_{high}$ 未満である限り、CPUは上述した処理を繰り返し行うことにより、第1モードに従ってEGR量を制御する。

## 【 0 0 5 9 】

内燃機関10の負荷が増大したり機関回転速度NEが高くなったりすることによって排気流量が大きくなると、実排気脈動ピーク値が高閾値 $TH_{high}$ 以上になる。この場合、CPUはステップ230に進んだとき、そのステップ230にて「No」と判定してステップ245に進み、EGRの制御モードを第2モードに設定する。

20

## 【 0 0 6 0 】

より具体的に述べると、CPUはステップ245にて、上流側EGR弁52の開度を全開（最大開度）に設定する。このため、上流側EGR弁52によって実EGR量は制御されない。更に、CPUはステップ245にて、下流側EGR弁53の開度を「全開未満の相対的に小さい開度」であって、実EGR率 $R_{act}$ が目標EGR率 $R_{tgt}$ に一致するように（即ち、実EGR量が目標EGR量と一致するように）調整（制御）する。換言すると、CPUは、下流側通路断面積が上流側通路断面積よりも小さく且つEGRガス量が下流側EGR弁53の開度により増減されるように、上流側EGR弁52及び下流側EGR弁53のそれぞれの開度を制御する。この場合、排気容積は大容積（ $V_0 + V_L$ ）になるので、排気流量が大きい場合であっても排気脈動を伴う排気圧のピーク値は比較的小さくなる。その結果、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁を回避することができる。

30

## 【 0 0 6 1 】

その後、CPUはステップ250に進んでモードフラグFの値を「1」に設定し、ステップ295に進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 0 6 2 】

この状態において、CPUが再びステップ200から処理を開始してステップ205に進んだとき、モードフラグFの値が「1」であるから、CPUはそのステップ205にて「No」と判定する。そして、CPUはステップ255に進み、閾値THを「高閾値 $TH_{high}$ よりも小さい低閾値 $TH_{low}$ 」に設定する。なお、低閾値 $TH_{low}$ は高閾値 $TH_{high}$ と等しくてもよい。

40

## 【 0 0 6 3 】

その後、CPUは上述したステップ215乃至ステップ225の処理を実行してステップ230に進み、ステップ225にて取得した実排気脈動ピーク値が閾値TH未満であるかを判定する。この時点において、閾値THは、低閾値 $TH_{low}$ に設定されている。従って、CPUはステップ230にて、実排気脈動ピーク値が低閾値 $TH_{low}$ 未満であるか否かを判定する。

## 【 0 0 6 4 】

50

実排気脈動ピーク値が低閾値THLow以上である場合、CPUはステップ230にて「No」と判定し、ステップ245及びステップ250の処理を実行する。この場合、EGR制御モードは第2モードに維持される。その後、CPUはステップ295に進みルーチンを一旦終了する。

【0065】

その後、機関の負荷が低下したり機関回転速度NEが低くなったりすることによって排気流量が小さくなると、実排気脈動ピーク値が低閾値THLow未満になる。この場合、CPUはステップ230に進んだとき、そのステップ230にて「Yes」と判定してステップ235及びステップ240の処理を行なう。これにより、EGRの制御モードが第1モードに戻される。この結果、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が比較的大きくなるので、過給機34による過給を行うことができる。以上が、第1装置の具体的作動である。

10

【0066】

図3は排気管圧力センサ83から取得した排気圧Pexを示すグラフである。内燃機関10の運転開始直後においては、モードフラグFの値が「0」に設定されている。そのため、EGR制御モードは第1モードに設定される。この場合、排気圧Pexは実線C1に示したように排気脈動を伴って変化し、実排気脈動ピーク値P1は低閾値THLowと高閾値THHighとの間の値になる。

【0067】

EGR制御モードが第1モードに設定されている場合に内燃機関10の負荷が増大したり機関回転速度NEが高くなったりすることによって排気流量が大きくなると、排気圧Pexは増大して一点鎖線C2に示したように変化する。このとき、実排気脈動ピーク値P2が高閾値THHighよりも大きくなる。そこで、CPUは実排気脈動ピーク値が高閾値THHigh以上となったとき、EGR制御モードを第2モードに切り替える。この結果、排気圧Pexは破線C3に示したように低下せしめられ、実排気脈動ピーク値P3は低閾値THLowと高閾値THHighとの間の値になる。よって、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁を回避することができる。

20

【0068】

一方、EGR制御モードが第2モードに設定されている場合に内燃機関10の負荷が低下したり機関回転速度NEが低くなったりすることによって排気流量が小さくなると、排気圧Pexは減少して二点鎖線C4に示したように変化する。このとき、実排気脈動ピーク値P4が低閾値THLowよりも小さくなる。そこで、CPUは実排気脈動ピーク値が低閾値THLow未満となったとき、EGR制御モードを第1モードに切り替える。この結果、排気圧Pexは実線C1に示したように増大せしめられ、実排気脈動ピーク値P1は低閾値THLowと高閾値THHighとの間の値になる。よって、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が比較的大きくなるので、過給機34による過給を充分に行うことができる。

30

【0069】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係るEGR制御装置(以下、「第2装置」と称呼する場合がある。)について説明する。第2装置は、実排気脈動ピーク値を取得することなく、内燃機関10の負荷及び回転速度のそれぞれに相関を有する運転状態パラメータを取得し、その運転状態パラメータにより特定される内燃機関10の運転状態に基づいてEGR制御モードを第1モードと第2モードとの間で切り替える点のみにおいて、第1装置と相違している。以下、この相違点について主として説明する。

40

【0070】

(具体的作動)

第2装置のECU60のCPUは、所定時間が経過する毎に「図2に代わる図4のフローチャートにより示したルーチン」を実行するようになっていて、従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ400から処理を開始して以下に述べるステップ405乃至ステップ415の処理を順に行い、ステップ420に進む。

50

## 【 0 0 7 1 】

ステップ 4 0 5 : C P U は、ステップ 2 1 5 と同様の処理を行なって目標 E G R 率  $R_{tgt}$  を取得する。

ステップ 4 1 0 ; C P U は、ステップ 2 2 0 と同様の処理を行なって実 E G R 率  $R_{act}$  を取得する。

ステップ 4 1 5 ; C P U は、内燃機関 1 0 の運転状態パラメータとして、内燃機関 1 0 の負荷（ここでは、アクセルペダル操作量  $A P$  であるが、燃料噴射量であってもよい。）及び機関回転速度  $N E$  を取得する。

## 【 0 0 7 2 】

C P U は、ステップ 4 2 0 にてモードフラグ  $F$  の値が 0 であるかを判定する。このモードフラグ  $F$  の値は上述した初期化ルーチンによって「 0 」に設定される。モードフラグ  $F$  の値が「 0 」である場合、C P U はステップ 4 2 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 4 2 5 に進み、「ステップ 4 1 5 にて取得した運転状態パラメータにより特定される内燃機関 1 0 の現在の運転状態」が図 5 に示す運転領域 B（第 1 運転領域）内の状態であるか否かを判定する。

10

## 【 0 0 7 3 】

図 5 は、横軸に機関回転速度  $N E$  をとり、縦軸に負荷（アクセルペダル操作量  $A P$ ）をとった「内燃機関 1 0 の運転領域」を示すグラフである。第 2 装置は、このグラフに示された情報をマップ形式にて R O M に記憶している。図 5 に示した運転領域 B は、E G R 制御モードが第 1 モードに設定されている場合に排気脈動を伴う排気圧のピーク値が高閾値  $T H h i g h$  を越える運転領域である。図 5 に示した運転領域 A（第 2 運転領域）は、E G R 制御モードが第 2 モードに設定されている場合に排気脈動を伴う排気圧のピーク値が低閾値  $T H l o w$  未満となる運転領域である。

20

## 【 0 0 7 4 】

現時点が内燃機関 1 0 の運転開始直後であると、内燃機関 1 0 の現在の運転状態は運転領域 B 内の状態ではない。この場合、C P U はステップ 4 2 5 にて「 N o 」と判定し、ステップ 4 3 0 に直接進む。

## 【 0 0 7 5 】

C P U はステップ 4 3 0 にて、モードフラグ  $F$  の値が 0 であるかを判定する。現時点ではモードフラグ  $F$  の値は「 0 」である。よって、C P U はステップ 4 3 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 4 3 5 に進み、ステップ 2 3 5 と同様に E G R の制御モードを第 1 モードに設定する。この結果、排気容積は小容積（実質的に容積  $V 0$ ）になるので、排気流量が小さい場合であっても排気脈動を伴う排気圧のピーク値は比較的大きくなる。その結果、タービン 3 4 b が効率良く駆動されるので、過給機 3 4 による過給を行うことができる。その後、C P U はステップ 4 9 5 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

30

## 【 0 0 7 6 】

その後、内燃機関 1 0 の負荷及び/又は機関回転速度  $N E$  が高くなると、内燃機関 1 0 の運転状態は運転領域 B 内の状態になる。即ち、内燃機関 1 0 の運転状態が、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が高閾値  $T H h i g h$  を超えるような状態（第 1 運転状態）となる。この場合、C P U はステップ 4 2 5 に進んだとき、そのステップ 4 2 5 にて「 Y e s 」と判定してステップ 4 4 0 に進み、モードフラグ  $F$  の値を「 1 」に設定する。

40

## 【 0 0 7 7 】

これにより、C P U は次のステップ 4 3 0 にて「 N o 」と判定してステップ 4 4 5 に進み、ステップ 2 4 5 と同様に E G R の制御モードを第 2 モードに設定する。この結果、排気容積は大容積（ $V 0 + V L$ ）になるので、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が低下せしめられて低閾値  $T H l o w$  と高閾値  $T H h i g h$  との間の値になる。よって、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁を回避することができる。その後、C P U はステップ 4 9 5 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 0 7 8 】

この状態において、C P U が再びステップ 4 0 0 から処理を開始し、ステップ 4 0 5 乃

50

至ステップ415を經由してステップ420に進んだとき、モードフラグFの値は「1」であるから、CPUはそのステップ420にて「No」と判定する。そして、CPUはステップ450に進み、運転状態パラメータにより特定される内燃機関10の現在の運転状態が図5に示した運転領域A内の状態であるか否かを判定する。

【0079】

内燃機関10の現在の運転状態が運転領域A内の状態でない場合、CPUはステップ450にて「No」と判定し、ステップ430に直接進む。このとき、モードフラグFの値は「1」であるから、CPUはステップ430にて「No」と判定してステップ445に進み、EGR制御モードを第2モードに維持する。

【0080】

その後、内燃機関10の負荷及び/又は機関回転速度NEが低くなると、内燃機関10の運転状態は運転領域A内の状態になる。即ち、内燃機関10の運転状態が、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が低閾値THlow未満となるような状態(第2運転状態)となる。この場合、CPUはステップ450に進んだとき、そのステップ450にて「Yes」と判定してステップ455に進み、モードフラグFの値を「0」に設定する。

【0081】

これにより、CPUは次のステップ430にて「Yes」と判定してステップ435に進み、EGR制御モードを第1モードに設定する。この結果、排気脈動を伴う排気圧のピーク値は比較的大きくなるから、過給機34による過給を行うことができる。その後、CPUはステップ495に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0082】

以上、説明したように、本発明の各実施形態は、EGR制御モードを第1モードと第2モードとの間で切り替えることにより、排気脈動を伴う排気圧のピーク値が過大な値及び過小な値の何れにもならないようにすることができる。この結果、過給機34の過給とEGRガスの導入を広い運転領域において実現しながら、排気系部品の破損及び/又は排気弁の排気圧による開弁を回避することができる。

【0083】

更に、本発明の各実施形態は、上流側EGR弁52と下流側EGR弁53との間にEGRクーラ54を備えている。排気脈動を伴う排気圧のピーク値が高くなる内燃機関の運転状態は、主として高回転且つ高負荷の状態であり、そのような運転状態における排気温度は相対的に高いが、このような場合、本発明の各実施形態はEGR制御モードを第2モードに設定する。EGR制御モードが第2モードに設定されると、燃焼室CCから排出された高温の排気は排気還流管51及びEGRクーラ54に到達し、その一部が吸気通路へと流れ、残りが排気通路へと戻る。よって、本発明の各実施形態は、タービン34bに流入する排気の温度をEGRクーラ54によって効果的に低下させることができる。その結果、タービン34b及びその構成部品が過熱することを回避できるので、それらが損傷又は熱劣化する可能性を低減することができる。

【0084】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、内燃機関10はガソリンエンジンであってもよい。更に、EGRクーラ54は備えられていなくてもよい。加えて、排気還流管51の下流側部位は、吸気通路のスロットル弁36とインタークーラ35との間の位置、又は、吸気通路のインタークーラ35とコンプレッサ34aとの間の位置に接続されてもよい。

【0085】

更に、上記各実施形態は、実EGR率が目標EGR率に一致するように、上流側EGR弁52及び下流側EGR弁53を制御しているが、実際のEGR量が目標EGR量に一致するように上流側EGR弁52及び下流側EGR弁53を制御してもよい。

【0086】

加えて、EGR制御モードが第1モードに設定される場合、下流側EGR弁53の開度は全開である必要はなく、下流側EGR弁53は、下流側通路断面積が上流側通路断面積

10

20

30

40

50

よりも大きくなるように制御されればよい。換言すると、EGR制御モードが第1モードに設定される場合、下流側EGR弁53はEGRガスの通流を実質的に阻害しないような開度に設定されればよい。

【0087】

同様に、EGR制御モードが第2モードに設定される場合、上流側EGR弁52の開度は全開である必要はなく、上流側EGR弁52は、上流側通路断面積が下流側通路断面積よりも大きくなるように制御されればよい。換言すると、EGR制御モードが第2モードに設定される場合、上流側EGR弁52はEGRガスの通流を実質的に阻害しないような開度に設定されればよい。更に、第1実施形態のステップ225及びステップ230において、実排気脈動のピーク値を取得し且つそのピーク値を使用する代わりに、例えば、EGR制御モードと燃料噴射量と機関回転速度と等から排気脈動のピーク値を演算により推定し且つその推定値を使用してもよい。

10

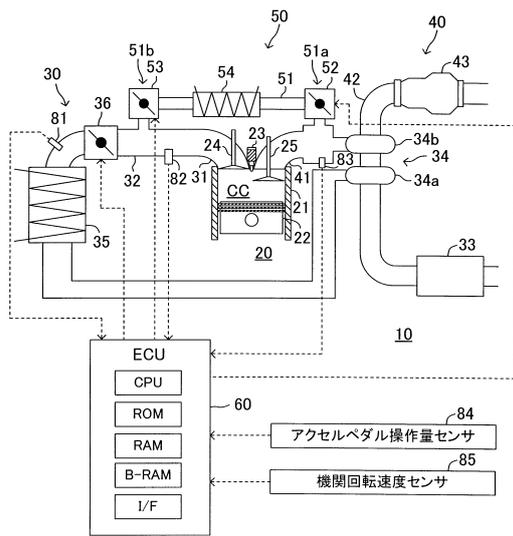
【符号の説明】

【0088】

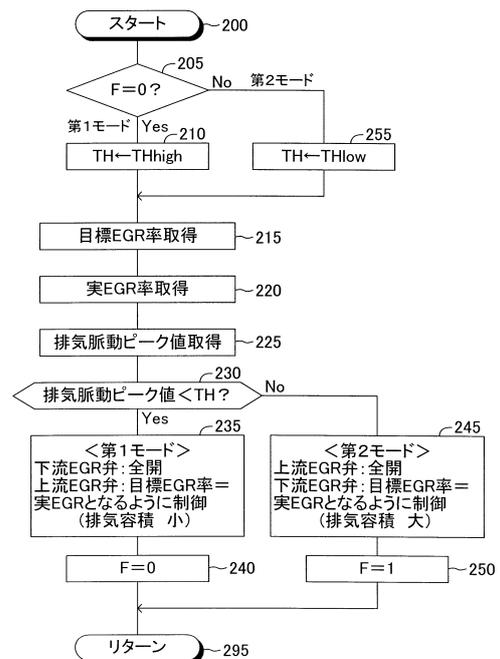
10...内燃機関、31...インテークマニホールド、32...吸気管、34...過給機、34a...コンプレッサ、34b...タービン、35...インタークーラ、40...排気系統、41...エキゾーストマニホールド、42...排気管、50...EGR装置、51...排気還流管、51a...第1位置、51b...第2位置、52...上流側EGR弁、53...下流側EGR弁、54...EGRクーラ、60...電子制御ユニット、81...エアフローメータ、82...吸気管圧力センサ、83...排気管圧力センサ、84...アクセルペダル操作量センサ、85...機関回転速度センサ。

20

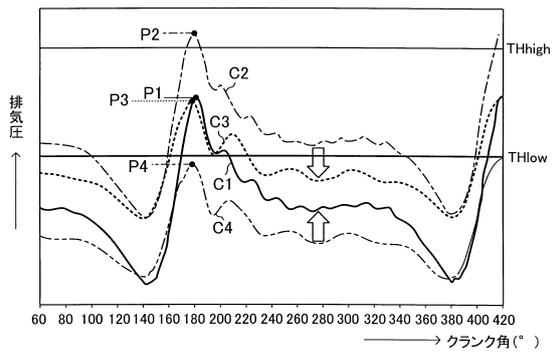
【図1】



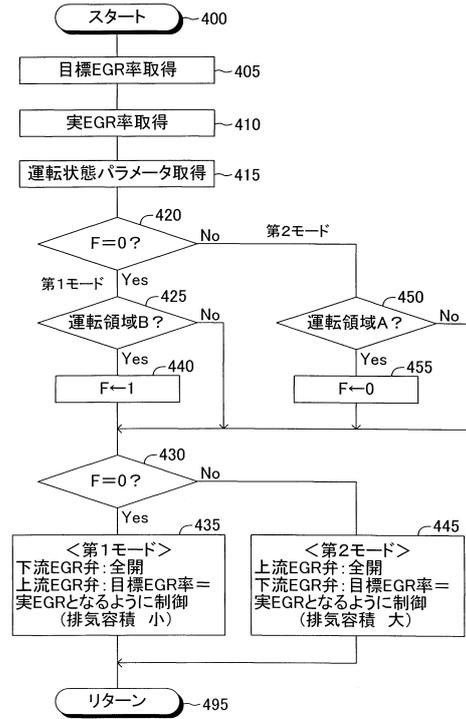
【図2】



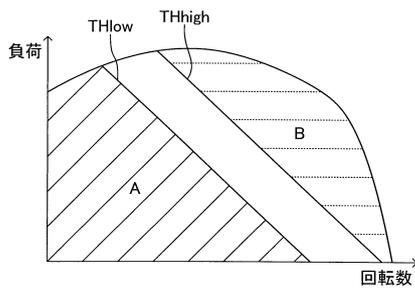
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-154196(JP,A)  
特開2011-080462(JP,A)  
特開平08-246889(JP,A)  
特開2009-091917(JP,A)  
実開平01-173445(JP,U)  
仏国特許出願公開第02892770(FR,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 47/08 - 47/10  
F02D 13/00 - 28/00  
F02M 26/00 - 26/74