

(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2017-8839

(P2017-8839A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 2 B 31/00 (2006.01)	F 0 2 B 31/00 3 0 1 D	3 G 0 2 3
F 0 2 B 23/10 (2006.01)	F 0 2 B 23/10 3 1 0 A	3 G 3 0 1
F 0 2 D 41/04 (2006.01)	F 0 2 D 41/04 3 0 5 C	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-125949 (P2015-125949)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成27年6月23日 (2015. 6. 23)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100106150
			弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100082175
			弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100113011
			弁理士 大西 秀和
		(72) 発明者	是永 真吾
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3G023 AA18 AB01 AC02 AD05 AD06 AF03 AG02

最終頁に続く

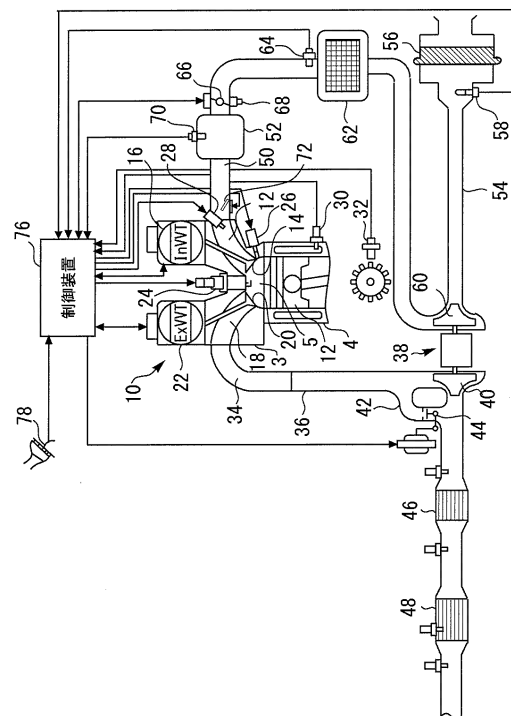
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】この発明は、内燃機関の制御装置に関し、タンブル流を発生させる状態とタンブル流を抑制する状態の切り替えと、ストイキモードとリーンモードとの切り替えとを適宜行う内燃機関を、大きなトルクショックを伴わずに作動させることを目的とする。

【解決手段】スロットル弁66とTCV72を備える内燃機関10を制御する。ストイキ領域で内燃機関を作動させるストイキモードと、リーン領域で内燃機関10を作動させるリーンモードとを選択的に実現する。TCV72を、タンブル流を発生させるための閉弁状態とする処理と、TCV72を、タンブル流を抑制するための開弁状態とする処理とを実行する。TCV72を開弁状態から閉弁状態へと切り替える処理は、リーンモードの実現中に行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スロットル弁と、当該スロットル弁の下流において吸気の流速を制御する流速調整弁とを備える内燃機関を制御する装置であって、

理論空燃比を含むストイキ領域で内燃機関を作動させるストイキモードと、理論空燃比に比してリーンな空燃比領域で内燃機関を作動させるリーンモードとを選択的に実行し、低回転低負荷領域で前記リーンモードを実行し、

前記低回転低負荷領域より高回転又は高負荷側に位置する高回転高負荷領域で前記ストイキモードを実行し、

内燃機関の運転状態が前記ストイキモードから前記リーンモードに変化するリーン化過程では、前記リーンモードの実行後に、前記流速調整弁を閉弁状態から開弁状態に切り替えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【請求項 2】

内燃機関の運転状態が前記リーンモードから前記ストイキモードに変化するリッチ化過程では、前記ストイキモードの実行以後に、前記流速調整弁を前記閉弁状態から前記開弁状態に切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記リーンモードを実現すべきリーン領域と、前記ストイキモードを実現すべきストイキ領域とを区分する空燃比境界と、

前記閉弁状態を実現すべき閉弁領域と、前記開弁状態を実現すべき開弁領域とを区分する開閉境界とを有しており、

前記リッチ化過程では、前記空燃比境界と重ねて又は前記空燃比境界の高回転高負荷側に、前記開閉境界を配置し、

前記リーン化過程では、前記空燃比境界の低回転低負荷側に、前記開閉境界を配置することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

20

【請求項 4】

前記リッチ化過程の前記開閉境界と、前記リーン化過程の前記開閉境界とは共通であり、

前記リッチ化過程と前記リーン化過程とで、前記空燃比境界を切り替えて用いることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 5】

前記ストイキモードの実現中に前記リーン化過程の開始を検知したら、その時点の運転状態と、前記開閉境界との間に、前記空燃比境界を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替えに伴う吸気減少量を算出し、

前記切り替え直後の混合気の空燃比を、前記吸気減少量が多いほどリッチ側に補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替えが行われた際の空燃比と、前記吸気減少量とに基づいてトルク減少量を算出し、

前記トルク減少量を補償する目標空燃比を算出し、

前記目標空燃比が実現されるように前記空燃比をリッチ側に補正することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の制御装置。

40

【請求項 8】

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替え時に、内燃機関の回転速度に基づいてリッチ制御時間を算出し、

前記切り替えの後、前記リッチ制御時間が経過する時点で前記空燃比の補正を終了することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の内燃機関の制御装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、車両に搭載して用いるのに好適な内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、ストイキ付近の空燃比で内燃機関を作動させるストイキモードと、リーン空燃比で内燃機関を作動させるリーンモードとを適宜切り替える内燃機関が開示されている。この内燃機関は、スロットル弁の下流に流動制御弁を備えている。この流動制御弁は、吸気通路の一部を遮断することで、吸気の流速を高め、燃焼室内のタンブル流を強めることができる。

10

【0003】

上記従来の内燃機関は、リーンモードでは流動制御弁を閉じて強いタンブル流を発生させる。燃焼室に発生するタンブル流は、燃料と空気の混合を促進し、混合気の燃焼性を向上させる。このため、上記従来の内燃機関は、リーンモードにおいて、良好な燃焼性を示すことができる。

【0004】

また、上記従来の内燃機関は、ストイキモードでは、流動制御弁を開いてタンブル流の発生を抑制する。ストイキモードは、主に高回転高負荷領域で用いられる。このような運転状態で燃焼室内に強いタンブル流が発生すると、混合気の着火性が必要以上に高まり、ノッキングが発生し易くなる。上記従来の内燃機関は、ストイキモード下でタンブル流を抑制することで、そのような問題の発生を回避している。このため、この内燃機関によれば、ストイキモードにおいても安定した運転状態を実現することができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-293484号公報

【特許文献2】特開2003-227395号公報

【特許文献3】特開平11-324739号公報

【特許文献4】特開2003-293839号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記の流動制御弁は、開閉動作に伴って吸気通路の有効面積を変化させる。このため、上記の内燃機関では、運転状態がストイキモードからリーンモードに切り替わるのに伴って流動制御弁が開弁状態から閉弁状態に変化すると、吸気量に大きな減少が生ずる。その結果、この内燃機関は、ストイキモードをリーンモードに切り替える際に大きなトルクショックを発生させ易いものであった。

【0007】

40

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、吸気流速を下げる状態と吸気流速を高める状態とを切り替える制御弁を有し、かつ、ストイキモードとリーンモードとを切り替えて実現する機能を有する内燃機関を、大きなトルクショックを伴わずに作動させるための内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、スロットル弁と、当該スロットル弁の下流において吸気の流速を制御する流速調整弁とを備える内燃機関を制御する装置であって、理論空燃比を含むストイキ領域で内燃機関を作動させるストイキモードと、理論空燃比に比してリーンな空燃比領域で内燃機関を作動させるリーンモードとを選択的に実行し、

50

低回転低負荷領域で前記リーンモードを実行し、

前記低回転低負荷領域より高回転又は高負荷側に位置する高回転高負荷領域で前記ストイキモードを実行し、

内燃機関の運転状態が前記ストイキモードから前記リーンモードに変化するリーン化過程では、前記リーンモードの実行後に、前記流速調整弁を閉弁状態から開弁状態に切り替えることを特徴とする。

【0009】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記制御装置は、

内燃機関の運転状態が前記リーンモードから前記ストイキモードに変化するリッチ化過程では、前記ストイキモードの実行以後に、前記流速調整弁を前記閉弁状態から前記開弁状態に切り替えることを特徴とする。

10

【0010】

また、第3の発明は、第2の発明において、前記制御装置は、

前記リーンモードを実現すべきリーン領域と、前記ストイキモードを実現すべきストイキ領域とを区分する空燃比境界と、

前記閉弁状態を実現すべき閉弁領域と、前記開弁状態を実現すべき開弁領域とを区分する開閉境界とを有しており、

前記リッチ化過程では、前記空燃比境界と重ねて又は前記空燃比境界の高回転高負荷側に、前記開閉境界を配置し、

前記リーン化過程では、前記空燃比境界の低回転低負荷側に、前記開閉境界を配置することを特徴とする。

20

【0011】

また、第4の発明は、第3の発明において、前記制御装置は、

前記リッチ化過程の前記開閉境界と、前記リーン化過程の前記開閉境界とは共通であり、

前記リッチ化過程と前記リーン化過程とで、前記空燃比境界を切り替えて用いることを特徴とする。

【0012】

また、第5の発明は、第4の発明において、前記制御装置は、

前記ストイキモードの実現中に前記リーン化過程の開始を検知したら、その時点の運転状態と、前記開閉境界との間に、前記空燃比境界を設定することを特徴とする。

30

【0013】

また、第6の発明は、第1乃至第5の発明の何れかにおいて、前記制御装置は、

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替えに伴う吸気減少量を算出し、

前記切り替え直後の混合気の空燃比を、前記吸気減少量が多いほどリッチ側に補正することを特徴とする。

【0014】

また、第7の発明は、第6の発明において、前記制御装置は、

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替えが行われた際の空燃比と、前記吸気減少量とに基づいてトルク減少量を算出し、

40

前記トルク減少量を補償する目標空燃比を算出し、

前記目標空燃比が実現されるように前記空燃比をリッチ側に補正することを特徴とする。

。

【0015】

また、第8の発明は、第6又は第7の発明において、前記制御装置は、

前記開弁状態から前記閉弁状態への切り替え時に、内燃機関の回転速度に基づいてリッチ制御時間を算出し、

前記切り替えの後、前記リッチ制御時間が経過する時点で前記空燃比の補正を終了することを特徴とする。

【発明の効果】

50

【0016】

第1の発明によれば、スロットル弁の下流に位置する流速調整弁を開閉させることにより吸気の流速を変化させることができる。また、本発明によれば、低回転低負荷領域ではリーンモードで、高回転高負荷領域ではストイキモードで、内燃機関を作動させることができる。流速調整弁は、内燃機関のリーン化過程では、ストイキモードの全域で開弁状態を維持し、リーンモードへの切り替えが行われた後に閉弁状態に変化する。流速調整弁が開弁状態から閉弁状態に変化する際には吸気量が減少するが、本発明では、この変化はリーンモードの実行中に行われる。リーンモードでの出力トルクは燃料噴射量によって決まるため、空気量の変化がトルクに影響を与え難い。このため、本発明によれば、流速調整弁の閉弁動作によるトルクショックを小さく抑制することができる。

10

【0017】

第2の発明によれば、流速調整弁は、内燃機関のリッチ化過程では、リーンモードの全域で閉弁状態に維持され、ストイキモードの実現以後に開弁状態に切り替わる。このため、リーンモードの運転中は、運転の全域で筒内に強い気流が発生し、良好な燃焼性が得られる。また、ストイキモードでは、筒内の気流を抑えることで混合気の着火性が過剰に高まるのを防ぐことができる。このため、本発明によれば、リッチ化過程において内燃機関を円滑に作動させることができる。

【0018】

第3の発明によれば、リッチ化過程では、内燃機関の運転状態が空燃比境界に達した以後に、その運転状態が開閉境界に達する。このため、この発明によれば、リッチ化過程において流速調整弁が開弁状態に変化する時点を、確実に、リーンモードがストイキモードに切り替わる時点以後にすることができる。また、本発明によれば、リーン化過程では、内燃機関が空燃比境界より低回転低負荷側に減速しなければ運転状態が開閉境界に達しない。このため、本発明によれば、リーン化過程において流速調整弁が開弁状態から閉弁状態に切り替わる時点を、確実に、ストイキモードからリーンモードへの切り替え後とすることができる。

20

【0019】

第4の発明によれば、リッチ化過程とリーン化過程とで、空燃比境界を切り替えて用いることにより、第3の発明が要求する空燃比境界と開閉境界との関係を簡便に実現することができる。

30

【0020】

第5の発明によれば、リーン化過程が開始された時点で、確実に、第3の発明が要求する関係を満たす空燃比境界を設置することができる。

【0021】

第6の発明によれば、リーン化過程において、流速調整弁の閉弁状態に切り替わった直後に、混合気空燃比をリッチ側に補正することができる。このため、本発明によれば、閉弁動作に伴う吸気量の減少に起因するトルクの減少分を、空燃比のリッチ化で補うことができる。空燃比のリッチ化は、三元触媒が排気ガスを浄化することが可能なリッチ限界を超えて行うことはできない。このため、ストイキモードにおいては、リッチ方向に変化させ得る空燃比の幅が必然的に小さくなる。本発明では、流速調整弁の閉弁動作がリーンモードで行われるため、流速調整弁の閉弁に合わせてリッチ方向に変化させ得る空燃比の幅を大きく確保することができる。このため、本発明によれば、空燃比のリッチ化によりトルクショックを吸収することができ、リーン化過程において内燃機関を極めてスムーズに作動させ続けることができる。

40

【0022】

第7の発明によれば、流速調整弁が閉弁した際の空燃比と、その閉弁に伴う吸気減少量とに基づいてトルク減少量を算出することができる。また、この発明によれば、そのトルク減少量を補償する目標空燃比を算出することができる。そして、その目標空燃比が実現されるように空燃比をリッチ側に補正することで、流速調整弁の閉弁に伴うトルクショックを吸収することができる。

50

【0023】

第8の発明によれば、流速調整弁が閉弁した後、リッチ制御時間が経過するまで空燃比のリッチ補正が継続される。流速調整弁の閉弁に伴うトルク変化の影響は、内燃機関の運転サイクルが繰り返されるのに伴って減少する。そして、その影響が消えるまでの期間は、内燃機関の回転速度に対応したものとなる。本発明によれば、内燃機関の回転速度に基づいてリッチ制御時間を算出することにより、トルク変化の影響が消滅する期間に合わせて空燃比をリッチ補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施の形態1の構成を示す図である。

10

【図2】図1に示す内燃機関が備えるタンブル制御弁（TCV）の構成の示す図である。

【図3】リーンモードとストイキモードを切り替えるための空燃比境界の一例である。

【図4】TCV閉弁時の吸入空気量とTCV開弁時の吸入空気量とを対比して表した図である。

【図5】スロットル開度が一定の条件下で、TCVの開閉に伴って吸入空気量に生ずる変化を表したタイミングチャートである。

【図6】図3に示す空燃比境界の高回転高負荷側に、TCVの閉弁状態と開弁状態とを切り替えるための開閉境界を設定した一例を示す。

【図7】リーン化過程においてTCVの閉弁に伴ってトルクショックが生ずる様子を説明するためのタイミングチャートである。

【図8】図6に示す開閉境界の高回転高負荷側に、リーン化過程において用いる空燃比境界を設定した一例を示す。

20

【図9】本発明の実施の形態1において電子制御ユニットが実行するルーチンのフローチャートである。

【図10】図9に示すルーチンの実行中にECUが参照する吸気減少量 ΔGa のマップである。

【図11】図9に示すルーチンの実行中にECUが参照するトルク減少量 ΔTRQ のマップである。

【図12】図9に示すルーチンの実行中にECUが参照する目標空燃比 A/F_t のマップである。

【図13】図9に示すルーチンの実行中にECUが参照するリッチ制御時間のマップである。

30

【図14】本発明の実施の形態1の動作の一例を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

実施の形態1.

〔実施の形態1の構成〕

図1は本発明の実施の形態1の構成を示す。本実施形態は内燃機関10を備えている。内燃機関10は、吸気ポート12側に、吸気弁14を駆動する可変動弁機構（以下、「InVVT」とする）16を備えている。また、内燃機関10は、排気ポート側に、排気弁20を駆動する可変動弁機構（以下、「ExVVT」とする）22を備えている。InVVT16及びExVVT22は、それぞれ、吸気弁14及び排気弁20の作動タイミングを変化させることができる。

40

【0026】

内燃機関10は、気筒毎に、点火プラグ24、筒内噴射弁26、及びポート噴射弁28を備えている。更に、内燃機関10には、水温センサ30及びクランク角センサ32が装備されている。クランク角センサ32によれば、内燃機関10の回転速度 Ne を検知することができる。

【0027】

内燃機関10の排気ポート18には、排気マニホールド34を介して排気通路36が連通している。排気通路36は、ターボチャージャ38のコンプレッサ40に連通している

50

。また、排気通路 36 は、コンプレッサ 40 をバイパスするバイパス通路 42 を備えている。バイパス通路 42 には、ウェストゲートバルブ 44 が組み込まれている。コンプレッサ 40 及びバイパス通路 42 の下流には、三元触媒 46 及び NOx 還元触媒 48 が配置されている。

【0028】

内燃機関 10 の吸気ポート 12 には、吸気マニホールド 50 及びサージタンク 52 を介して吸気通路 54 が連通している。吸気通路 54 は、エアフィルタ 56 の下流に、吸入空気量 Ga を検出するためのエアフロメータ 58 を備えている。エアフロメータ 58 の下流には、ターボチャージャ 38 のタービン 60 が配置されている。また、タービン 60 の下流には、インタークーラ 62、過給圧センサ 64 及び電子式のスロットル弁 66 が配置されている。

10

【0029】

スロットル弁 66 の近傍には、スロットル開度センサ 68 が設けられている。また、スロットル弁 66 の下流には、サージタンク 52 に装着された吸気圧センサ 70 が配置されている。そして、サージタンク 52 の下流、つまり、吸気マニホールド 50 の内部には、吸気の流速を調整するためのタンブル制御弁（以下、「TCV」とする）72 が組み込まれている。

【0030】

図 2 は、TCV 72 の構成を説明するための内燃機関 10 の断面図である。TCV 72 は、吸気マニホールド 50 内部に配置されたポップアップ式の弁体 74 を備えている。弁体 74 は、吸気ポート 12 の有効面積を小さくする全閉弁状態と、吸気ポート 12 の有効面積を大きく確保する全開弁状態とを選択的に実現する。

20

【0031】

内燃機関 10 の吸気ポート 12 等は、TCV 72 が全閉弁状態となると、吸気行程において気筒内に高速のタンブル流が発生するように構成されている。また、内燃機関 10 は、TCV 72 が全開弁状態になると、吸気の流速が抑えられ、気筒内のタンブル流が抑制されるように構成されている。従って、本実施形態では、TCV 72 を全閉弁状態とすることで筒内に高速タンブル流を発生させ、また、TCV 72 を全開弁状態とすることで、そのタンブル流の発生を抑制することができる。

【0032】

再び図 1 を参照して、本実施形態の構成について説明する。図 1 に示すように、本実施形態は、電子制御ユニット（以下、「ECU」とする）76 を備えている。ECU 76 には、上述した各種センサ及びアクチュエータに加えて、アクセル開度センサ 78 が電氣的に接続されている。ECU 76 は、アクセル開度センサ 78 の出力に基づいて、車両のドライバーの要求を検知することができる。

30

【0033】

〔実施の形態 1 の基本動作〕
（空燃比モードの切り替え）

本実施形態の内燃機関 10 は、運転領域に応じてリーンモードとストイキモードを選択的に使い分けることができる。リーンモードは、空燃比（A/F）が 22～27 程度の希薄混合気を用いる運転モードである。また、ストイキモードは、混合気の A/F を理論空燃比の近傍に制御する運転モードである。

40

【0034】

リーンモードは、大きな出力を要しない低回転低負荷領域で用いられる。リーンモードによれば、燃料の消費量を抑えることができるため、内燃機関 10 の燃費特性を向上させることができる。一方、ストイキモードは、高回転高負荷領域で用いられる。ストイキモードによれば大きなトルクを発生させることができる。このため、このモードによれば、高回転高負荷領域でのドライバーの要求に適切に応えることができる。

【0035】

内燃機関 10 は、原則として、リーンモードでは TCV 72 を全閉弁状態とする。TCV 72

50

が全開弁状態であれば、内燃機関 10 の気筒内には高速のタンブル流が発生する。タンブル流を発生させると、成層燃焼の燃焼性を改善させることができ、希薄混合気の燃焼性を高めることができる。このため、内燃機関 10 によれば、リーンモードにおいて良好な運転特性を得ることができる。

【0036】

また、本実施形態の内燃機関 10 は、原則として、ストイキモードでは TCV 72 を全開弁状態とする。TCV 72 が全開弁状態であると、吸気ポート 12 内の流速が弱まり、筒内でのタンブル流の発生が抑制される。高回転高負荷領域で強いタンブル流が発生すると、混合気の燃焼性が過度に高まってノッキング等の異常燃焼が生じ易くなる。本実施形態によれば、高回転高負荷領域でのそのような異常燃焼の発生を有効に抑制することができる。

10

【0037】

(空燃比モードの切り替えと TCV の切り替え)

図 3 は、内燃機関 10 の全開特性 80 と、空燃比境界 82 の一例を示す。空燃比境界 82 は、リーンモードとストイキモード（以下、両者を総称して「空燃比モード」と称す）を切り替える境界である。図 3 に示す例では、空燃比境界 82 の低回転低負荷側がリーン領域であり、空燃比境界 82 の高回転高負荷側がストイキ領域である。

【0038】

上述した通り、本実施形態の内燃機関 10 は、リーンモードでは原則としてタンブル流を発生させ、ストイキモードでは原則としてタンブル流を抑制する。このような機能を実現する設定としては、例えば、TCV 72 の開閉を切り替える開閉境界を、空燃比境界 82 に重ねて設定することが考えられる。しかしながら、上記の設定によると、以下に説明する理由により、内燃機関 10 が空燃比境界 82 を通過する際に大きな空燃比誤差が発生し易い。

20

【0039】

[実施の形態 1 の特徴]

(TCV の開閉境界を空燃比境界に重ねることに伴うデメリット)

図 4 は、TCV 72 開の下でのスロットル開度 TA と吸入空気量 Ga の関係と、TCV 72 閉の元手の TA と Ga との関係に対比して表した図である。図 4 に示すように、スロットル開度 TA と吸入空気量 Ga との関係は、TCV 72 の開閉が切り替わることにより大幅に変化する。

30

【0040】

図 5 は、スロットル開度 TA を一定として TCV 72 を開閉させた場合に吸入空気量 Ga に生ずる変化を示している。図 5 に示すように、内燃機関 10 においては、TCV 72 が閉から開に変化すると吸入空気量 Ga にステップ的な増加が生じ、一方、TCV 72 が開から閉に変化すると吸入空気量 Ga にステップ的な減少が生ずる。

【0041】

内燃機関 10 の空燃比は、吸入空気量 Ga と燃料噴射量とで決せられる。そして、吸入空気量 Ga は、スロットル弁 66 と InVVT 16 の状態、更には TCV 72 の状態により決まる。また、燃料噴射量は、筒内噴射弁 26 及びポート噴射弁 28 の動作により決まる。以下、TCV 72 を除くこれらのアクチュエータを「空燃比アクチュエータ」と称す。

40

【0042】

空燃比モードの切り替え時には、混合気の実燃焼空燃比に大きな変化が生ずる。このため、TCV 72 の状態が変化しなくても、空燃比モードの切り替え時には、上述した空燃比アクチュエータには大きな状態変化が要求される。そして、空燃比モードの切り替えと同時に TCV 72 の切り替えが要求されれば、TCV 72 の開閉に伴う大きな Ga 変化を吸収するべく、空燃比アクチュエータには、更に大きな状態変化が要求される。

【0043】

スロットル弁 66 等の個々の空燃比アクチュエータ、並びに TCV 72 は、夫々個別の応答遅れを有している。このため、これらのアクチュエータの全てに同時に大きな状態変化が要求されると、個々のアクチュエータの状態が一時的にバラバラなものとなり、所望の

50

制御精度が得られない事態が生じ得る。このような不都合を回避するためには、空燃比モードの切り替えは、TCV 7 2 の状態を一定に維持した状態で行うことが望ましい。

【0044】

(TCVの開閉境界をストイキ領域に設定するメリット)

図6は、図3に示す空燃比境界82の外側、つまり高回転高負荷側に、開閉境界84を加えた特性図である。開閉境界84は、TCV 7 2の開閉を切り替える境界である。図6に示す例では、開閉境界84の低回転低負荷側が全閉弁領域であり、開閉境界84の高回転高負荷側が全開弁領域である。

【0045】

図6に示す設定によれば、内燃機関10の運転状態が空燃比境界82を横切るタイミングと開閉境界84を横切るタイミングとを異ならせることができる。このため、この設定によれば、空燃比モードの切り替えとTCV 7 2の切り替えとが同時に行われてしまうのを確実に避けることができる。

【0046】

空燃比モードが切り替わるタイミングとTCV 7 2が切り替わるタイミングを異ならせる設定としては、図6に示す設定の他に、空燃比境界82の内側に開閉境界を設けることが考えられる(以下、この設定を「対比設定」と称す)。しかしながら、このような設定によれば、開閉境界と空燃比境界82に挟まれた領域では、TCV 7 2が開いた状態でリーンモードが行われることになる。

【0047】

本実施形態において、空燃比境界82は、タンブル流が発生することで希薄混合気が良好な燃焼性を示す領域の限界付近に設定されている。このため、TCV 7 2が開き、タンブル流が抑制された状態では、安定したリーンモードでの運転が維持できない事態が生じ得る。

【0048】

これに対して、図6に示す設定によれば、TCV 7 2は、リーンモードの全域で全閉弁状態に維持される。このため、この設定によれば、リーンモードの全域で希薄混合気を良好に燃焼させることができる。この点、図6に示す設定は、上述した対比設定に比して優れている。

【0049】

また、図6に示す設定によれば、内燃機関10の作動状態は、例えばリッチ化過程において以下のような変化を示す。但し、「リッチ化過程」とは、内燃機関10の運転状態がリーンモードからストイキモードの変化する過程を指すものとする。本実施形態において、リッチ化過程は、内燃機関10の運転状態が低回転低負荷領域から高回転高負荷領域に向かって変化する過程と重複する。

(1)「リーンモード、かつ、TCV全閉弁状態」→(2)「ストイキモード、かつ、TCV全閉弁状態」→(3)「ストイキモード、かつ、TCV全開弁状態」。つまり、この設定によれば、上記(2)の過程で、「ストイキモード」と「TCV全開弁状態」との組み合わせが生ずることになる。

【0050】

ストイキモードでは、ノッキング等の異常燃焼を抑制する観点から、タンブル流の発生は抑制されることが望ましい。従って、上記(2)のように、ストイキモードがTCV全閉弁状態と組み合わせられる状態は、必ずしも望ましいものではない。しかし、図6の設定において上記(2)の状態が生ずるのは、ストイキ領域の中でも、空燃比境界82と開閉境界84に挟まれた領域、つまり、回転速度も機関負荷もさほど高くない限られた領域である。このような領域では、タンブル流が発生していてもノッキング等の異常燃焼はほぼ生じない。このため、上記(2)の状態が生ずることは、実質的な不都合を生じさせるものではない。

【0051】

また、図6に示す設定によれば、内燃機関10のリッチ化過程では、ストイキモードへ

10

20

30

40

50

の切り替えが行われた後にTCV 7 2 が全閉弁状態から全開弁状態に切り替えられる。全開弁状態のTCVが全開弁状態に変化する際には、吸入空気量Gaに一時的な急増が生じ易い。ストイキモードでの吸入空気量Gaの増加は、出力トルクの増大につながる。しかし、このようなトルクの増大は、燃料噴射量の減量補正により吸収することができる。このため、閉→開へのTCV 7 2 の変化に起因する吸入空気量Gaの変化も実質的な不都合を生じさせるものではない。

【0052】

(TCVの開閉領域をストイキ領域に設定するデメリット)

以上説明した通り、図6に示す設定は、空燃比モードとTCV 7 2 を夫々適切なタイミングで切り替えるうえで、特に、内燃機関10のリッチ化過程でそれらを適切に切り替えるうえで好適なものである。しかしながら、図6に示す設定によると、以下に説明するように、内燃機関10のリーン化過程においてトルクショックが生じ易い。但し、「リーン化過程」とは、内燃機関10の運転状態がストイキモードからリーンモードに変化する過程を指すものとする。本実施形態において、リーン化過程は、内燃機関10の運転状態が高回転高負荷領域から低回転低負荷領域に向かって変化する過程と重複する。

【0053】

図7は、図6に示す設定が用いられた場合に、リーン化過程において内燃機関10が示す動作を表している。図7において、符号86を付して示す波形は内燃機関10の出力トルク(TRQ)を示す。TRQ 86は、時刻t0以降、内燃機関10の減速に伴って減少傾向を示している。

【0054】

符号88を付して示す波形は、TCV 7 2 の状態を示している。図7において、TCV 7 2 は、時刻t1において全開弁状態から全閉弁状態に変化している。つまり、図7に示す動作例は、時刻t1に、内燃機関10の運転状態が開閉境界84まで低下してきた場合を示している。

【0055】

符号90を付して示す波形は、スロットル開度TAの変化を示している。時刻t0以降、スロットル開度TAは、内燃機関10の減速に伴う微減傾向を示している。時刻t1には、TCV 7 2 の全閉弁に伴う吸入空気量Gaの減少を補償するため、スロットル開度TAにステップ的な増加が与えられている。

【0056】

図7において、符号92は、吸入空気量Gaの波形を示している。吸入空気量Gaは、時刻t0以降、内燃機関10の減速に伴う減少傾向を示し、また、時刻t1において、TCV 7 2 の全閉弁に伴う一時的な急減を示している。時刻t1に、スロットル開度TAがステップ的な増大されているが、吸入空気量Gaが、変化後のTAに見合った量に収束するまでには、ある程度の収束時間を要する。このため、TCV 7 2 の全閉弁に合わせてTAをステップ的に変化させたとしても、吸入空気量Gaには、図7に示すような一時的な減少が生ずる。尚、吸入空気量の欄に破線で示す波形94は、時刻t1にスロットル開度TAがステップ的に増加せずTCV 7 2 閉の場合と同様の開度を維持した場合の仮定の吸入空気量を示している。

【0057】

図6に示す設定によれば、TCV 7 2 の全閉弁動作は、ストイキモードにおいて行われる。ストイキモードでは、内燃機関10のトルクTRQは、主として吸入空気量Gaにより決せられる。このため、吸入空気量Gaに一時的減少が生じれば、トルクTRQにも同様の一時的減少が生ずる。

【0058】

トルクTRQの減少を補う方法としては、燃料噴射量を増やして空燃比をリッチ化することが考えられる。しかし、混合気空燃比は、三元触媒46が排気ガスを浄化し得る限界を超えてリッチ化することができない。そして、内燃機関10がストイキモードで運転している状況下では、空燃比に与え得るリッチ側の補正幅はさほど大きくない。このため、図6に示す設定が用いられる場合、図7に示すように、内燃機関10のトルクには、リー

10

20

30

40

50

ン化過程においてTCV 7 2 が閉じられるのと同期してトルクショック（一時的なトルクの減少）が生じ易い。この点、図 6 に示す設定は、内燃機関 1 0 のリーン化過程において用いる設定として、必ずしも最適なものではない。

【0059】

（リーン化過程用空燃比境界の設定）

図 8 は、図 6 に示す開閉境界 8 4 の外側に、リーン化過程でのみ用いる空燃比境界 9 6 を加えた特性図である。図 8 に示す設定によれば、内燃機関 1 0 のリッチ化過程では、その運転状態は、空燃比境界 8 2 を通過した後に開閉境界 8 4 を通過する。つまり、リーンモードの全域でタンブル流が維持され、空燃比モードがストイキモードに切り替わった後にTCV 7 2 が閉から開に変化する。この場合、図 6 に示す設定が用いられる場合と同様に、内燃機関 1 0 は運転領域の全域でスムーズに作動することができる。

10

【0060】

一方、図 8 に示す設定によると、リーン化過程では、内燃機関 1 0 の運転状態が、先ず空燃比境界 9 6 を横切り、次いで開閉境界 8 4 を横切る（開閉境界 8 4 は、リッチ化過程及びリーン化過程の双方にて共通に用いられる）。この場合、先ずストイキモードからリーンモードへの切り替えが起こり、その後にTCV 7 2 が全開弁状態から全閉弁状態に切り替わる。つまり、この設定によれば、TCV 7 2 の全閉弁動作は、リーンモードの実現中に生ずることになる。

【0061】

リーンモードで作動している内燃機関 1 0 の出力トルクTRQは、主として燃料噴射量により決せられる。このため、TCV 7 2 の全閉弁動作に伴って吸入空気量Gaが減少しても、リーンモード中であれば、内燃機関 1 0 のトルクTRQに大きな減少は生じ難い。また、トルクTRQの減少分は、燃料噴射量を増やして混合気の空燃比をリッチ化すれば補償することができる。そして、内燃機関 1 0 がリーンモードで運転している状況下では、現在の空燃比と、浄化が可能なリッチ限界との間に大きな差があり、リッチ側への空燃比の補正幅が大きく確保されている。このため、TCV 7 2 の全閉弁動作がリーンモードで行われる場合は、吸入空気量Gaの減少に伴うトルクショックを十分に抑制し、内燃機関 1 0 を円滑に作動させ続けることができる。

20

【0062】

以上説明した通り、図 8 に示す設定によれば、リッチ化過程においても、リーン化過程においても、内燃機関 1 0 を、運転領域の全域でスムーズに作動させることができる。そこで、本実施形態では、空燃比モードの切り替えと、TCV 7 2 の切り替えとを、図 8 に示す設定に従って行うこととした。

30

【0063】

（ECUによる処理）

図 9 は、本実施形態においてECU 7 6 が実行するルーチンのフローチャートを示す。図 9 に示すルーチンは、内燃機関 1 0 の始動後に所定の時間毎に繰り返し実行される。このルーチンが起動されると、先ず内燃機関 1 0 の運転状態に関わるパラメータが読み込まれる（ステップ 1 0 0）。具体的には、ここでは、機関回転速度Ne、機関負荷Kl、及びTCV 7 2 の状態が読み込まれる。

40

【0064】

上記の処理が終わると、次に、以下の二つの条件が共に成立しているか否かが判別される（ステップ 1 0 2）。

- ・TCV 7 2 が全開弁しているか。
- ・内燃機関 1 0 が減速状態にあるか。

ここでは、内燃機関 1 0 の運転状態が、高回転高負荷側から低回転低負荷側に向かって移動している場合、より具体的には、機関回転速度Ne及び機関負荷Klの少なくとも一方が低下傾向にある場合に内燃機関 1 0 が減速状態にあると判断される。

【0065】

上記ステップ 1 0 2 の判定が肯定された場合は、内燃機関 1 0 の運転状態が、図 8 に示

50

す開閉境界 84 の外側（高回転高負荷側）で、その開閉境界 84 に向かって変化していると判断することができる。ECU 76 は、この場合次に、リーン化過程用の空燃比境界 96（図 8 参照）を設定する（ステップ 104）。ECU 76 は、図 8 に示す開閉境界 84 の高回転高負荷側に位置する空燃比境界 96 のデータセットを複数記憶している。本ステップ 104 では、具体的には、それらのデータセットの中から、現在の運転状態と開閉境界 84 の中間付近に位置するデータセットが、リーン化過程での空燃比境界 96 として設定される。尚、空燃比境界 96 は、上記ステップ 102 の判定が新たに肯定された直後のステップでのみ設定され、再びステップ 102 の判定が新たに肯定されるまでは維持されるものとする。

【0066】

上記の処理が終わると、次に、内燃機関 10 の運転状態がリーン領域に侵入したかが判別される（ステップ 106）。ここでは、具体的には、機関回転速度 Ne と機関負荷 Kl の組み合わせが、前回の処理サイクル時から今回の処理サイクル時にかけて、空燃比境界 96 の外側（高回転高負荷側）から内側（低回転低負荷側）に移動したか否かが判別される。

【0067】

上記の判別の結果、内燃機関 10 の運転状態が、未だリーン領域に侵入していないと判別された場合は、再び上記ステップ 102 に戻り、内燃機関 10 のリーン化過程が継続しているか否かが判別される。一方、運転状態のリーン領域への侵入がみとめられた場合は、内燃機関 10 の運転モードが、ストイキモードからリーンモードに変更される（ステップ 108）。

【0068】

上記の処理が終わると、今度は、内燃機関 10 の運転状態が、TCV 72 の全閉弁領域に侵入したかが判別される（ステップ 110）。ここでは、具体的には、機関回転速度 Ne と機関負荷 Kl の組み合わせが、前回の処理サイクル時から今回の処理サイクル時にかけて、図 8 に示す開閉境界 84 の外側から内側に移動したか否かが判別される。

【0069】

その結果、開閉境界 84 の内側への侵入が認められない場合は、再び上記ステップ 102 に戻り、内燃機関 10 のリーン化過程が継続しているか否かが判別される。一方、上記ステップ 110 で、開閉境界 84 の内側への侵入が認められた場合は、トルクショックを生じさせることなく TCV 72 を全閉弁させるための処理が実行される。

【0070】

具体的には、先ず、TCV 72 の全閉弁時に実現すべき目標空燃比が算出される（ステップ 112）。以下、本ステップ 112 で実行される処理を具体的に説明する。

【0071】

図 10 は、吸気減少量 ΔGa を算出するために ECU 76 が記憶しているマップの概念を示す。図 10 に示すマップは、TCV 72 の全閉弁に伴う吸気減少量 ΔGa を、スロットル開度 TA と機関回転速度 Ne とで定めている。本ステップ 112 では、先ず、このマップを参照して TCV 72 の全閉弁に伴う吸気減少量 ΔGa が算出される。尚、本実施形態では、吸気減少量 ΔGa を決めるパラメータとして、スロットル開度 TA と機関回転速度 Ne を用いることとしているが、内燃機関 10 がターボチャージャ 38 を備えているため、そのパラメータには、過給圧を含めることとしてもよい。

【0072】

本ステップ 112 では、次に、TCV 72 の全閉弁に伴うトルク減少量 ΔTRQ が算出される。図 11 は、トルク減少量 ΔTRQ を算出するために ECU 76 が記憶しているマップの概念を示す。図 11 に示すマップは、吸気減少量 ΔGa と空燃比によりトルク減少量 ΔTRQ を定めている。具体的には、図 11 に示すマップは、空燃比毎に、吸気減少量 ΔGa が大きいほどトルク減少量 ΔTRQ が大きくなるように定められている。本ステップ 112 では、図 11 に示すマップを参照して、上記の処理で算出した吸気減少量 ΔGa と、現在の混合気の空燃比（ここでは、TCV 72 が全開弁状態から全閉弁状態に切り替わる際の空燃比となる）とに基づいて、トルク減少量 ΔTRQ が算出される。

10

20

30

40

50

【0073】

次に、トルク減少量 ΔTRQ を補うための目標空燃比 A/F_t が算出される。目標空燃比 A/F_t は、以下の関係式を満たす空燃比である。

$$\text{トルク}(A/F_t) = \text{トルク}(A/F) + \Delta TRQ \quad \cdots (1)$$

但し、「トルク (A/F_t) 」は、TVC 7 2 の全閉弁後に確保できる吸入空気量 $(Ga - \Delta Ga)$ で目標空燃比 (A/F_t) の混合気を生成した場合に得られる出力トルクである。また、「トルク (A/F) 」は、その吸入空気量 $(Ga - \Delta Ga)$ で現空燃比 (A/F) の混合気を生成した場合に発生する出力トルクである。

【0074】

図 1 2 は、上記 (1) 式の関係を満たす目標空燃比 A/F_t を、トルク減少量 ΔTRQ と空燃比 A/F との関係で定めたマップの概念図である。ECU 7 6 は、図 1 2 に示すようなマップを記憶しており、このマップに従って、上記の如く算出した ΔTRQ 、並びに現在の空燃比 A/F に基づいて、目標空燃比 A/F_t を算出する。上記の関係式 (1) によれば、トルク減少量 ΔTRQ が大きいほど目標空燃比 A/F_t はリッチな値となる。従って、図 1 2 に示すマップも、トルク減少量 ΔTRQ が大きいほど、つまり、吸気減少量 ΔGa が大きいほど、目標空燃比 A/F_t がリッチな値となるように設定されている。

【0075】

以上の処理が終わると、次に、混合気空燃比を目標空燃比 A/F_t にリッチ化しておく時間（以下、「リッチ制御時間」と称す）が算出される（ステップ 1 1 4）。TCV 7 2 の全閉弁に伴う吸気減少量 ΔGa は、内燃機関 1 0 の運転が概ね 1 0 サイクルから 2 0 サイクル程度繰り返される過程で消滅する。従って、トルク減少量 ΔTRQ を補償するための空燃比のリッチ化は、吸気減少量 ΔGa が消滅するのと合わせて終了させることが望ましい。

【0076】

図 1 3 は、ECU 7 6 が、リッチ制御時間を算出するために記憶しているマップの概念を示す。内燃機関 1 0 が 1 サイクルの運転に要する時間は、回転速度 Ne が早いほど短くなる。このため、吸気減少量 ΔGa の消滅に要するサイクル数が繰り返される時間は、リッチ制御時間算出時の回転速度 Ne に応じたものとなる。本ステップ 1 1 4 において、ECU 7 6 は、図 1 3 に示すマップを参照して、内燃機関 1 0 の回転速度 Ne に基づいてリッチ制御時間を設定する。このような手法によれば、トルク減少量 ΔTRQ の消滅時間とほぼ一致するリッチ制御時間を算出することができる。

【0077】

以上の処理が終わると、TCV 7 2 が全開弁状態から全閉弁状態に切り替えられる（ステップ 1 1 6）。続いてリッチ制御が開始される。つまり、混合気空燃比が、上記ステップ 1 1 2 で算出された目標空燃比 A/F_t に切り替えられる（ステップ 1 1 8）。この処理によれば、TCV 7 2 が全開弁状態から全閉弁状態に切り替えられた直後に、混合気空燃比をリッチ化することができる。その結果、吸入空気量 G_a が減少する反面、空燃比がリッチ化されてトルクショックの発生が抑制される。

【0078】

次に、リッチ制御時間が終了したか否かが判別される（ステップ 1 2 0）。そして、リッチ制御時間の終了が判定されるまでステップ 1 1 8 の処理が繰り返され、その終了が判定された時点でリッチ制御が解除される（ステップ 1 2 2）。以上の処理によれば、TCV 7 2 が全閉弁状態に変化した直後から、その変化に伴ってトルク減少 ΔTRQ が生じている期間に限り、空燃比のリッチ化によるトルク補償を図ることができる。

【0079】

ところで、TCV 7 2 の全閉弁に伴う吸気減少量 ΔGa は、その全閉弁の後一定値を維持するわけではない。従って、吸気減少量 ΔGa に起因するトルク減少量 ΔTRQ も、当然に一定値を維持するものではない。従って、TCV 7 2 の全閉弁時に設定された目標空燃比 A/F_t が一貫して使用されると、リッチ制御の実行中にトルクが過大になることがある。ECU 7 6 は、図 9 に示すルーチンとは別のルーチンで、内燃機関 1 0 の出力トルクが目標トルクを超えた場合には、点火時期を遅角してそのトルクを目標トルクに低下させる制御を行って

いる。このため、本実施形態によれば、TCV 7 2 の全閉弁後に、リッチ制御の実行に起因して過大トルクを発生させてしまうことはない。

【0080】

図 9 に示すルーチン中、ステップ 1 0 2 において、TCV 7 2 が全開弁状態ではない、或いは内燃機関 1 0 が減速中ではない、との判定がなされた場合は、通常制御が行われる（ステップ 1 2 4）。この場合、ECU 7 6 は、図 6 の設定を参照して説明した場合と同様に、空燃比境界 8 2 に従ってリーンモードとストイキモードを切り替え、また、開閉境界 8 4 に従って TCV 7 2 の状態を切り替える。その結果、TCV 7 2 が閉から開に変化する瞬間を含めて、リッチ化過程において、内燃機関 1 0 は円滑な作動を継続する。

【0081】

図 1 4 は、内燃機関 1 0 のリーン化過程における本実施形態の動作の一例を示す。ここで、図 1 4 に示す波形のうち、図 7 に示す波形と同種のものについては、共通する符号を付している。また、図 1 4 において、符号 1 2 6 を付して示す波形はリーンモード中の空燃比を、符号 1 2 8 を付して示す波形はストイキモードで用いられる空燃比を、また、符号 1 3 0 を付して示す波形はリッチ制御中に用い得るリッチ限界の空燃比を、それぞれ表している。

【0082】

図 1 4 に示す例では、時刻 t_0 以降、内燃機関 1 0 の減速に伴って吸入空気量 G_a （波形 9 2）及びトルク（波形 8 6）が減少傾向を示している。そして、時刻 t_0 に、内燃機関 1 0 の運転状態が空燃比境界 9 6（図 8 参照）に至り、ストイキモードからリーンモードへの切り替えが行われている。その結果、時刻 t_1 以後、吸入空気量（波形 9 2）が急増し、空燃比（波形 1 2 6）が急激にリーン側にシフトしている。

【0083】

この例では、時刻 t_2 において、内燃機関 1 0 の運転状態が開閉境界 8 4（図 8 参照）まで減速している。その結果、時刻 t_2 の直後に下記の現象が生じている。

- ・ TCV 7 2 が全開弁状態から全閉弁状態に変化（波形 8 8 参照）。
- ・ 吸入空気量 G_a が大きく減少（波形 9 2 参照）。
- ・ リーンに制御されていた空燃比が大きくリッチ側に補正（波形 1 3 0 参照）。
- ・ 空燃比 A/F がリッチ化されたため、吸入空気量 G_a の急減に関わらずトルク TRQ はスムーズな減少を継続（波形 8 6）参照。

【0084】

図 1 4 の例では、吸入空気量 G_a の一時的減少が時刻 t_3 において消滅し、かつ、リッチ制御時間も、その時刻 t_3 に同時に終了している（波形 1 3 0 参照）。このため、このため、内燃機関 1 0 のトルク TRQ は、時刻 t_3 前後で過大となることもなく、スムーズな減少を継続している。

【0085】

内燃機関 1 0 が、図 6 に示す設定に従い、リーン化過程用の空燃比境界 9 6 を用いることなく TCV 7 2 の状態を制御するとすれば、時刻 t_2 の空燃比は、波形 1 2 8 が表すストイキモードの空燃比となる。図 1 4 に示すように、リーンモードの空燃比（波形 1 2 6）は、ストイキモードの空燃比に比してリッチ限界（波形 1 3 0）から大きく離れている。この比較からも明らかなように、リーンモードからリッチ制御を開始する場合は、ストイキモードからリッチ制御を開始する場合に比して、リッチ側への空燃比の補正可能幅を大きく確保することができる。このため、リッチ制御の開始を必ずリーンモードから開始する本実施形態のシステムは、TCV 7 2 の全閉弁に伴うトルクショックにつき、大きな吸収力を発揮することができる。

【0086】

[実施の形態 1 の変形例]

ところで、上述した実施の形態 1 では、吸気経路に設置する流速調整弁を TCV 7 2 に限定しているが、本発明の構成はこれに限定されるものではない。流速調整弁は、リーンモードにおける燃焼性を改善する気流を筒内に発生させうる弁機構であればよく、この機能

10

20

30

40

50

が満たされる限り、例えばタンブル流を伴う気流を発生させるものであってもよい。

【0087】

また、上述した実施の形態1では、リーン化過程で用いる空燃比境界96を、内燃機関10の減速判定（ステップ102）が新たに肯定された際に、内燃機関10の運転状態と開閉境界84との間に設定することとしている。しかしながら、このような設定は本発明に必須ではない。すなわち、開閉境界84の外側に予め空燃比境界96を設定しておき、内燃機関10の減速時には常にその空燃比境界96を使用することとして、制御を簡略化してもよい。

【0088】

また、上述した実施の形態1では、TCV72をリーン領域で全閉弁させるために、開閉境界84の外側に、リーン化過程でのみ機能する空燃比境界92を配置することとしている。しかしながら、本発明の構成はこれに限定されるものではない。即ち、リッチ化過程に備えて図6に示すような空燃比境界82と開閉境界84を設定しておき、空燃比境界82の内側に、リーン化過程でのみ機能する開閉境界を設定することとしてもよい。

【0089】

また、上述した実施の形態1では、TCV72を、全閉弁状態と全開弁状態の何れかに制御することとしているが、本発明の構成はこれに限定されるものではない。即ち、TCV72は、例えば全開弁状態と80%の閉弁状態とに制御するなど、全開弁状態と全閉弁状態との間の開度に制御することとしてもよい。

【符号の説明】

【0090】

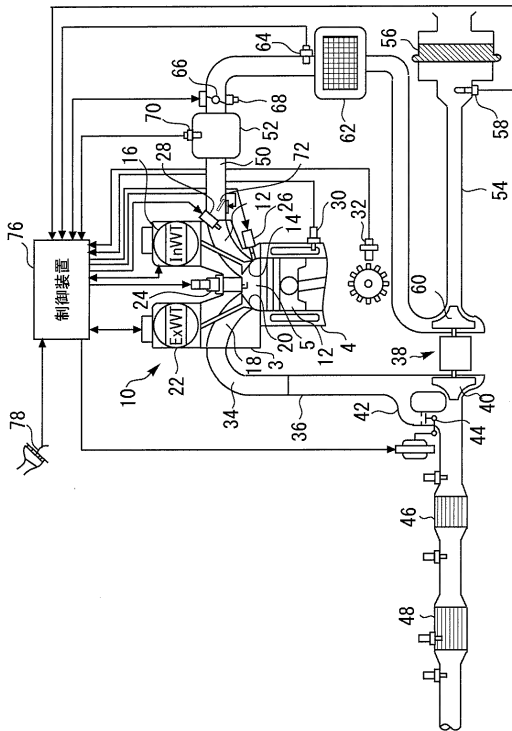
- 10 内燃機関
- 26 筒内噴射弁
- 28 ポート噴射弁
- 66 スロットル弁
- 72 タンブル制御弁（TCV）
- 74 弁体
- 76 電子制御ユニット（ECU）
- 82, 96 空燃比境界
- 84 開閉境界

10

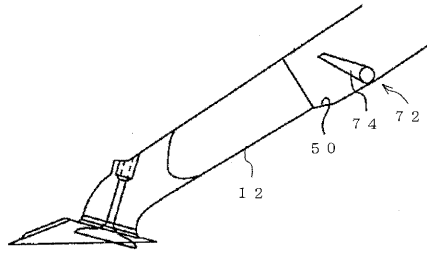
20

30

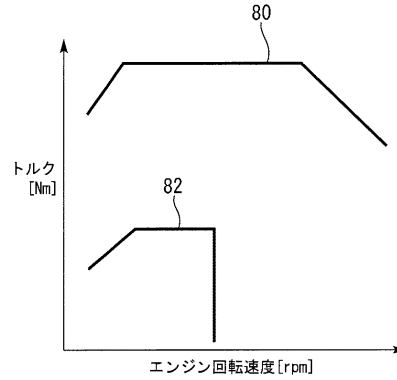
【図 1】



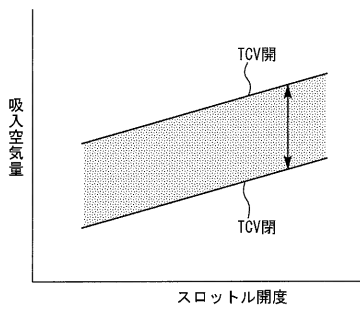
【図 2】



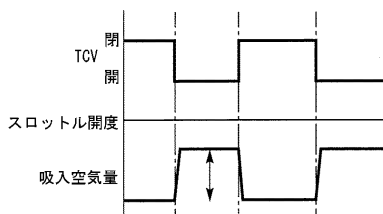
【図 3】



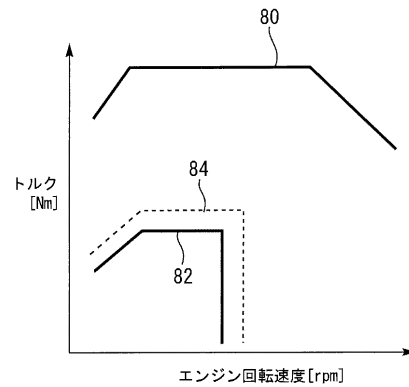
【図 4】



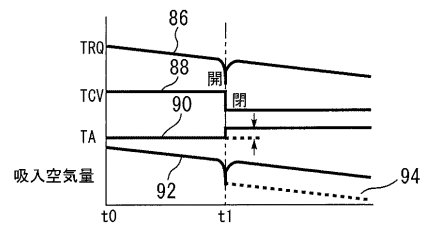
【図 5】



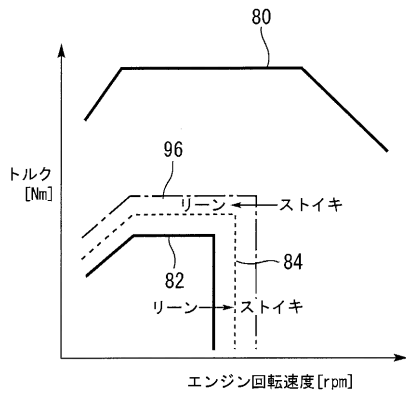
【図 6】



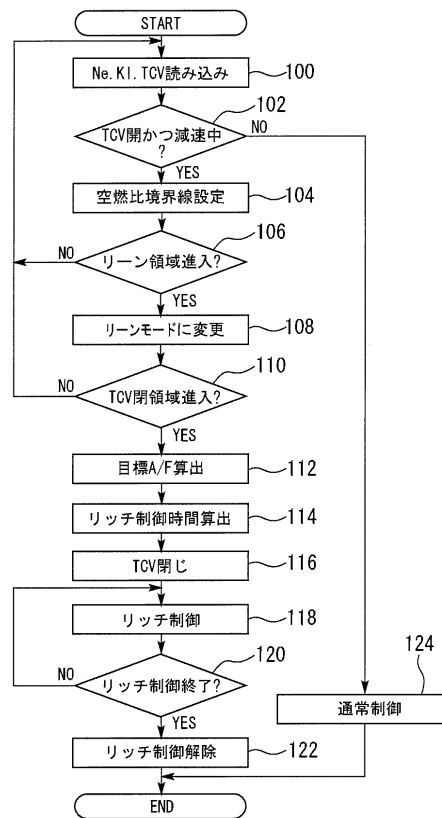
【図 7】



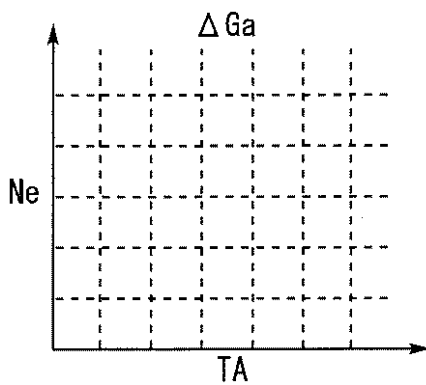
【図 8】



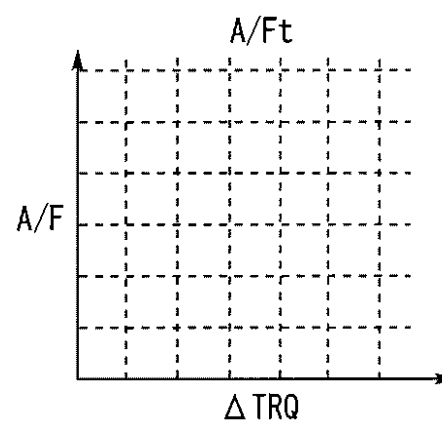
【図 9】



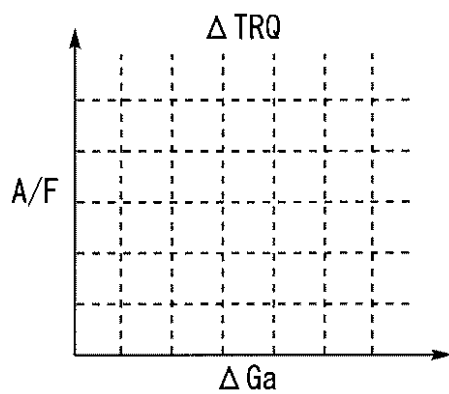
【図 10】



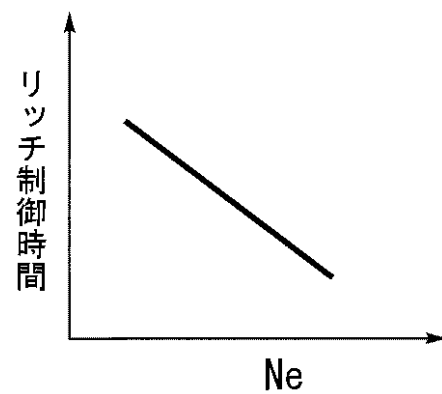
【図 12】



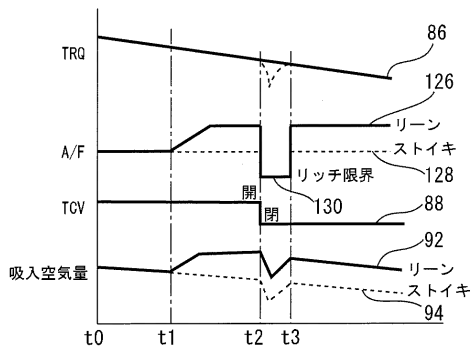
【図 11】



【図 13】



【図 14】



【手続補正書】

【提出日】平成28年6月24日(2016.6.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】

スロットル弁と、当該スロットル弁の下流において吸気の流速を制御する流速調整弁とを備える内燃機関を制御する装置であって、

理論空燃比を含むストイキ領域で内燃機関を作動させるストイキモードと、理論空燃比に比してリーンな空燃比領域で内燃機関を作動させるリーンモードとを選択的に実行し、低回転低負荷領域で前記リーンモードを実行し、

前記低回転低負荷領域より高回転又は高負荷側に位置する高回転高負荷領域で前記ストイキモードを実行し、

内燃機関の運転状態が前記ストイキモードから前記リーンモードに変化するリーン化過程では、前記リーンモードの実行後に、前記流速調整弁を開弁状態から閉弁状態に切り替えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

また、図6に示す設定によれば、内燃機関10の作動状態は、例えばリッチ化過程にお

いて以下のような変化を示す。但し、「リッチ化過程」とは、内燃機関 10 の運転状態がリーンモードからストイキモードの変化する過程を指すものとする。本実施形態において、リッチ化過程は、内燃機関 10 の運転状態が低回転低負荷領域から高回転高負荷領域に向かって変化する過程と重複する。

(1)「リーンモード、かつ、TCV全閉弁状態」→(2)「ストイキモード、かつ、TCV全閉弁状態」→(3)「ストイキモード、かつ、TCV全開弁状態」。つまり、この設定によれば、上記(2)の過程で、「ストイキモード」と「TCV全閉弁状態」との組み合わせが生ずることになる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

上記の判別の結果、内燃機関 10 の運転状態が、未だリーン領域に侵入していないと判別された場合は、再び上記ステップ 100 に戻り、内燃機関 10 のリーン化過程が継続しているか否かが判別される。一方、運転状態のリーン領域への侵入がみとめられた場合は、内燃機関 10 の運転モードが、ストイキモードからリーンモードに変更される（ステップ 108）。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

その結果、開閉境界 84 の内側への侵入が認められない場合は、再び上記ステップ 100 に戻り、内燃機関 10 のリーン化過程が継続しているか否かが判別される。一方、上記ステップ 110 で、開閉境界 84 の内側への侵入が認められた場合は、トルクショックを生じさせることなく TCV 72 を全閉弁させるための処理が実行される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0082】

図 14 に示す例では、時刻 t_0 以降、内燃機関 10 の減速に伴って吸入空気量 G_a （波形 92）及びトルク（波形 86）が減少傾向を示している。そして、時刻 t_1 に、内燃機関 10 の運転状態が空燃比境界 96（図 8 参照）に至り、ストイキモードからリーンモードへの切り替えが行われている。その結果、時刻 t_1 以後、吸入空気量（波形 92）が急増し、空燃比（波形 126）が急激にリーン側にシフトしている。

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA11 HA15 HA17 HA19 JA04 KA08 KA09 LA05 MA01 NC02
NE14 NE15 NE24 PA01Z PA07Z PA11Z PA17Z PE01Z PE03Z PE08Z
PF03Z