

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5478657号
(P5478657)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014. 4. 23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014. 2. 21)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 6 E

F O 2 D 41/18 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 5 8 C

F O 2 D 13/02 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 6 B

F O 2 D 41/18 B

F O 2 D 41/18 F

請求項の数 5 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-91782 (P2012-91782)
 (22) 出願日 平成24年4月13日(2012. 4. 13)
 (65) 公開番号 特開2013-221418 (P2013-221418A)
 (43) 公開日 平成25年10月28日(2013. 10. 28)
 審査請求日 平成24年4月13日(2012. 4. 13)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順
 (74) 代理人 100122437
 弁理士 大宅 一宏
 (74) 代理人 100147566
 弁理士 上田 俊一
 (74) 代理人 100161171
 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エアフローセンサの検出値に基づいて実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出部と、
 吸気管圧力およびエンジン回転速度に基づいて推定吸入空気量を算出する推定吸入空気
 量算出部と、

燃料制御に用いる吸入空気量として、前記実吸入空気量算出部で算出された実吸入空気
 量と、前記推定吸入空気量算出部で算出された推定吸入空気量のいずれかを選択する燃料
 制御用吸入空気量選択部と、

運転領域を特定できるパラメータに相当するスロットル開度を、燃料制御に用いる吸入
 空気量の切換タイミングを判断するための切換判定指標値として読み取るとともに、前記
 切換タイミングを判断するために用いられる切換判定閾値を求め、前記切換判定指標値と
 前記切換判定閾値との比較結果に基づいて前記燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御す
 る切換判定閾値算出部と

を備え、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う内燃機関の制御装置であって、
 エンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置の組み合わせに応じた切換判定閾値を
 M A Pとしてあらかじめ記憶する記憶部と、

前記エンジン回転速度、前記可変動弁機構の動作位置、および前記切換判定指標値を判
 定用パラメータとして読み取り、現在の運転領域を判定する運転領域判定部と

をさらに備え、

前記切換判定閾値算出部は、前記運転領域判定部で読み取られた前記判定用パラメータ

10

20

に含まれている前記エンジン回転速度および前記可変動弁機構の動作位置に応じた切換判定閾値を前記記憶部内の前記MAPから抽出し、前記判定用パラメータに含まれている前記切換判定指標値と抽出した前記切換判定閾値との比較結果に基づいて前記燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、

前記切換判定閾値算出部による前記切換制御により前記燃料制御用吸入空気量選択部が選択した吸入空気量に対して、フィルタ処理を施すフィルタ処理部をさらに備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【請求項3】

請求項1または2に記載の内燃機関の制御装置において、

前記切換判定閾値算出部により抽出された前記切換判定閾値に対して、前記エンジン回転速度に応じたヒステリシス特性を持たせるヒステリシス処理部をさらに備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の内燃機関の制御装置において、

前記推定吸入空気量算出部は、大気圧を読み取り、前記吸気管圧力を前記大気圧で割った比率による補正後の体積効率補正係数を用いて前記推定吸入空気量を算出する

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

20

【請求項5】

エアフローセンサの検出値に基づいて実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出部と、

吸気管圧力およびエンジン回転速度に基づいて推定吸入空気量を算出する推定吸入空気量算出部と、

燃料制御に用いる吸入空気量として、前記実吸入空気量算出部で算出された実吸入空気量と、前記推定吸入空気量算出部で算出された推定吸入空気量のいずれかを選択する燃料制御用吸入空気量選択部と、

運転領域を特定できるパラメータに相当するスロットル開度を、燃料制御に用いる吸入空気量の切換タイミングを判断するための切換判定指標値として読み取るとともに、前記切換タイミングを判断するために用いられる切換判定閾値を求め、前記切換判定指標値と前記切換判定閾値との比較結果に基づいて前記燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する切換判定閾値算出部と

30

を備え、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う内燃機関の制御方法であって、

エンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置の組み合わせに応じた切換判定閾値をMAPとしてあらかじめ記憶部に記憶させる記憶ステップと、

前記エンジン回転速度、前記可変動弁機構の動作位置、および前記切換判定指標値を判定用パラメータとして読み取り、現在の運転領域を判定する運転領域判定ステップと、

前記運転領域判定ステップで読み取られた前記判定用パラメータに含まれている前記エンジン回転速度および前記可変動弁機構の動作位置に応じた切換判定閾値を、前記記憶ステップにより記憶された前記記憶部内の前記MAPから抽出する切換判定閾値抽出ステップと、

40

前記判定用パラメータに含まれている前記切換判定指標値と、前記切換判定閾値抽出ステップで抽出した前記切換判定閾値との比較結果に基づいて前記燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する選択切換制御ステップと

を備えることを特徴とする内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法に関し、特に、燃料制御に用いる吸入空気量の算出手段の改良に関する。

50

【背景技術】

【0002】

エンジンの筒内充填空気量を測定する従来からの方法として、吸入空気流量（以下「 Q_a 」という）をエアフローセンサ（以下「AFS」という）で検出して、その検出値から筒内充填空気量を演算する方式（以下「マスフロー方式」という）と、吸気管圧力センサで検出した吸気圧力とエンジン回転速度から筒内充填空気量＝推定吸入空気量（以下「推定 Q_a 」）を演算する方式（以下「スピードデンシティ方式」という）がある。

【0003】

前者のマスフロー方式は、定常運転状態にて吸入空気流量＝筒内充填空気量となるため、定常時の筒内充填空気量の測定精度が良いという利点がある。しかしながら、マスフロー方式で使用されるAFSのうち、特にブリッジ回路を用いて流量測定が行われている熱式のものは、燃焼室へ向かって流れる空気の量だけでなく、吸気脈動により発生する、逆向きの空気の量も同様に燃焼室に吸入される空気量として感知してしまう。

10

【0004】

このため、熱式のAFSは、吸気脈動が発生すると、その影響を直接受け、出力が実際の吸入空気量に対して大きくなる傾向がある。スロットル開度が小さい低負荷状態では、吸気脈動が生じても、これがAFSに到達するのを防ぐ壁としてスロットルバルブが働くため、この熱式AFSとしての出力誤差も比較的小さい。しかしながら、スロットル開度が大きい高負荷状態では、吸気脈動による出力誤差が無視できないものとなる。

【0005】

20

この時の吸気バルブの開閉に伴って発生する吸気脈動は、大きく開かれたスロットルバルブを介して容易にAFSに到達するようになる。このため、熱式AFSとしての上述した特性に起因して、その出力誤差が大きくなってしまい、いわゆる「跳ね上がり」が発生する。そして、この跳ね上がりが発生する領域では、本来、吸入している空気量に対してエアフローセンサの出力値が大きくなるため、燃料噴射量が増量し、所望の空燃比にて制御できなくなる。

【0006】

このようなAFS検出値の跳ね上がりが発生している領域では、真値ではない Q_a 値は使用できない。このため、従来より、跳ね上がり領域ではマスフロー方式からスピードデンシティ方式に切換えたり、スロットル開度とエンジン回転速度から筒内充填空気量を演算する方式に切換えたり、あるいは実 Q_a に脈動幅に応じた補正をかけたりして、 Q_a 値のズレに対応していた。

30

【0007】

このAFS検出誤差の問題に対応する手段の1つとして、『AFS検出値の最大値と最小値から差分値を算出して脈動域を検出し、差分値が所定の閾値を超えている場合、所定エンジン回転速度以下、所定スロットル開度以上、エンジン安定という条件を満たした場合、AFS測定値から（スロットル開度やエンジン回転速度や吸気管圧力に依存した）代替値に切換える』という方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0008】

つまり、AFSの脈動の発生を検出した場合には、AFSで検出した実 Q_a による燃料制御から、エンジン回転速度とスロットル開度もしくは吸気管圧力を元に推定した推定 Q_a に切換えて燃料制御を行う、という技術例である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平7-286550号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

50

近年、車両に搭載される内燃機関においては、吸気弁や排気弁のリフト量や開閉時期等のバルブ制御量を可変する可変動弁機構（以下「VVT」という）を設け、アクセル開度やエンジン運転状態に応じて吸気弁、排気弁のバルブ制御量を可変することで、吸入空気量を制御できるようにしたものがある。

【0011】

このVVTによる吸入空気量制御は、バルブのリフト量や開閉時期を変更することで、吸気通路をスロットルバルブで絞ることなく、吸入空気量を調整できる。このため、ポンピングロスを低減して燃費を向上させることができる利点がある。

【0012】

しかしながら、特許文献1は、脈動幅が所定の閾値を超えてから切換判定をするため、VVTを備えたエンジンでは、以下のような問題が発生する。VVTは、燃焼安定化のため、エンジンを始動してから所定温度以上となるまでは、VVTの進角量を小さくする、もしくは進角させない期間が存在する。通常のエンジン制御は、完全暖機状態を基本としているため、VVTは、進角している状態が基本である。

10

【0013】

つまり、VVTが進角している時の状態に合わせて燃料制御を実施することが基本となるが、VVTが進角している時と、進角していない時では、吸気脈動幅が同じでも、跳ね上がりの領域が異なる、という問題がある。この問題について、図9を用いて詳細に説明する。

【0014】

20

図9は、従来の内燃機関の制御装置における問題点を説明するためのタイムチャートである。より具体的には、(a) スロットル開度を徐々に大きくしていったときの(b) 推定Qa使用フラグ、(c) 脈動、(d) Qa、(e) A/Fの各状態を表す図である。

【0015】

(b)として示した「推定Qa使用フラグ」は、AFSで検出した実Qaによる燃料制御を実施中はOFF、推定Qaによる燃料制御を実施中はONとなるフラグである。(c)として示した「脈動」は、AFS出力波形の脈動の発生挙動を示したものである。

【0016】

(d)として示した「Qa」は、AFS出力波形の平均値を示したものであり、実線が跳ね上がり時のAFS出力値、破線が跳ね上がり時の吸入空気量の真値を表す。さらに、(e)として示した「A/F」は、空燃比(A/F)を表し、破線が理論空燃比、実線が実空燃比である。実空燃比が理論空燃比から外れた場合、排ガスの悪化、燃費の悪化が生じる。

30

【0017】

さらに、図9においては、VVT進角有りの場合を(ア)として、VVT進角無しの場合を(イ)として示している。(ア)と(イ)を比較すると、(ア)VVT進角有りの場合には、t2の時点で跳ね上がりが発生するのに対して、(イ)VVT進角無しの場合には、t1の時点で跳ね上がりが発生する。

【0018】

前述のように、通常のエンジン制御は、VVTが進角している状態を基本としている。このため、VVT進角有りで跳ね上がりが発生したt2の時点での脈動幅を基準として、実Qaと推定Qaの切換えを行う。

40

【0019】

(イ)VVT進角無しの場合は、t1の時点で跳ね上がりが発生するが、t1～t2間の脈動幅が小さく、t2の時点での脈動幅がVVT進角有り時の脈動幅と同じであった場合、(イ)VVT進角無しの場合も、実Qaから推定Qaに切替わるポイントはt2となる。この場合、(イ)VVTが進角無しの場合は、t1の時点で跳ね上がりが発生しているにも関わらず、推定Qa値に切り替わるt2に至るまでは、真値ではない実Qa値を使用してしまうことになる。

【0020】

50

そのため、このA F S検出値が跳ね上がる領域（ $t_1 \sim t_2$ 間）では、真値ではない Q_a 値を用いて燃料制御を実施することとなり、空燃比のズレによる燃費・排ガスの悪化が発生する。また、実 Q_a から推定 Q_a への切り替わり時である t_2 の時点では、実 Q_a 値と推定 Q_a 値の誤差に応じたA/F変動によるショックが発生する懸念がある。

【0021】

このように、従来技術では、マスフロー方式、VVTエンジンでの、A F S出力の跳ね上がりが発生する領域での、空燃比のズレによる燃費、排ガスの悪化や、実 Q_a から推定 Q_a への切り替わり時のショックが発生する懸念がある、という問題点があった。

【0022】

本発明は、前記のような課題を解決するためになされたものであり、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う際に、エアフローセンサ出力の跳ね上がりが発生する領域でも高精度な吸入空気量の算出を行うことのできる内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明に係る内燃機関の制御装置は、エアフローセンサの検出値に基づいて実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出部と、吸気管圧力およびエンジン回転速度に基づいて推定吸入空気量を算出する推定吸入空気量算出部と、燃料制御に用いる吸入空気量として、実吸入空気量算出部で算出された実吸入空気量と、推定吸入空気量算出部で算出された推定吸入空気量のいずれかを選択する燃料制御用吸入空気量選択部と、運転領域を特定できるパラメータに相当するスロットル開度を、燃料制御に用いる吸入空気量の切換タイミングを判断するための切換判定指標値として読み取るとともに、切換タイミングを判断するために用いられる切換判定閾値を求め、切換判定指標値と切換判定閾値との比較結果に基づいて燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する切換判定閾値算出部とを備え、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う内燃機関の制御装置であって、エンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置の組み合わせに応じた切換判定閾値をMAPとしてあらかじめ記憶する記憶部と、エンジン回転速度、可変動弁機構の動作位置、および切換判定指標値を判定用パラメータとして読み取り、現在の運転領域を判定する運転領域判定部とをさらに備え、切換判定閾値算出部は、運転領域判定部で読み取られた判定用パラメータに含まれているエンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置に応じた切換判定閾値を記憶部内のMAPから抽出し、判定用パラメータに含まれている切換判定指標値と抽出した切換判定閾値との比較結果に基づいて燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御するものである。

【0024】

また、本発明に係る内燃機関の制御方法は、エアフローセンサの検出値に基づいて実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出部と、吸気管圧力およびエンジン回転速度に基づいて推定吸入空気量を算出する推定吸入空気量算出部と、燃料制御に用いる吸入空気量として、実吸入空気量算出部で算出された実吸入空気量と、推定吸入空気量算出部で算出された推定吸入空気量のいずれかを選択する燃料制御用吸入空気量選択部と、運転領域を特定できるパラメータに相当するスロットル開度を、燃料制御に用いる吸入空気量の切換タイミングを判断するための切換判定指標値として読み取るとともに、切換タイミングを判断するために用いられる切換判定閾値を求め、切換判定指標値と切換判定閾値との比較結果に基づいて燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する切換判定閾値算出部とを備え、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う内燃機関の制御方法であって、エンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置の組み合わせに応じた切換判定閾値をMAPとしてあらかじめ記憶部に記憶させる記憶ステップと、エンジン回転速度、可変動弁機構の動作位置、および切換判定指標値を判定用パラメータとして読み取り、現在の運転領域を判定する運転領域判定ステップと、運転領域判定ステップで読み取られた判定用パラメータに含まれているエンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置に応じた切換判定閾値を、記憶ステップにより記憶された記憶部内のMAPから抽出する切換判定閾値抽出ステップと

10

20

30

40

50

、判定用パラメータに含まれている切換判定指標値と、切換判定閾値抽出ステップで抽出した切換判定閾値との比較結果に基づいて燃料制御用吸入空気量選択部を切換制御する選択切換制御ステップとを備えるものである。

【発明の効果】

【0025】

本発明に係る内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法によれば、実吸入空気量から推定吸入空気量への切換タイミングを判定するための切換閾値を、エンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置に応じて可変設定することにより、可変動弁機構を用いて吸入空気量の制御を行う際に、エアフローセンサ出力の跳ね上がりが発生する領域でも高精度な吸入空気量の算出を行うことのできる内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施の形態1におけるエンジン制御システムの全体構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1における電子制御ユニットの処理動作を示すシステム図である。

【図3】本発明の実施の形態1におけるECUで実行されるメインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態1におけるVVT進角量と切換判定閾値との関係を説明するための図である。

20

【図5】本発明の実施の形態1の内燃機関の制御装置における改善効果を示すタイムチャートである。

【図6】本発明の実施の形態1における体積効率補正係数MAPの軸変更時の効果説明図である。

【図7】本発明の実施の形態1におけるフィルタ処理の効果を説明するための図である。

【図8】本発明の実施の形態1における切換判定閾値のヒス設定についての説明図である。

【図9】従来の内燃機関の制御装置における問題点を説明するためのタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0027】

以下、本発明の内燃機関の制御装置および内燃機関の制御方法の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。

【0028】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1におけるエンジン制御システムの全体構成図である。本実施の形態1におけるエンジン制御システムは、エンジン1、ピストン2、燃焼室3、点火栓（点火プラグ）4、吸気弁5、排気弁6、吸気通路7、電子制御スロットル8、吸気管圧力センサ9、燃料噴射弁10、ECU（エンジンコントロールユニット）11、クランク角センサ12、熱線式エアフローセンサ13、スロットル開度センサ14、可変吸気動弁機構15、可変排気動弁機構16、および空燃比センサ（排出ガスセンサ）17を備えて構成されている。

40

【0029】

エンジン本体1の各気筒のピストン2により画成される燃焼室3には、点火栓4を囲むように、吸気弁5および排気弁6を制御する油圧駆動式の可変動弁機構（15、16）が設けられている。吸気通路7には、全気筒共通の集合部に電子制御スロットル8が設けられている。そして、吸気通路7のスロットルバルブ下流には、吸気管圧力センサ9が設けられ、吸気通路7には、各気筒毎の吸気ポート部分に電磁式の燃料噴射弁10が設けられている。

【0030】

50

吸気弁、排気弁、スロットルバルブ、インジェクタおよび点火コイルの動作は、ECU 11により制御される。このような制御を行うために、ECU 11には、エンジン回転に同期してクランク角信号を出力し、これによりクランク角位置とともにエンジン回転数 N_e を検出可能なクランク角センサ12（エンジン回転数検出部）、吸気通路のスロットルバルブ上流にて吸入空気量 Q_a を検出する熱線式のエアフローセンサ13、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ9（吸気管圧力検出部）、スロットルバルブの開度を検出するスロットル開度センサ14（スロットル開度検出部）等から信号が入力される。

【0031】

なお、本実施の形態1では、スロットルバルブとして電子制御スロットル8を挙げているが、アクセルペダルと連動した通常のスロットル弁でも構わない。

10

【0032】

このような図1におけるエンジン制御システムには、ポンプロス低減による燃費向上を目的として、吸気弁5および排気弁6の開閉時期を制御する油圧駆動式の可変吸気動弁機構15および可変排気動弁機構16が搭載されている。そして、吸気弁5および排気弁6の開閉時期は、最も熱効率の良いタイミングとなるように、ECU 11によって制御される。

【0033】

吸気弁5、排気弁6は、それぞれ、可変吸気動弁機構15（以下「吸気VVT」）、可変排気動弁機構16（以下「排気VVT」）、により駆動される。なお、VVTについては、バルブタイミングを変更するもの、バルブリフト量を変更するもの、その両方を備えたものなどが存在するが、本発明では、特にVVTの種類について限定する必要は無い。

20

【0034】

ECU 11は、燃料噴射弁10の燃料噴射時期、燃料噴射量を、エンジン運転条件に基づいて制御するが、燃料噴射量に関しては、基本的にはエアフローセンサ13により検出される吸入空気量 Q_a に基づいて、所望の空燃比となるように制御する。そして、ECU 11は、空燃比センサ17により検出した空燃比をフィードバック制御することで、理論空燃比となるよう、燃料噴射量の調整を行う。

【0035】

図2は、本発明の実施の形態1における電子制御ユニット（ECU 11）の処理動作を示すシステム図である。本実施の形態1におけるECU 11は、体積効率補正係数MAP記憶部M1、推定吸入空気量算出部M2、実吸入空気量算出部M3、燃料制御用吸入空気量選択部M4、燃料噴射量算出部M5、運転領域判定部M6、切換判定閾値算出部M7、切換判定閾値MAP記憶部M8、フィルタ処理部M9、およびヒステリシス処理部M10を備えて構成されている。

30

【0036】

次に、これらの個々の構成要素の動作、機能について説明する。体積効率補正係数MAP記憶部M1は、推定吸入空気量 Q_{apb} を算出するための体積効率補正係数MAP（以下「 $K_v_Q_{apb}$ 」）が格納されている記憶部である。この $K_v_Q_{apb}$ は、エンジン回転数速度、吸気管圧力、VVT動作位置（吸気、排気）に応じて異なる、燃焼室内に真に充填される空気量としての体積効率補正係数として記憶された、エンジン回転速度軸と大気圧比（吸気管圧力／大気圧）軸の2次元MAPである。

40

【0037】

この $K_v_Q_{apb}$ の値は、エンジン回転速度 N_e 、VVT動作位置（吸気、排気）を固定とし、負荷を変更した際の体積効率として計測される。エンジン回転速度 N_e とVVT動作位置を変更した種々の運転状態でデータ計測した結果として得られる $K_v_Q_{apb}$ が、体積効率補正係数MAP記憶部M1に記憶されている。

【0038】

推定吸入空気量 Q_{apb} の算出精度を向上させるためには、VVTの動作位置の組み合わせに応じて $K_v_Q_{apb}$ を複数面のMAPとして準備しておくが良い。例えば、吸気VVT、排気VVTの進角量を、それぞれ 10°CA 毎に固定し、 $0\sim 50^\circ\text{CA}$ まで駆動す

50

る V V T であれば、 $6 \times 6 = 36$ 面の M A P として $K_v_Q_{a P b}$ を準備しておく和良好的ことになる。

【0039】

推定吸入空気量算出部 M 2 は、推定吸入空気量 $Q_{a P b}$ を、下式 (1) を用いて、常時算出している。

$$Q_{a P b} = K_v_Q_{a P b} / (T_1 / (P_b \times V_h) \times R \times (A T + 273)) \quad (1)$$

【0040】

ここで、上式 (1) における $K_v_Q_{a P b}$ は、V V T 進角量に応じて異なる体積効率を補正する係数であり、V V T 進角量に応じて 3 ~ 36 面程度の M A P により、体積効率補正係数 M A P 記憶部 M 1 に記憶されている。また、上式 (1) における T_1 、 P_b 、 V_h 、 R 、 $A T$ は、それぞれクランク角信号によるクランク周期、吸気管圧力、エンジンシリンダ工程容積、空気ガス定数、吸気温を示す。

【0041】

上式 (1) は、必要に応じて各種補正を入れることで、吸気温などの環境変化に対応可能となっている。また、本設定 M A P の軸は、大気圧変化時に生じる吸気管圧力の変化にも対応できるように、エンジン回転速度、吸気管圧力と大気圧の比となっている。

【0042】

実吸入空気量算出部 M 3 は、実吸入空気量を算出する手段であり、A F S で検出した実 Q_a 値を、そのまま燃料演算に使用する。燃料制御用吸入空気量選択部 M 4 は、後述する切換判定閾値算出部 M 7 からの選択切換出力に基づいて、燃料制御に用いる吸入空気量として、実 Q_a あるいは推定 Q_a のいずれか一方を選択する。

【0043】

燃料噴射量算出部 M 5 は、燃料制御用吸入空気量選択部 M 4 で選択された吸入空気量を用いて、所望の燃料噴射量となるように、燃料噴射弁 10 への駆動信号を演算する。ここで、燃料噴射弁 10 の駆動信号は、噴射量に応じたパルス幅を有するパルス信号であり、このパルス幅に相当する時間、燃料噴射弁が開弁されて吸気通路 7 に燃料が噴射される。

【0044】

噴射信号のパルス幅、つまり燃料噴射時間は、エアフローセンサ 13 により検出された吸入空気量の検出値 Q_a の平均値 $Q_{a v e}$ と、クランク角センサ 12 によって検出されたエンジン回転速度 N_e とに基づいて算出される。なお、最終的な燃料噴射時間は、様々な係数により補正されるが、本発明の実施には影響が無いため、詳細な説明は省略する。

【0045】

運転領域判定部 M 6 は、エンジン回転速度 N_e 、スロットル開度、および V V T 動作位置 (吸気、排気) を判定用パラメータとして読み取り、この判定用パラメータから、現在の運転領域を判定する。この判定用パラメータのうち、エンジン回転速度 N_e および V V T 動作位置 (吸気、排気) は、切換判定閾値の選択に用いられる。また、この判定用パラメータのうち、スロットル開度は、切換判定指標値に相当し、切換判定閾値との比較に用いられる。

【0046】

そして、切換判定閾値算出部 M 7 は、運転領域判定部 M 6 で読み取られた判定用パラメータに含まれているエンジン回転速度および可変動弁機構の動作位置に応じた切換判定閾値を、切換判定閾値 M A P 記憶部 M 8 内の M A P から抽出する。さらに、切換判定閾値算出部 M 7 は、判定用パラメータに含まれている切換判定指標値 (スロットル開度等) が、抽出した切換判定閾値を越えているか否かを判定し、燃料制御用吸入空気量選択部 M 4 を切換制御する。

【0047】

切換判定閾値 M A P 記憶部 M 8 には、決められた運転状態で計測を行い、跳ね上がりが発生する領域を調査することで求めた切換判定閾値 (スロットル開度等) があらかじめ記憶されている。

【0048】

具体的には、エンジン回転速度、VVT動作位置（吸気、排気）を固定とし、吸気管圧力などの負荷を変更して跳ね上がり発生領域を確認しておくことで、燃料制御に用いる吸入空気量（実 Q_a または推定 Q_a ）を切り換えるための指標となる切換判定閾値を求めることとなる。

【0049】

なお、本実施の形態1における切換判定閾値は、AFSの吹き返しが発生する手前のスロットル開度として設定されているが、体積効率など、運転領域をある程度特定できるパラメータを閾値として設定しても良い。

【0050】

フィルタ処理部M9は、実 Q_a と推定 Q_a （ Q_{apb} ）との切換えを行う時に、切換後の吸入空気量に対してフィルタ処理を行う。フィルタ処理の詳細については、後述の図7にて詳細に説明する。

【0051】

ヒステリシス処理部M10は、実 Q_a と推定 Q_a （ Q_{apb} ）との切換判定閾値に対して、ヒステリシス特性を持たせる働きをする。ヒステリシス特性の設定については、後述の図8にて詳細に説明する。

【0052】

次に、本実施の形態1におけるECU11の一連処理について、フローチャートを用いて説明する。図3は、本発明の実施の形態1におけるECU11で実行されるメインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【0053】

まず始めに、ステップS1にて、ECU11内の運転領域判定部M6は、エンジン回転速度、吸気管圧力、VVT動作位置（吸気、排気）、スロットル開度などを判定用パラメータとして読み取り、読み取り結果を元に現在の運転領域を判定する。次に、ステップS2にて、ECU11内の実吸入空気量算出部M3は、AFSから実 Q_a を算出する。

【0054】

次に、ステップS3にて、ECU11内の推定吸入空気量算出部M2は、エンジン回転速度、吸気管圧力、VVT動作位置（吸気、排気）、および体積効率補正係数MAP記憶部M1に記憶された体積効率補正係数MAPから、推定 Q_a （ Q_{apb} ）を算出する。

【0055】

次に、ステップS4にて、ECU11内の切換判定閾値算出部M7は、運転領域の切換判定閾値を算出する。具体的な算出方法は、前述の図2の切換判定閾値算出部M7の説明と同じであるため、省略する。

【0056】

さらに、ステップS5にて、ECU11内の切換判定閾値算出部M7は、切換判定指標値であるスロットル開度の値が、判定用パラメータに応じて切換判定閾値MAP記憶部M8から抽出した切換判定閾値を超えているか否かを判断する。

【0057】

そして、切換判定閾値算出部M7は、切換判定指標値が切換判定閾値を越えていないと判断した場合には、AFSの跳ね上がりが無い領域であるので、ステップS6に進み、燃料制御用吸入空気量選択部M4により実 Q_a を選択することで、実 Q_a を用いて燃料制御を行う。

【0058】

一方、切換判定閾値算出部M7は、切換判定指標値が切換判定閾値を超えていると判断した場合には、AFSの跳ね上がりがある領域であるので、ステップS7に進み、燃料制御用吸入空気量選択部M4により推定 Q_a を選択することで、推定 Q_a を用いて燃料制御を行う。

【0059】

図4は、本発明の実施の形態1におけるVVT進角量と切換判定閾値との関係を説明す

10

20

30

40

50

るための図であり、切換判定閾値M A P記憶部M 8に記憶されている切換判定閾値M A Pのイメージ図に相当する。

【0060】

(ア)は、V V T進角量に応じた切換判定閾値の設定M A Pの例である。例えば、V V T進角量が、吸気側：0degCA、排気側：0degCAの時、エンジン回転速度に応じて吹き返しが発生する領域を調査し、吹き返しが発生する手前のスロットル開度（閾値判定指標値に相当）を閾値Aとして設定する。同様に、例えば、V V T進角量が、吸気側：20degCA、排気側：20degCAの時、エンジン回転速度に応じて吹き返しが発生する領域を調査し、吹き返しが発生する手前のスロットル開度を閾値Bとして設定する。

10

【0061】

V V T進角量により体積効率が変化し、跳ね上がりが発生する領域は異なる。このため、図4（イ）に示すように、同じNeでも、V V T進角量により切換判定閾値がA、Bのように、変化する。

【0062】

図5は、本発明の実施の形態1の内燃機関の制御装置における改善効果を示すタイムチャートであり、(a)～(e)は、先の図9に示した従来技術におけるタイムチャートと同様の項目を示している。図5（a）中のA、Bは、先の図4（イ）での切換判定閾値と同じポイントであることを示しており、Aは、V V T進角無しのケース、Bは、V V T進角有りのケースを示している。

20

【0063】

図5における（ア）V V T進角有りの場合には、切換判定閾値としてBの値が採用され、タイムチャートでのt4の時点のBポイントで、推定Qaへの切換が実施されることとなる。一方、図5における（イ）V V T進角無しの場合には、切換判定閾値としてAの値が採用され、タイムチャートでのt3の時点のAポイントで、推定Qaへの切換が実施されることとなる。

【0064】

この結果、V V T進角無しの場合も、切換判定閾値としてAを採用することで、跳ね上がりが発生する手前で推定Qaへの切換が実施される。このため、真値ではない実Qaによる燃料制御は実施されず、(e)に示すように、空燃比のズレを生じることがない。この結果、空燃比のズレによる燃費、排ガスの悪化を改善できる。

30

【0065】

図6は、本発明の実施の形態1における体積効率補正係数M A Pの軸変更時の効果説明図である。図6（ア）は、同じエンジン回転、同じV V T進角量で負荷を変更した時の体積効率補正係数の、標高毎の分布図である。Pb（吸気管圧力）軸の場合は、標高の差により体積効率補正係数の特性が変化してしまうため、推定QaPb値に対し、高地に対応すべく大気圧補正係数などの燃料補正を実施する必要がある。これは、標高の違いにより、同じスロットル開度でも、吸気管圧力が異なることが原因で発生する。

【0066】

これに対して、図6（イ）のように、 $K_v \text{---} Q_a P_b$ のM A PのPa軸を P_b / P_a （大気圧比）軸に変換することで、高地でも低地でも、体積効率補正係数は、ほぼ同等の特性が得られることを、実験結果から確認できた。この結果、 $K_v \text{---} Q_a P_b$ のM A PのPa軸を P_b / P_a （大気圧比）軸に変換することで、標高に応じた大気圧補正係数などの燃料補正がほぼ不要になり、適合工数の削減につながる。

40

【0067】

次に、フィルタ処理について、詳細に説明する。

推定値であるQaPbに、温度等の影響で誤差が発生した場合には、QaとQaPbの切り替わり時に吸入空気量が急変し、空燃比の変動や車体へのショックが発生する可能性がある。このような切り替わり時の問題を解決するため、本実施の形態1では、実際に制御に用いる空気量の値に、フィルタ処理を施す。具体的には、フィルタ処理部M9は、下

50

式(29)を用いて、フィルタ処理を実施する。

$$\text{吸入空気量 } Q_a Q = Q_a (n-1) \times XFLT + Q_a P b \times (1 - XFLT) \quad (2)$$

$Q_a Q$: 燃料制御用吸入空気量

$Q_a (n-1)$: AFS検出実吸入空気量の前回検出値

$XFLT$: フィルタ係数

$Q_a P b$: 推定吸入空気量

【0068】

図7は、本発明の実施の形態1におけるフィルタ処理の効果を説明するための図であり、実 Q_a と推定 Q_a の切替時のフィルタ処理の効果を表している。図7の横軸は、時間を表し、縦軸は、(ア)では空気量、(イ)では空燃比(A/F)、(ウ)では燃料噴射量のフィードバック補正係数をそれぞれ表す。

10

【0069】

実 Q_a に対する推定 Q_a ($Q_a P b$) が、なんらかの理由で誤差が生じていた場合には、実 Q_a から推定 Q_a ($Q_a P b$) への切替えが実施される図7(ア)の t_1 のタイミングで、フィルタ処理が無い場合には、空気量が突然変更されることになる。

【0070】

図7(ア)のように、実 Q_a よりも推定 Q_a ($Q_a P b$) のほうが小さい場合、切替時の空気量は、急減方向に変化する。空気量の急減により、空燃比(A/F)は、図7(イ)の実線で示すように、瞬時的にリーン方向(上方向)にズレが生じる。このとき、図7(ウ)に示す燃料噴射量を補正する燃料噴射量フィードバック補正係数は、燃料量を増量側に補正するため、上昇方向に変化する。これにより、図7(イ)の空燃比(A/F)は、目標空燃比に収束するように動く。

20

【0071】

このように、実 Q_a から推定 Q_a ($Q_a P b$) への切替えが実施されたタイミング t_1 では、空燃比がズレたまま継続されることは無いが、空燃比は、瞬時的にリーン方向にズレることになり、排ガスの悪化とともにショックが発生することもある。

【0072】

これに対して、実 Q_a と推定 Q_a ($Q_a P b$) の切替え時にフィルタ処理を実施した場合には、空気量、空燃比、燃料噴射量フィードバック補正係数は、それぞれ図7(ア)～(ウ)の破線で示すような挙動となる。すなわち、 $t_1 \sim t_2$ の間で、図7(ア)の空気量と、図7(ウ)の燃料噴射量フィードバック補正係数が、ともに段階的に変化することで、図7(イ)の空燃比(A/F)は、わずかに変動するだけで、排ガスの悪化を最小限に抑えることができ、ショックの発生も抑制できる。

30

【0073】

次に、ヒステリシス特性を持たせる効果について、詳細に説明する。なお、以下の説明においては、必要に応じて、ヒステリシス特性のことを、単に「ヒス」と記載する。

【0074】

本実施の形態1では、実 Q_a と推定 Q_a の切替判定用の閾値を、エンジン回転速度により可変設定としている。そのため、エンジン回転変動が発生した場合にも、切替判定用の閾値が変化することになり、閾値を連続してまたぐような現象(ハンチング)の発生による空燃比変動の発生が懸念される。そこで、このようなハンチングの発生を抑制すべく、切替判定閾値にヒステリシス特性を設ける。

40

【0075】

図8は、本発明の実施の形態1における切替判定閾値のヒス設定についての説明図である。図8(ア)は、ヒスが固定値である場合の図、図8(イ)は、ヒスが可変設定値である場合の図、そして図8(ウ)は、ヒスの可変設定を実現するための一例として、ヒスのテーブル化を示した表である。

【0076】

図8(ア)、(イ)の横軸は、エンジン回転速度、縦軸は、実 Q_a と推定 Q_a ($Q_a P b$) の切替判定閾値である。また、図8(ウ)の表は、図8(イ)のグラフに示すエンジ

50

ン回転速度、切換判定閾値、ヒス幅に対応した表となっている。

【0077】

まず始めに、図8（ア）を用いて、ヒス設定を固定値Xとした場合の問題点を説明する。実Qaと推定Qa（Qa Pb）の切換判定閾値にヒステリシスを設ける際に、切換判定閾値より所定値だけ小さい固定値にしてしまうと、Ne変動が生じやすい運転領域では、ヒステリシスをまたいでQaとQa Pbの切換ハンチングが発生する懸念がある。

【0078】

図8（ア）において、エンジン回転速度N1の時点では、切換判定閾値に対し、ヒステリシスの幅Xを超えないエンジン回転速度の変動幅は、Nw1の範囲である。これに対し、エンジン回転速度N2の時点では、切換判定閾値に対し、ヒステリシスの幅Xを超えないエンジン回転速度の変動幅は、Nw1の範囲よりも小さいNw2の範囲となる。

10

【0079】

このように、切換判定閾値の上昇度合が急設定となっているエンジン回転速度域では、少しの回転変動（グラフ横方向の振れ）が発生した場合でも、ヒステリシスを超えて、QaとQa Pbの切換ハンチングが発生する懸念がある。

【0080】

これに対して、図8（イ）は、ヒスを可変設定値とした場合の効果を示している。切換判定閾値が急変するような設定となっているエンジン回転速度N2では、ヒステリシスの幅をXよりも広いYに設定する。このように、切換判定閾値の上昇度合が急設定となっているエンジン回転速度域では、ヒステリシスの幅を広く設定できるよう、図8（ウ）の表のように、エンジン回転速度により切換判定閾値を可変設定するとともに、ヒステリシスも可変設定とする。こうすることで、エンジン回転変動が生じても、ヒステリシスを越えることを抑制でき、QaとQa Pbの切換ハンチングの発生を抑制できる。

20

【0081】

以上のように、実施の形態1によれば、実Qaから推定Qaへの切換え判定閾値を、エンジン回転速度やVVT動作位置により可変設定としている。これにより、VVTの動作位置に関わらず、跳ね上がりが発生しない（跳ね上がりが発生する少し手前の）運転領域を切換判定の閾値として設定することができる。この結果、実Qaから推定Qaへの制御切換時の空燃比のズレによる燃費、排ガスの悪化を改善できる効果を得ることができる。

【0082】

30

さらに、実Qaと推定Qaの切換え時にフィルタ処理を施すことで、実Qaと推定Qa切換時のA/F急変やショックを防止することができる。さらに、実Qaから推定Qaへの切換え判定閾値のヒステリシスを、エンジン回転速度に応じて可変設定としている。これにより、エンジン回転変動が生じやすい運転領域でも、実Qaと推定Qaの切換ハンチングを防止できる。

【0083】

さらに、体積効率補正係数MAPのPa軸をPb/Pa（大気圧比）軸に変換して推定吸入空気量を算出することで、標高に応じた大気圧補正係数などの燃料補正がほぼ不要になり、適合工数の削減につながる。

【0084】

40

なお、上述した実施の形態では、VVTの進角量に応じて実Qaと推定Qaの切換判定閾値を設定する場合について説明したが、本発明は、このような場合に限定されるものではない。例えば、VVTの進角量ではなく、バルブリフト量に応じて切換判定閾値を設定してもよく、また、VVTの進角量とバルブリフト量との組み合わせに応じて切換判定閾値を設定してもよく、同様の効果を得ることができる。

【0085】

また、上述した実施の形態では、可変動弁機構として、可変吸気動弁機構および可変排気動弁機構の両方を備えている場合について説明したが、本発明は、このような場合に限定されるものではない。可変動弁機構として、可変吸気動弁機構および可変排気動弁機構のいずれか一方を備えた構成であっても、本発明の効果を得ることができる。

50

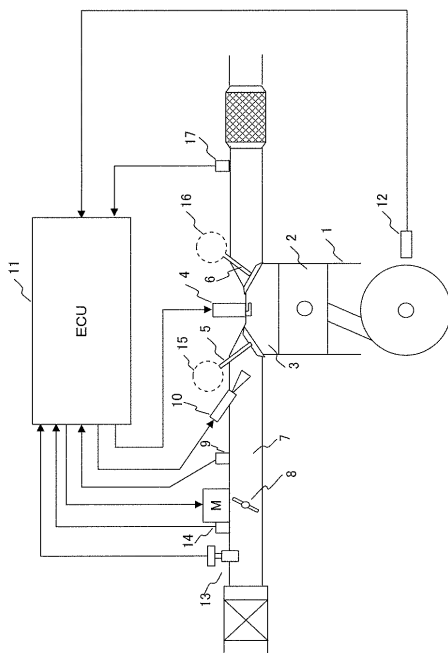
【符号の説明】

【0086】

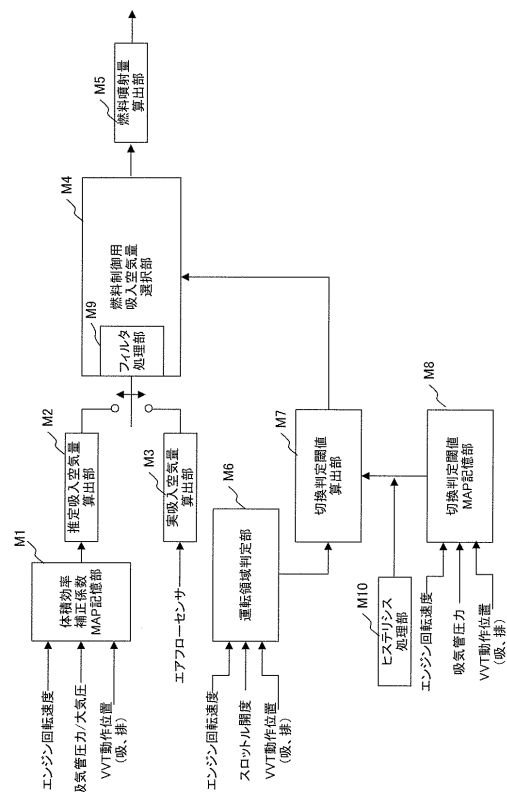
1 エンジン、2 ピストン、3 燃焼室、4 点火栓（点火プラグ）、5 吸気弁、6 排気弁、7 吸気通路、8 電子制御スロットル、9 吸気管圧力センサ、10 燃料噴射弁、11 ECU（エンジンコントロールユニット）、12 クランク角センサ、13 熱線式エアフローセンサ、14 スロットル開度センサ、15 可変吸気動弁機構、16 可変排気動弁機構、17 空燃比センサ（排出ガスセンサ）、M1 体積効率補正係数MAP記憶部、M2 推定吸入空気量算出部、M3 実吸入空気量算出部、M4 燃料制御用吸入空気量選択部、M5 燃料噴射量算出部、M6 運転領域判定部、M7 切換判定閾値算出部、M8 切換判定閾値MAP記憶部、M9 フィルタ処理部、M10 ヒステリシス処理部。

10

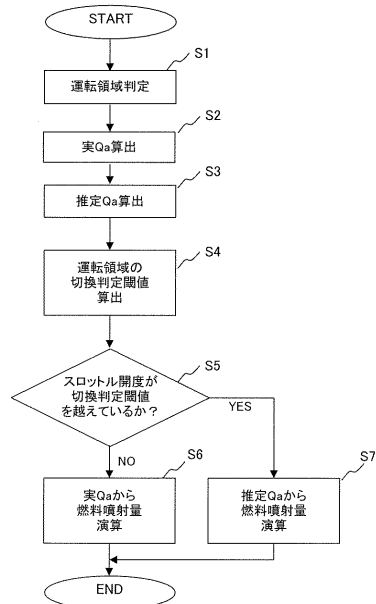
【図1】



【図2】



【図 3】

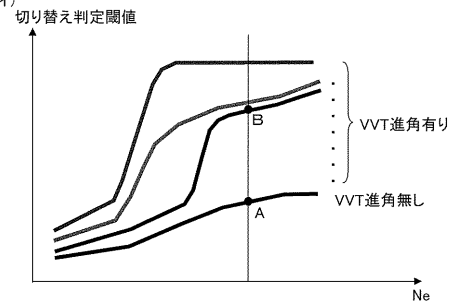


【図 4】

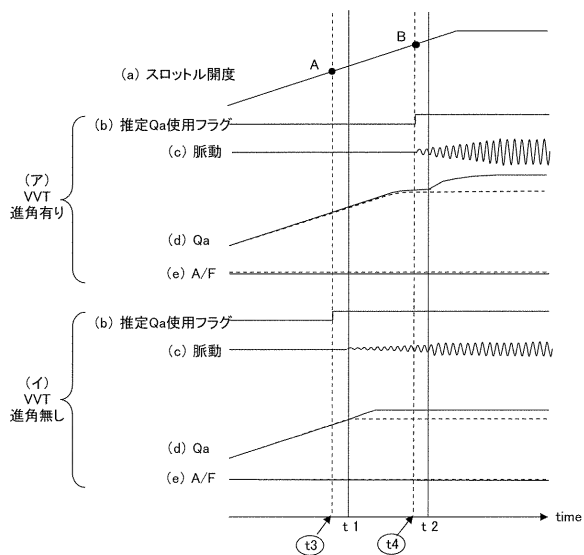
(ア)

VVT EX	50	....	....	....	....	....	....
	40	....	....	....	....	....	....
	30	....	....	....	....	....	....
	20	....	....		....	....	....
	10	....	....	....	....	....	....
	0		....	....	....	....	....
		0	10	20	30	40	50
		VVT IN					

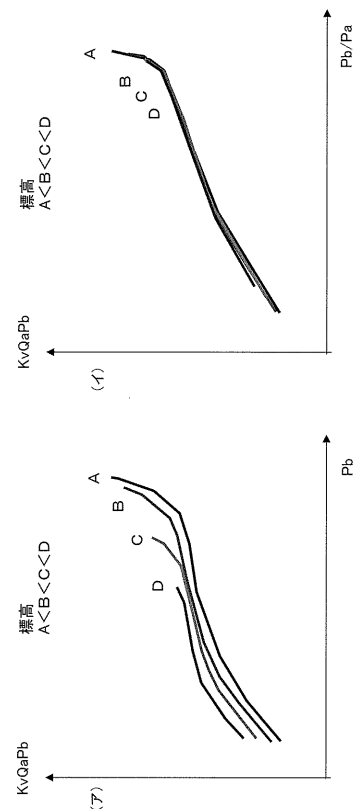
(イ)



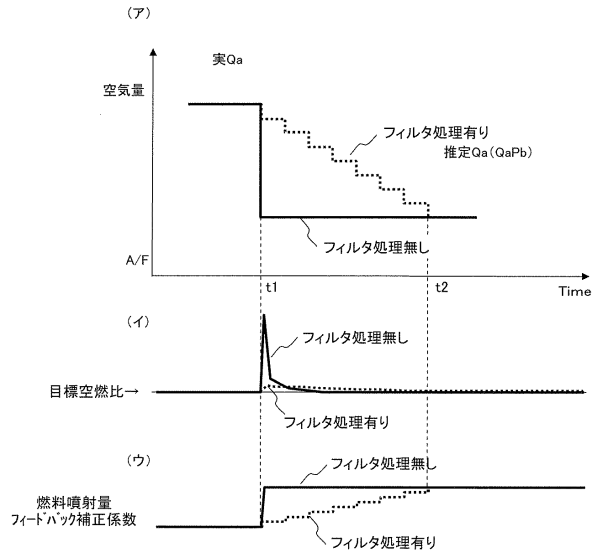
【図 5】



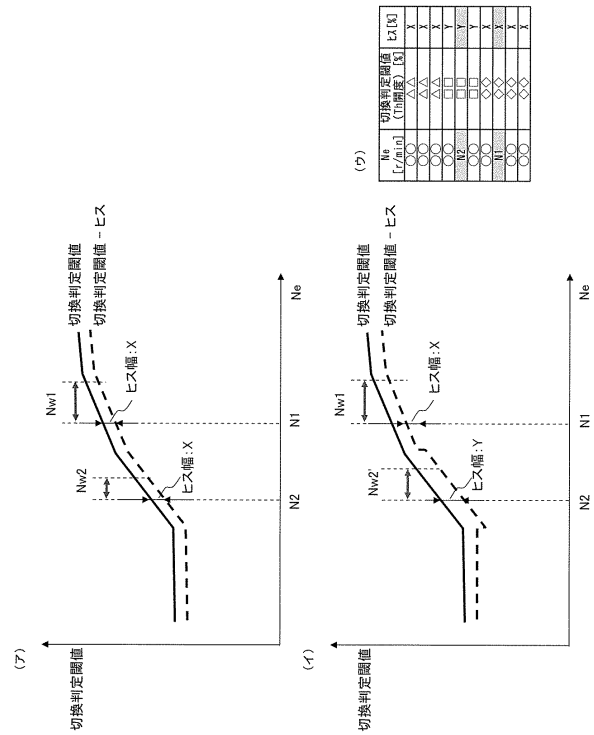
【図 6】



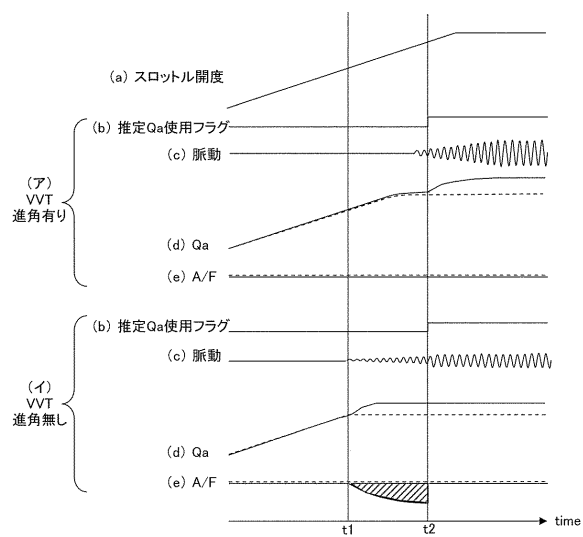
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 13/02 G

(74)代理人 100161115

弁理士 飯野 智史

(72)発明者 橘 健

兵庫県神戸市兵庫区浜山通六丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内

(72)発明者 下川 大輔

兵庫県神戸市兵庫区浜山通六丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内

審査官 星名 真幸

(56)参考文献 特開2012-017709 (JP, A)
特開2011-149290 (JP, A)
特開2005-315161 (JP, A)
特開2007-100509 (JP, A)
特開2010-209840 (JP, A)
特開平05-231211 (JP, A)
特開2006-022708 (JP, A)
特開2008-196338 (JP, A)
特開平11-036970 (JP, A)
特開2012-002204 (JP, A)
特開平11-036994 (JP, A)
特開平11-036993 (JP, A)
特開平11-036949 (JP, A)
特開昭62-168939 (JP, A)
特開昭60-187725 (JP, A)
特開平03-115751 (JP, A)
特開平03-115756 (JP, A)
特開昭63-001731 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D 43/00-45/00

F 0 2 D 41/00-41/40

F 0 2 D 13/00-28/00