

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4602383号
(P4602383)

(45) 発行日 平成22年12月22日(2010.12.22)

(24) 登録日 平成22年10月8日 (2010.10.8)

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-210956 (P2007-210956)
(22) 出願日	平成19年8月13日 (2007. 8. 13)
(62) 分割の表示	特願2003-116054 (P2003-116054) の分割
原出願日	平成15年4月21日 (2003. 4. 21)
(65) 公開番号	特開2007-321767 (P2007-321767A)
(43) 公開日	平成19年12月13日 (2007. 12. 13)
審査請求日	平成19年9月11日 (2007. 9. 11)

(73) 特許権者 509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場2520番地

(74) 代理人 100091096
弁理士 平木 祐輔

(72) 発明者 吉田 敬
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所 日立研究所内

(72) 発明者 助川 義寛
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可変動弁式内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一つの気筒毎に複数個の吸気ポートとその各吸気ポートを個別に開閉する吸気バルブを有し、該吸気バルブのリフト量又は開弁期間の少なくとも何れか一方を連続的に可変設定する可変動弁機構を備え、該吸気バルブにより吸入空気量の制御を行う可変動弁式内燃機関において、

前記複数個の吸気ポートを個別に開閉する複数個の吸気バルブは、第1の吸気バルブと第2の吸気バルブを含み、

前記吸入空気量に基づいた複数の吸気バルブの制御モード中の最も空気量が大きい高空気量領域の制御モードにおいて、該高空気量領域中を空気量により二つに分割した低い空気量の領域では、前記第2の吸気バルブのリフト量又は開弁期間及び位相を操作して、前記第2の吸気バルブを通過する空気量が、要求空気量から前記第1の吸気バルブを通過する空気量を減じた差分となるように制御することを特徴とする可変動弁式内燃機関の制御装置。

【請求項2】

請求項 1 に記載された可変動弁式内燃機関の制御装置において、

前記第1の吸気バルブには、予め定められたリフト量及び開弁期間を与え、

前記差分は、要求空気量から前記予め定められたリフト量及び開弁期間が与えられた時の前記第1の吸気バルブを通過する空気量を減じたものであることを特徴とする可変動弁式内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

一つの気筒毎に複数個の吸気ポートとその各吸気ポートを個別に開閉する吸気バルブを有し、該吸気バルブのリフト量又は開弁期間の少なくとも何れか一方を連続的に可変設定する可変動弁機構を備え、該吸気バルブにより吸入空気量の制御を行う可変動弁式内燃機関において、

前記複数個の吸気ポートを個別に開閉する複数個の吸気バルブは、第1の吸気バルブと、バルブシート径が該第1の吸気バルブより大きい第2の吸気バルブを含み、

前記吸入空気量の制御は、

前記第1の吸気バルブのみで空気量を制御する第1のモードと、

前記第2の吸気バルブのみで空気量を制御する第2のモードと、

10

前記第1の吸気バルブに予め定められたリフト量及び開弁期間を与えて、前記第2の吸気バルブのリフト量又は開弁期間及び位相を操作して、前記第2の吸気バルブを通過する空気量が、要求空気量から前記第1の吸気バルブを通過する空気量を減じた差分となるように制御する第3のモードと、

前記第2の吸気バルブのリフト量及び開弁期間を最大に保持しつつ、第1の吸気バルブで空気量を制御する第4のモードと、

を備えたことを特徴とする可変動弁式内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項3に記載された可変動弁式内燃機関の制御装置において、

前記第1のモードから前記第2のモードに切換わる過渡期間において、前記第1の吸気バルブのリフト量及び開弁期間が最大に達すると、前記第1の吸気バルブの開口面積を減少させると共に同期して前記第2の吸気バルブの開口面積を増加させることを特徴とする可変動弁式内燃機関の制御装置。

20

【請求項 5】

請求項3又は4に記載された可変動弁式内燃機関の制御装置において、

前記第2のモードから前記第3のモードに切換わる過渡期間において、前記第2の吸気バルブのリフト量及び開弁期間が最大に達すると、前記第2の吸気バルブの開口面積を減少させると共に同期して前記第1の吸気バルブの開口面積を増加させることを特徴とする可変動弁式内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の車両で使用される可変動弁式内燃機関及び制御方法に関し、特に、吸気バルブのリフト量、開弁期間を連続的に制御することにより吸入空気量制御を行う可変動弁式内燃機関及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車用内燃機関の燃費低減を目的として、リフト量、開弁期間を可変設定できる吸気バルブによって吸入空気量制御を行う可変動弁式内燃機関が普及しつつある。可変動弁式内燃機関として、一つの気筒毎に二つの吸気ポートとその各吸気ポートを個別に開閉する吸気バルブを有し、内燃機関の低回転領域においては、一方の吸気バルブをエンジン負荷の高低にかかわらず閉弁固定し、他方の吸気バルブのリフト量、開弁期間の少なくとも一方をエンジン負荷の増大に対応して連続して徐々に大きくすることにより、吸入空気量制御を行い、同時に燃焼室内のスワール制御を行うものがある（例えば、特許文献1）。

40

【0003】

【特許文献1】特開平7-332045号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

特許文献1に示されているような従来の可変動弁式内燃機関では、エンジン低回転数運転域で、一部の吸気バルブの休止制御を行うため、低回転高負荷領域において吸入空気量が不足すると考えられる。

【0005】

また、従来の可変動弁式内燃機関では、低吸入空気量領域での吸気バルブのリフト量、開弁期間のばらつき（誤差）による吸入空気量のばらつきを低減することの考慮がなされていない。吸入空気量のばらつき、特に、低吸入空気量領域の吸入空気量のばらつきは、混合気（燃料・空気）の空燃比の制御精度を大きく低下し、エンジン性能を悪化する。

【0006】

本発明は、上述の如き問題点を解消するためになされたもので、その目的とするところは、吸気バルブのリフト量や開弁期間を連続的に制御することにより吸入空気量制御を行うことができる可変動弁機構付きの内燃機関において、吸入空気量が不足する虞れがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減して高精度な吸入空気量制御を行うことができる可変動弁式内燃機関及び制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的を達成するために、本発明による可変動弁式内燃機関は、一つの気筒毎に複数個の吸気ポートとその各吸気ポートを個別に開閉する吸気バルブを有し、吸気バルブのリフト量あるいは開弁期間の少なくとも何れか一方を連続的に可変設定する可変動弁機構を備え、吸気バルブにより吸入空気量の制御を行う可変動弁式内燃機関において、一つの気筒における前記複数個の吸気バルブのリフト量あるいは開弁期間の少なくとも何れか一方が各吸気バルブ毎に各々個別に可変設定可能に構成され、内燃機関の吸入空気量等の運転状態に応じて一つの気筒における前記複数個の吸気バルブの動作モードをそれぞれ独立に設定制御する制御手段を有する。

【0008】

この発明による可変動弁式内燃機関によれば、一つの気筒における複数個の吸気バルブの動作モード（リフト量あるいは／および開弁期間）が制御手段によって内燃機関の運転状態に応じてそれぞれ独立に設定され、各吸気バルブ毎の動作モードの適正設定により、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することが可能になる。

【0009】

本発明による可変動弁式内燃機関では、前記制御手段は、低空気量領域においては、一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブのうちの少なくとも1つの吸気バルブの休止を行い、中、高空気量領域においては、低空気量領域において作動させた吸気バルブおよびその他の吸気バルブを作動させる。これにより、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが低減する。

【0010】

本発明による可変動弁式内燃機関は、一つの気筒に設けられた複数個の吸気ポートおよびそれに対応する吸気バルブの径が異なる。この場合、前記制御手段は、低空気量領域では、一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブのうち、径の大きい方の吸気バルブを休止させ、中、高空気量領域では、一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブの全てを作動させる。これにより、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが低減する。

【0011】

また、前記制御手段は、中空気量領域では、一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブのうち、径の大きい方の吸気バルブを作動させ、径の小さい方の吸気バルブの休止を行い、高空気量領域では、一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブの全てを作動させる。これにより、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが低減する。

【0012】

10

20

30

40

50

また、前記制御手段は、低空気量領域から高空気量領域に移る過渡時には、低空気量領域において作動させる吸気バルブによる吸入空気量を過渡変化中に低下させると共に、中、高空気量領域において作動させる吸気バルブによる吸入空気量を過渡変化中に増加させ、これとは、反対に、高空気量領域から低空気量領域に移る過渡時には、中、高空気量領域において作動させる吸気バルブによる吸入空気量を過渡変化中に低下させると共に、低空気量領域において作動させる吸気バルブによる吸入空気量を過渡変化中に増加させる。これにより、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが低減する。

【0013】

また、前記制御手段は、低空気量領域において作動させる吸気バルブから高空気量領域において作動させる吸気バルブに作動させるバルブを切り換える際に、後者の最小吸入空気量が前者の最大吸入空気量以上とする。

【0014】

また、前記制御手段は、低空気量領域から中～高空気量領域に移る過渡変化時において、過渡変化前の運転状態およびドライバが意図する過渡変化後の運転状態に応じて、低空気量領域において作動させる吸気バルブを通過する空気量の低下幅を変化させることもでき、過渡変化前の運転状態およびドライバが意図する過渡運転に適合した過渡特性が得られる。

【0015】

また、本発明による可変動弁式内燃機関は、過渡変化前の運転状態およびドライバが意図する過渡変化後の運転状態に応じて、低負荷運転領域において作動させる吸気バルブを通過する空気量を過渡変化する前に比べて低下させると共に、高負荷運転領域において作動させる吸気バルブを通過する空気量を過渡変化する前に比べて増加させることを禁止する。

【0016】

また、本発明による可変動弁式内燃機関は、低空気量領域では吸気バルブ上流に負圧を発生させる手段を有し、低空気量領域では一つの気筒に設けられた前記複数個の吸気バルブのうち、一つの吸気バルブにより吸入空気量制御を行う。これにより、低空気量領域では吸気バルブのリフト量、開弁期間を拡大でき、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが、より一層低減する。

【0017】

また、本発明による可変動弁式内燃機関は、一つの気筒に配設された前記複数個の吸気ポートの各々に個別に燃料噴射を行う燃料噴射弁を有し、前記複数個の吸気ポートへのそれぞれの燃料噴射量が一つの気筒に設けられた吸気バルブを通過するそれぞれの空気量により決定される。これにより、複数個の吸気ポートにおける混合気の生成が不均一になることがない。

【0018】

また、上述の目的を達成するために、本発明による可変動弁式内燃機関の制御方法は、一つの気筒毎に複数個の吸気ポートとその各吸気ポートを個別に開閉する吸気バルブを有し、吸気バルブのリフト量あるいは開弁期間の少なくとも何れか一方を連続的に可変設定する可変動弁機構を備え、吸気バルブにより吸入空気量の制御を行う可変動弁式内燃機関の制御方法において、一つの気筒における前記複数個の吸気バルブのリフト量あるいは開弁期間の少なくとも何れか一方を、内燃機関の運転状態に応じてそれぞれ個別に制御する。

【0019】

この発明による可変動弁式内燃機関の制御方法によれば、一つの気筒における複数個の吸気バルブの動作モード（リフト量あるいは／および開弁期間）が制御手段によって内燃機関の運転状態に応じてそれぞれ独立に設定され、各吸気バルブ毎の動作モードの適正設定により、吸入空気量不足が生じることがなく、リフト量、開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することが可能になる。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0020】

以上の説明から理解される如く、この発明による可変動弁式内燃機関及び制御方法によれば、一つの気筒に設けられた複数個の吸気バルブの動作モードをエンジンの運転領域により個々に変更することにより、吸気バルブのリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することができ、吸入空気量のばらつきに起因する混合気の空燃比の制御精度の低下を解消し、エンジン性能の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下に添付の図を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。

10

(実施形態1)

図1は本発明による可変動弁式内燃機関の実施形態1を示している。可変動弁式内燃機関100は、自動車用ガソリンエンジンであり、シリンダーブロック1に形成されたシリンダーホルダ3内にピストン4を往復運動可能に有する。ピストン4はコネクティングロッド2によって図示しないクランク機構に連結されている。シリンダーブロック1の上部にはシリンダーヘッド5が取り付けられている。シリンダーヘッド5はピストン4との間に燃焼室6を画定している。なお、図1では、一つの気筒(燃焼室6)のみを示しているが、通常、自動車用ガソリンエンジンは、4気筒、6気筒等の多気筒エンジンである。

【0022】

シリンダーヘッド5には、吸気ポート11、排気ポート21が形成されている。また、シリンダーヘッド5には、火花点火用の点火プラグ9が取り付けられていると共に、吸気ポート11を開閉する吸気バルブ7、排気ポート21を開閉する排気バルブ8が各々取り付けられている。吸気ポート11、排気ポート21、吸気ポート11を開閉する吸気バルブ7、排気ポート21を開閉する排気バルブ8は、各気筒毎に2個設けられている(図2参照)。

20

【0023】

吸気バルブ7には、リフト量、開弁期間および位相を連続的に変更可能とする可変動弁機構10が設けられている。吸気バルブ7の上流側には吸気ポート11へ燃料を噴射する燃料噴射弁12が取り付けられている。

【0024】

30

内燃機関100は、ピストン4の往復動作(吸気行程)によって負圧となる燃焼室6に吸気ポート11より空気を吸入する。燃料噴射弁12より吸気ポート11に噴射された燃料は、燃焼室6に吸入される吸入空気と共に燃焼室6に吸入される。

【0025】

燃焼室6内に吸入された燃料は、燃焼室6内に吸入された空気と混合し、点火プラグ9により点火され、燃焼する。燃焼室6の既燃焼ガス、すなわち排気ガスはピストン4の往復動作(排気行程)によって排気ポート21から燃焼室6外に排出される。

【0026】

コントロールユニット13は、コンピュータ式のものであり、エンジン制御部16、可変動弁制御部17、インジェクタ駆動回路18および変速機制御部19などを含み、各種のセンサの出力信号から内燃機関100の運転状態を検出し、その検出結果に応じて内燃機関100に装着されている可変動弁機構10、燃料噴射弁12、点火プラグ9を制御する。

40

【0027】

コントロールユニット13に各種センサからの入力される信号を以下に示す。本実施形態では、クランク角、気筒判別信号、スロットル開度、アクセルペダル踏量、ブレーキペダル踏量、吸気温度、吸入空気量、水温、排気温度、排気酸素濃度が、コントロールユニット13に入力される。図中には、吸入空気量センサ14、スロットル開度センサ15のみを示してある。

【0028】

50

各気筒に対する燃料噴射および点火時期はコントロールユニット13により制御され、噴射パルス信号および点火信号は、コントロールユニット13において演算処理され、噴射および点火時期を制御している。

【0029】

本実施形態の内燃機関100では、ポンプ損失低減による燃費向上を目的として、可変動弁機構10を備えた吸気バルブ7を用いることにより、吸入空気量制御を行うことができる。可変動弁機構10を備えた吸気バルブ7を用いて吸入空気量制御を行う際、部分負荷運転領域において、吸気バルブ7のリフト量および開弁期間を連続的に可変することにより、吸入空気量を制御している。ポンプ損失が最も大きく発生するのは、従来、スロットルが全閉状態となるアイドル運転領域であるため、本実施形態に記載の可変動弁機構を用いることにより、最も燃費低減効果が得られるのはアイドル運転領域である。

10

【0030】

しかし、可変動弁機構でアイドル運転を行うためには吸気バルブのリフト量および開弁期間が極めて小さくする必要が生じるため、吸気バルブのリフト量および開弁期間のばらつきによるサイクル毎の吸入空気量のばらつきおよび気筒間の吸入空気量のばらつきが発生する。

【0031】

そこで、本実施形態では、一つの気筒に設けられた2個の吸気バルブそれぞれのバルブシート径を異なるように構成している。図2にシリンダヘッド5をピストン4側から見たものを示す。本実施形態では、吸気ポート11aのバルブシート径の小さい吸気バルブ7aと、吸気ポート11bのバルブシート径の大きい吸気バルブ7bを有する構成としている。

20

【0032】

さらには、可変動弁機構10は、一つの気筒における吸気バルブ7a、7bのリフト量、開弁期間を各々個別に可変設定可能に構成されている。この可変動弁機構10の制御手段であるコントロールユニット13の可変動弁制御部17は、内燃機関100の運転状態に応じて一つの気筒における吸気バルブ7a、7bの動作モードをそれぞれ独立に設定制御する。ここで云う吸気バルブ7a、7bの動作モードとは、リフト量、開弁期間、位相の組合せを意味する。

【0033】

30

図3は、本実施形態の可変動弁式内燃機関の吸気バルブ7a、7bの作動モードを示したものである。図3(a)は、トルクとエンジン回転数とにより決まる低～高空気量領域(A)～(D)の分布例を示している。本実施形態での空気量(吸入空気量)は、エンジン1サイクル中に吸入される空気量を意味している。

【0034】

具体的には、低空気量領域(A)では、図3(b)に示すように、吸気バルブ7bをゼロリフトとし、吸気バルブ7aのリフト量、開弁期間および位相を可変設定することにより空気量制御を行う。中空気量領域(B)では、図3(c)に示すように、吸気バルブ7aをゼロリフトとし、吸気バルブ7bのリフト量、開弁期間および位相を可変設定することにより空気量制御を行う。高空気量領域(C)、(D)では、図3(d)、(e)に示すように、吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bの両方のリフト量、開弁期間および位相を可変設定することにより吸入空気量制御を行う。

40

【0035】

高空気量領域における比較的空気量が小さい領域(C)では、吸気バルブ7bのリフト量および開弁期間をフルリフト状態よりも小さくすると共に位相を変化させることで吸入空気量を小さくし、吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間を大きくすると共に位相を変化させ、要求空気量と吸気バルブ7bを通過する空気量の差分が吸気バルブ7aを通過して燃焼室6に供給されるよう制御する。

【0036】

図2に示されている実施形態では、吸気バルブが2個としてあるが、吸気バルブが3個

50

であっても構わない。吸気バルブが3個の場合には、バルブシート径の最も小さい吸気バルブを7a、それ以外の2個の吸気バルブを大径の吸気バルブ7bとすればよい。

【0037】

上述したように、本実施形態では、低空気量領域(A)においては、小径の吸気バルブ7aのみで吸入空気量制御を行うので、一つの気筒に設けられた複数個の吸気バルブそれを同様に制御して吸入空気量制御を行った場合に比べ、要求吸入空気量に適合する開口面積を確保するためのリフト量および開弁期間を拡大する必要がある。ここで云う開口面積は、1行程毎の単位時間当たりのポート開口面積である。

【0038】

これにより、図4に示すように、低空気量領域(A)における吸気バルブリフト量および開弁期間のばらつきによる空気量のばらつきを低減することができる。これは、吸気バルブ7aのポート径が小さいので、リフト量、開弁期間のばらつき量に対する吸入空気量のばらつきの比率が小さいことを意味する。なお、図4中のリフトばらつき量は目標リフトからのはらつきを表し、吸入空気量のはらつきは目標空気量からのばらつきを表している。

10

【0039】

吸気バルブ7aのみで吸入空気量制御を行う低空気量領域(A)では、各エンジン回転数において吸気バルブ7aをフルリフトとした場合の空気量により決定される。なお、低空気量領域(A)では、吸気バルブ上流に設けられたスロットルを閉じることで、吸気管内に負圧を与えて吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間を拡大してもよい。これは、吸気管内に充満する空気量が減少するため、吸気バルブ7aの開口面積を拡大して空気量を確保する必要が生じるためである。

20

【0040】

中空気量領域(B)では、吸気バルブ7bのみで空気量制御を行うので、吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bの両バルブを作動させた場合に比べ、要求吸入空気量に適合する吸気バルブ7bの開口面積を確保するためにリフト量および開弁期間を拡大する必要がある。これにより、中空気量領域(B)における吸気バルブ7bのリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することができる。

【0041】

中空気量領域(B)で、吸気バルブ7aと吸気バルブ7bの両方を動作させない理由は、吸気バルブ7aをゼロリフトとすることにより、吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のはらつきが加算されることを排除するためである。

30

【0042】

吸気バルブ7bのみで吸入空気量制御を行う中空気量領域(B)は、各エンジン回転数において吸気バルブ7bをフルリフトとした場合の空気量により決定される。

【0043】

高空気量領域(C)、(D)では、吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bの両方を作動させ、吸入空気量の確保を図る。高空気量領域において比較的空気量が小さい領域(C)では、吸気バルブ7bのリフト量および開弁期間を最大に保持しながら吸気バルブ7aをゼロリフトからリフト量および開弁期間を拡大した場合、吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間のばらつきにより空気量にはらつきが発生する。

40

【0044】

そこで、エンジン回転数により吸気バルブ7bを通過する空気量のはらつきが許容範囲内となるリフト量および開弁期間を与えた場合の吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間を予め定めておき、高空気量領域において比較的空気量が小さい領域(C)では、吸気バルブ7aに予め定められたリフト量および開弁期間を与え、要求空気量からの吸気バルブ7aを通過する空気量の差分を吸気バルブ7bのリフト量、開弁期間および位相を制御することにより与えることができる。

【0045】

次に、本実施形態での過渡時における制御について図5を用いて説明する。ドライバ意

50

図に応じてコントロールユニット 13 により図 5 (a) に示すようにエンジン回転およびトルクの様々な変化が発生する。

【0046】

図 5 (a) において目標空気量領域 (A) から (B) に変化する場合には、図 5 (b) に示されているように、まず、吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間を増加させることにより、開口面積の増加を図る。吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間が構成上の最大値に達し、吸気バルブ 7a のみを作動させた場合に得られる最大の空気量に達すると、過渡変化中に、吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間を減少させると共に、これに同期して吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間を増加させて開口面積を増加させる。吸気バルブ 7b の開口面積の目標値は、ドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。最終的に吸気バルブ 7a の開口面積をゼロとする。

10

【0047】

この制御を行う理由は以下のとおりである。吸気バルブ 7a の開口面積を最大値に保持したまま吸気バルブ 7b の開口面積を増加させるように制御を行うとすると、吸気バルブ 7a のみを作動させた場合に得られる最大の空気量から僅かに大きい空気量が目標である場合、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間を微小に増加させて開口面積を増加させる必要が生じるため、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが発生する。

【0048】

そこで、本実施形態では、吸気バルブ 7a の開口面積を減少させることによって、空気量確保のために吸気バルブ 7b の開口面積を増加させる必要を生じさせている。この制御により、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間を拡大する事が可能となるため、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することができる。

20

【0049】

最終的に吸気バルブ 7a の開口面積をゼロとすることにより、吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを完全に排除することができる。なお、吸気バルブ 7a の開口面積をゼロとせずとも構わない。その場合には、吸気バルブ 7a および吸気バルブ 7b の開口面積の目標値は、ドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。

30

【0050】

また、低空気量領域から中空気量領域に移る過渡変化時において、過渡変化前の運転状態およびドライバが意図する過渡変化後の運転状態に応じて、低空気量領域において作動させる吸気バルブ 7a を通過する空気量の低下幅を変化させることもできる。

【0051】

図 5 (a) において目標空気量領域 (B) から (C) に変化する場合には、図 5 (c) に示されているように、まず、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間を増加させることにより、開口面積の増加を図る。吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間が構成上の最大値に達し、吸気バルブ 7b のみを作動させた場合に得られる最大の空気量に達すると、過渡変化中に、吸気バルブ 7b のリフト量および開弁期間を減少させると共に、これに同期して吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間を増加させて開口面積を増加させる。吸気バルブ 7a および吸気バルブ 7b の開口面積の目標値は、ドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。

40

【0052】

この制御を行う理由は以下のとおりである。吸気バルブ 7b の開口面積を最大値に保持したまま吸気バルブ 7a の開口面積を増加させるように制御を行うとすると、吸気バルブ 7b のみを作動させた場合に得られる最大の空気量から僅かに大きい空気量が目標である場合、吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間を微小に増加させて開口面積を増加させる必要が生じるため、吸気バルブ 7a のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが発生する。

50

【0053】

そこで、本実施形態では、吸気バルブ7bの開口面積を減少させることによって、空気量確保のために吸気バルブ7aの開口面積を増加させる必要を生じさせている。この制御により、吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間を拡大することが可能となるため、吸気バルブ7aのリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することができる。これにより、吸入空気量のばらつきに起因する混合気の空燃比の制御精度の低下が解消され、エンジン性能の向上が図られる。

【0054】

図5(a)において目標空気量領域(C)から(D)に変化する場合には、図5(d)に示されているように、吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bのリフト量および開弁期間を増加させることにより開口面積の増加を図る。目標空気量領域(C)から(D)への過渡時では、吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bのリフト量および開弁期間が過渡中を通じて十分に大きい値を保持できるため、上述した目標空気量領域(A)から(B)、目標空気量領域(B)から(C)の過渡変化時のような吸気バルブ制御を行う必要がない。吸気バルブ7aおよび吸気バルブ7bの開口面積の目標値はドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。

10

【0055】

なお、高空気量領域から低空気量領域に移る過渡時には、上述の制御とは、逆に、中、高空気量領域において作動させる吸気バルブ7bによる吸入空気量を過渡変化中に低下させると共に、低空気量領域において作動させる吸気バルブ7aによる吸入空気量を過渡変化中に増加させる。

20

【0056】

本実施形態では、一つの気筒に設けられた複数個の吸気バルブ7a、7bを通過する空気量がエンジンの運転領域により異なるため、本実施形態で示した吸気バルブの動作モード毎にそれぞれの吸気バルブの通過空気量に相応しい量の燃料を噴射する必要がある。図6に示すように、一つの気筒に配設された複数個の吸気ポート11a、11b毎に個別に燃料噴射弁12を設けるのが理想的である。

【0057】

(実施形態2)

つぎに、本発明による可変動弁式内燃機関の実施形態2について説明する。本実施形態の可変動弁式内燃機関の全体構成は、図1に示されているものと同等であり、本実施形態のでは、一つの気筒に設けられた吸気バルブ7c、7dのバルブシート径を互いに等しいように構成している。図7にシリンダヘッド5をピストン4側から見たものを示す。

30

【0058】

本実施形態では、低空気量領域で使用する吸気バルブ7cと高空気量領域で使用する吸気バルブ7dを有する構成としている。さらには、エンジンの運転領域により一つの気筒に設けられた吸気バルブ7c、7dそれぞれの動作モードを変化させている。本実施形態でも、吸気バルブの動作モードとは、リフト量、開弁期間、位相の組合せを意味する。

【0059】

具体的には、図8に示すように、低空気量領域(A)では、図8(b)に示すように、吸気バルブ7dをゼロリフトとし、吸気バルブ7のリフト量、開弁期間および位相を制御することにより空気量制御を行う。高空気量領域(C)、(D)では、図8(c)、(d)に示すように、吸気バルブ7および吸気バルブ7dの両方のリフト量、開弁期間および位相を制御することにより吸入空気量制御を行う。なお、図8(a)は、トルクとエンジン回転数とにより決まる低～高空気量領域(A)、(C)、(D)の分布例を示している。

40

【0060】

高空気量領域において比較的空気量が小さい領域(C)では、吸気バルブ7cのリフト量および開弁期間を小さくすると共に位相を変化させることで通過する空気量を小さくし、吸気バルブ7dのリフト量および開弁期間を大きくすると共に位相を変化させて要求空

50

気量と吸気バルブ 7 を通過する空気量の差分が吸気バルブ 7 d を通過して燃焼室に供給されるよう制御する。

【 0 0 6 1 】

なお、本実施形態での空気量は、1サイクル中に吸入される空気量を意味している。図 7 では、吸気バルブが 2 個としてあるが、吸気バルブが 3 個であっても構わない。吸気バルブが 3 個の場合には、低空気量領域で使用する吸気バルブ 7 c、それ以外の吸気バルブ 7 d とする。

【 0 0 6 2 】

上述したように、本実施形態でも、低空気量領域 (A) において吸気バルブ 7 c のみで空気量制御を行うので、一つの気筒に設けられた複数個の吸気バルブそれぞれを同様に制御して空気量制御を行った場合に比べ、要求吸入空気量に適合する開口面積を確保するためのリフト量および開弁期間を拡大する必要がある。これにより、図 4 に示すように、低空気量領域における吸気バルブリフト量および開弁期間のばらつきによる空気量のばらつきを低減することができる。これにより、吸入空気量のばらつきに起因する混合気の空燃比の制御精度の低下が解消され、エンジン性能の向上が図られる。

10

【 0 0 6 3 】

吸気バルブ 7 c のみで吸入空気量制御を行う低空気量領域 (A) は、各エンジン回転数において吸気バルブ 7 c をフルリフトとした場合の空気量により決定される。なお、低空気量領域 (A) では、吸気バルブ上流に設けられたスロットルを閉じることで吸気管内に負圧を与えて吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間を拡大してもよい。これは、吸気管内に充満する空気量が減少するため、吸気バルブ 7 c の開口面積を拡大して空気量を確保する必要が生じるためである。

20

【 0 0 6 4 】

高空気量領域では、吸気バルブ 7 c および吸気バルブ 7 d の両方を作動させ、吸入空気量の確保を図る。高空気量領域において比較的空気量が小さい領域 (C) では、吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間を最大に保持しながら吸気バルブ 7 d をゼロリフトからリフト量および開弁期間を拡大した場合、吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間のばらつきにより空気量にばらつきが発生する。

【 0 0 6 5 】

そこで、エンジン回転数により吸気バルブ 7 d を通過する空気量のばらつきが許容範囲内となるリフト量および開弁期間を与えた場合の吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間を予め定めておき、高空気量領域において比較的空気量が小さい領域 (C) では、吸気バルブ 7 c に予め定められたリフト量および開弁期間を与え、要求空気量から吸気バルブ 7 c を通過する空気量の差分を吸気バルブ 7 d のリフト、開弁期間および位相を制御することにより与えることができる。

30

【 0 0 6 6 】

次に、本実施形態での過渡時における制御について図 9 を用いて説明する。ドライバ意図に応じてコントロールユニット 13 により図 9 (a) に示すようにエンジン回転およびトルクの様々な変化が発生する。

40

【 0 0 6 7 】

図 9 (a) において目標空気量領域 (A) から (C) に過渡変化する場合には、図 9 (b) に示されているように、まず、吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間を増加させることにより、開口面積の増加を図る。吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間が構成上の最大値に達し、吸気バルブ 7 c のみを作動させた場合に得られる最大の空気量に達すると、過渡変化中に、吸気バルブ 7 c のリフト量および開弁期間を減少させると共に、これに同期して吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間を増加させて開口面積を増加させる。吸気バルブ 7 および吸気バルブ 7 d の開口面積の目標値は、ドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。

【 0 0 6 8 】

この制御を行う理由は以下のとおりである。吸気バルブ 7 c の開口面積を最大値に保持

50

したまま吸気バルブ 7 d の開口面積を増加させるように制御を行うとすると、吸気バルブ 7 c のみを作動させた場合に得られる最大の空気量から僅かに大きい空気量が目標である場合、吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間を微小に増加させて開口面積を増加させる必要が生じるため、吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきが発生する。

【0069】

そこで、本実施形態では、吸気バルブ 7 c の開口面積を減少させることによって、空気量確保のために吸気バルブ 7 d の開口面積を増加させる必要を生じさせている。この制御により、吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間を拡大することが可能となるため、吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間のばらつきによる吸入空気量のばらつきを低減することができる。これにより、吸入空気量のばらつきに起因する混合気の空燃比の制御精度の低下が解消され、エンジン性能の向上が図られる。

10

【0070】

また、低空気量領域から高空気量領域に移る過渡変化時において、過渡変化前の運転状態およびドライバが意図する過渡変化後の運転状態に応じて、低空気量領域において作動させる吸気バルブ 7 c を通過する空気量の低下幅を変化させることもできる。

【0071】

図 9 (a)において目標空気量領域 (C) から (D) に変化する場合には、図 9 (c) に示されているように、吸気バルブ 7 c および吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間を増加させることにより、開口面積の増加を図る。目標空気量領域 (C) から (D) への過渡時では、吸気バルブ 7 c および吸気バルブ 7 d のリフト量および開弁期間が過渡中を通じて十分に大きい値を保持できるため、上述した目標空気量領域 (A) から (C) の過渡変化時のような吸気バルブ制御を行う必要がない。吸気バルブ 7 c および吸気バルブ 7 d の開口面積の目標値は、ドライバ意図から決定される目標空気量により決定される。

20

【0072】

なお、この実施形態でも、高空気量領域から低空気量領域に移る過渡時には、上述の制御とは、逆に、中、高空気量領域において作動させる吸気バルブ 7 d による吸入空気量を過渡変化中に低下させると共に、低空気量領域において作動させる吸気バルブ 7 c による吸入空気量を過渡変化中に増加させる。

【0073】

30

本実施形態では、一つの気筒に設けられた吸気バルブ 7 c、7 d を通過する空気量がエンジンの運転領域により異なるため、本実施形態で示した吸気バルブ 7 c、7 d の動作モード毎にそれぞれの吸気バルブの通過空気量に相応しい量の燃料を噴射する必要がある。したがって、この場合も、図 6 に示すように、一つの気筒に配設された吸気ポート毎に燃料噴射弁 12 を設けるのが理想的である。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図 1】本発明の第 1 実施形態の可変動弁式内燃機関のシステム図。

【図 2】図 1 の可変動弁式内燃機関の吸気バルブシート径の構成を示す図。

【図 3】図 1 の可変動弁式内燃機関の運転状態による吸気バルブの動作モードを示す図。

40

【図 4】本発明の第 1 および第 2 実施形態の吸気バルブリフト量および開弁期間のばらつきによる空気量のばらつきの低減効果を示す図。

【図 5】本発明の第 1 実施形態の過渡時における吸気バルブ動作の制御方法を示す図。

【図 6】本発明の第 1 および第 2 実施形態の可変動弁式内燃機関の燃料噴射弁の配置を示す図。

【図 7】本発明の第 2 実施形態の吸気バルブシート径の構成を示す図。

【図 8】図 7 の第 2 実施形態の可変動弁式内燃機関の運転状態による吸気バルブの動作モードを示す図。

【図 9】図 7 の第 2 実施形態の過渡時における吸気バルブ動作の制御方法を示す図。

【符号の説明】

50

【0075】

100 内燃機関

1 シリンダーブロック

2 コンロッド

3 シリンダ

4 ピストン

5 シリンダーヘッド

6 燃焼室

7 (7a 、 7b 、 7c 、 7d) 吸気バルブ

8 排気バルブ

9 点火プラグ

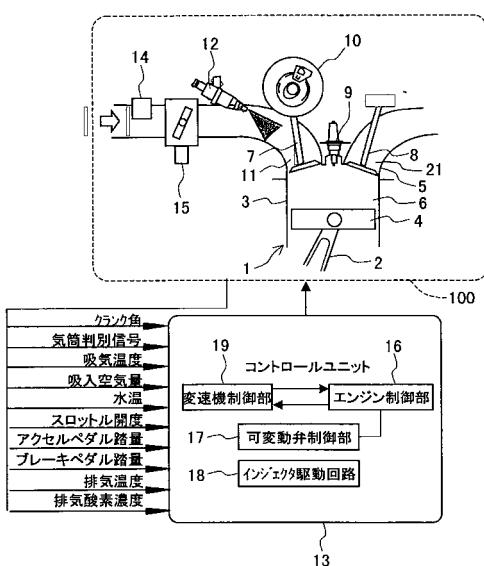
10 可変動弁機構

11 (11a 、 11b) 吸気ポート

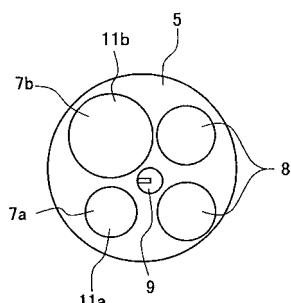
12 燃料噴射弁

10

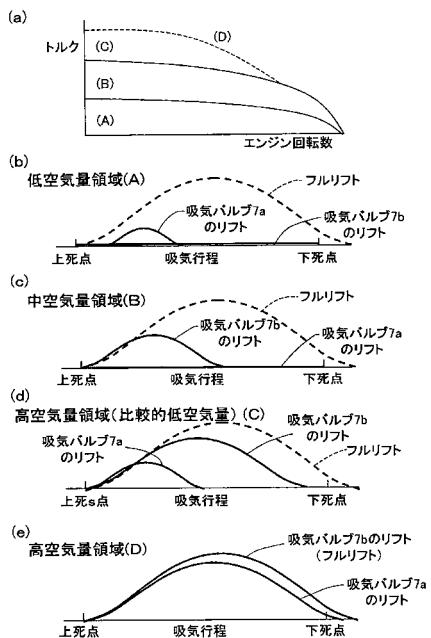
【図1】



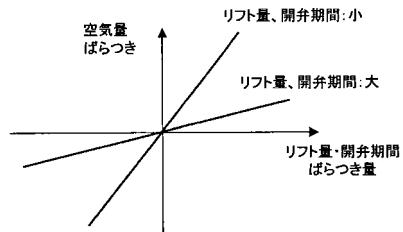
【図2】



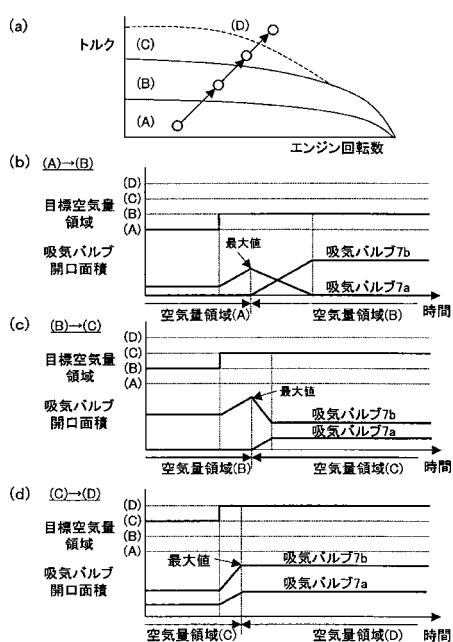
【図3】



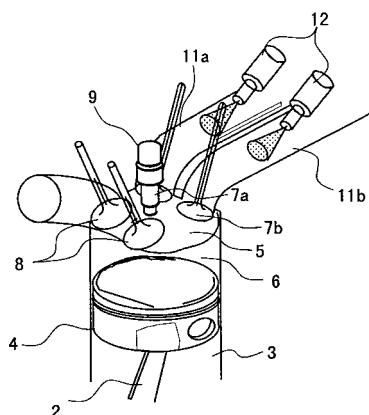
【図4】



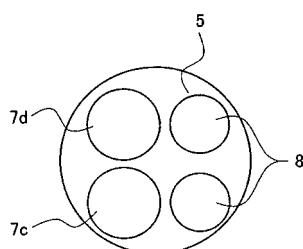
【図5】



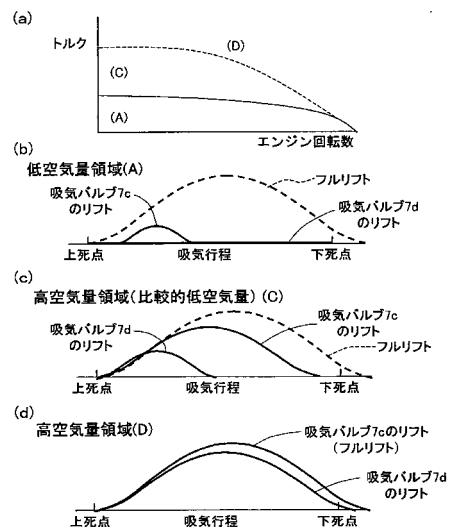
【図6】



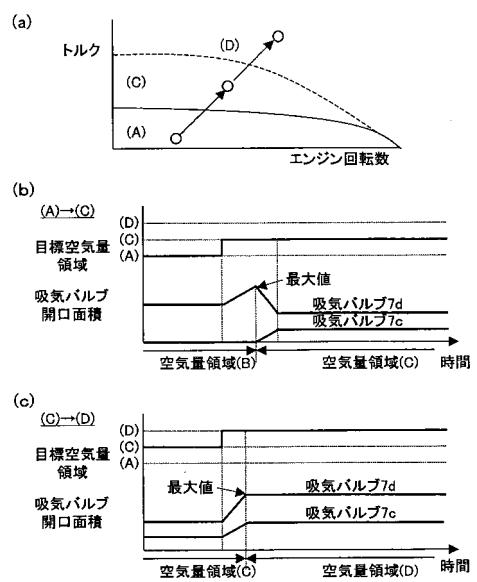
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-159322(JP,A)
特開2000-087766(JP,A)
特開平08-028284(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02 D 13 / 02
F 02 D 41 / 04
F 02 D 41 / 34
F 02 M 69 / 00