

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4483759号
(P4483759)

(45) 発行日 平成22年6月16日(2010.6.16)

(24) 登録日 平成22年4月2日(2010.4.2)

| | |
|-------------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| FO2D 13/02 (2006.01) | FO2D 13/02 H |
| FO2D 13/04 (2006.01) | FO2D 13/02 J |
| FO2D 41/12 (2006.01) | FO2D 13/04 Z |
| FO2D 45/00 (2006.01) | FO2D 41/12 320 |
| FO2D 43/00 (2006.01) | FO2D 41/12 330J |
| 請求項の数 8 (全 21 頁) 最終頁に続く | |

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-297933 (P2005-297933) | (73) 特許権者 | 000003207 トヨタ自動車株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成17年10月12日(2005.10.12) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-107433 (P2007-107433A) | (74) 代理人 | 100106150 弁理士 高橋 英樹 |
| (43) 公開日 | 平成19年4月26日(2007.4.26) | (74) 代理人 | 100082175 弁理士 高田 守 |
| 審査請求日 | 平成20年6月24日(2008.6.24) | (74) 代理人 | 100120499 弁理士 平山 淳 |
| | | (74) 代理人 | 100113011 弁理士 大西 秀和 |
| | | (72) 発明者 | 江▲崎▼ 修一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| 最終頁に続く | | | |

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気弁の開弁動作を停止可能な吸気可変動弁装置と、排気弁の開弁動作を停止可能な排気可変動弁装置とを備え、フューエルカット実行条件が成立した場合に、内燃機関の複数の気筒に対してフューエルカットを行う内燃機関の制御装置であって、

前記フューエルカット実行条件が成立した場合に、すべての気筒における吸気弁が閉弁状態に維持されるように、前記吸気可変動弁装置を制御する吸気弁制御手段と、

前記フューエルカット実行条件が成立した場合に、気筒内のピストンの動作に起因して筒内から排気通路側に排出されるガスの流れ方向が逆になる少なくとも一対の気筒を選択し、当該選択のされた気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁状態に維持されるように、かつ、前記少なくとも一対の気筒以外の気筒におけるそれぞれの排気弁が閉弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御する排気弁制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記排気可変動弁装置は、
複数の気筒で共用され、前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁を開弁状態にさせることのできる排気カムを有する排気カム軸と、

当該排気カム軸を駆動する駆動手段とを含み、

前記駆動手段は、前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁している状態で排気カム軸を停止可能に構成されていることを特徴とする請求項1記載の内燃機関

の制御装置。

【請求項 3】

前記吸気弁制御手段または前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立した場合に吸排気弁が全閉とされる少なくとも一つの気筒において、当該気筒におけるピストンが上死点と下死点の略中間位置にあるときに、当該気筒における吸気弁および排気弁のうちの未だ閉じられていない方のバルブを閉弁させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立した時点で、吸気行程および圧縮行程が到来していない前記少なくとも一対の気筒を検知する気筒検知手段を含み、検知された前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

10

【請求項 5】

内燃機関の温度状態を検知する機関温度検知手段と、
内燃機関の燃焼を開始させる燃焼開始要求を検知する燃焼要求検知手段と、
内燃機関が温間状態にあるときに前記燃焼開始要求が検知された場合に、排気弁が開弁状態にある気筒から燃焼を開始させる温間時燃焼実行手段と、
を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

20

【請求項 6】

内燃機関の温度状態を検知する機関温度検知手段と、
内燃機関の燃焼を開始させる燃焼開始要求を検知する燃焼要求検知手段と、
内燃機関が冷間状態にあるときに前記燃焼開始要求が検知された場合に、吸気弁および排気弁がともに閉弁状態にある気筒から燃焼を開始させる冷間時燃焼実行手段と、
を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

内燃機関の燃焼室内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、
前記冷間時燃焼実行手段によって燃焼が開始される前の時点で、吸排気弁がともに閉弁状態にある前記気筒に対して、予め燃料が噴射されるように前記燃料噴射弁を制御する燃料予噴射手段と、
前記冷間時燃焼実行手段によって燃焼が開始されるまでは、吸気弁および排気弁がともに閉弁状態にある前記気筒において点火を禁止する点火禁止手段と、
を更に備えることを特徴とする請求項 6 記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 8】

前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立時から所定時間が経過した後に、すべての気筒の排気弁が閉弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御することを特徴とする請求項 1、3、4、5、6 または 7 記載の内燃機関の制御装置。

40

【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、バルブの開弁特性を変更可能な可変動弁装置を備えた内燃機関を制御する装置として好適な内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば特許文献 1 には、吸排気弁の開始動作を休止可能な動弁機構を備える内燃機関の制御装置が開示されている。この従来 of 制御装置では、新気流出による触媒の劣化を防止するため、フューエルカット時に複数の気筒における吸排気弁の少なくとも一方の

50

開始動作を休止（閉弁状態に維持）させることとしている。

【0003】

更に、この制御装置では、そのような制御の一例として、複数の気筒において、吸排気弁の一方のみの開弁動作を休止させることとし、これにより、ポンピングロスを生じさせることで、エンジンプレーキ効果を得るようにしている。このような制御によれば、フューエルカット時に触媒劣化防止を図るべく吸排気弁の一方を休止した場合であっても、エンジンプレーキ効果を維持することができ、減速感を得ることができる。

【0004】

【特許文献1】特開2004-143990号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

各気筒のピストンの動作タイミングの相対的な関係は、気筒数、直列型またはV型等のエンジン形式、或いは各気筒の爆発間隔等の設定に起因して異なるものとなる。従って、フューエルカット時に、エンジンプレーキを確保しつつ触媒への新気流出を有効に防止するためには、気筒間のピストンの動作タイミングの相違を考慮して、複数の気筒の中からバルブを開弁させるべき気筒が選択されるようになっていたのが望ましい。上記従来の制御装置は、この点について、何らの配慮がなされておらず、フューエルカット時に、エンジンプレーキを確保しつつ触媒への新気流出を有効に防止するシステムを実現するうえで、未だ検討の余地を残すものであった。

【0006】

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、フューエルカット時に、所望のエンジンプレーキを確保しつつ、触媒の劣化を有効に抑制することのできる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】

【0007】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、吸気弁の開弁動作を停止可能な吸気可変動弁装置と、排気弁の開弁動作を停止可能な排気可変動弁装置とを備え、フューエルカット実行条件が成立した場合に、内燃機関の複数の気筒に対してフューエルカットを行う内燃機関の制御装置であって、

前記フューエルカット実行条件が成立した場合に、すべての気筒における吸気弁が閉弁状態に維持されるように、前記吸気可変動弁装置を制御する吸気弁制御手段と、

前記フューエルカット実行条件が成立した場合に、気筒内のピストンの動作に起因して筒内から排気通路側に排出されるガスの流れ方向が逆になる少なくとも一対の気筒を選択し、当該選択のされた気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁状態に維持されるように、かつ、前記少なくとも一対の気筒以外の気筒におけるそれぞれの排気弁が閉弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御する排気弁制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【0010】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記排気可変動弁装置は、複数の気筒で共用され、前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁を開弁状態にさせることのできる排気カムを有する排気カム軸と、

当該排気カム軸を駆動する駆動手段とを含み、

前記駆動手段は、前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁している状態で排気カム軸を停止可能に構成されていることを特徴とする。

【0011】

また、第3の発明は、第1または第2の発明において、前記吸気弁制御手段または前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立した場合に吸排気弁が全閉とされる少なくとも1つの気筒において、当該気筒におけるピストンが上死点と下死点の略中間位置にあるときに、当該気筒における吸気弁および排気弁のうちの未だ閉じられていな

10

20

30

40

50

い方のバルブを閉弁させることを特徴とする。

【0012】

また、第4の発明は、第1乃至第3の発明の何れかにおいて、前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立した時点で、吸気行程および圧縮行程が到来していない前記少なくとも一対の気筒を検知する気筒検知手段を含み、検知された前記少なくとも一対の気筒におけるそれぞれの排気弁が開弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御することを特徴とする。

【0013】

また、第5の発明は、第1乃至第4の発明の何れかにおいて、内燃機関の温度状態を検知する機関温度検知手段と、

内燃機関の燃焼を開始させる燃焼開始要求を検知する燃焼要求検知手段と、

内燃機関が温間状態にあるときに前記燃焼開始要求が検知された場合に、排気弁が開弁状態にある気筒から燃焼を開始させる温間時燃焼実行手段と、

を更に備えることを特徴とする。

10

【0014】

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、内燃機関の温度状態を検知する機関温度検知手段と、

内燃機関の燃焼を開始させる燃焼開始要求を検知する燃焼要求検知手段と、

内燃機関が冷間状態にあるときに前記燃焼開始要求が検知された場合に、吸気弁および排気弁がともに閉弁状態にある気筒から燃焼を開始させる冷間時燃焼実行手段と、

を更に備えることを特徴とする。

20

【0015】

また、第7の発明は、第6の発明において、内燃機関の燃焼室内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記冷間時燃焼実行手段によって燃焼が開始される前の時点で、吸排気弁がともに閉弁状態にある前記気筒に対して、予め燃料が噴射されるように前記燃料噴射弁を制御する燃料予噴射手段と、

前記冷間時燃焼実行手段によって燃焼が開始されるまでは、吸気弁および排気弁がともに閉弁状態にある前記気筒において点火を禁止する点火禁止手段と、

を更に備えることを特徴とする。

30

【0016】

また、第8の発明は、第1、第3、第4、第5、第6、または第7の発明において、前記排気弁制御手段は、前記フューエルカット実行条件が成立時から所定時間が経過した後、すべての気筒の排気弁が開弁状態に維持されるように、前記排気可変動弁装置を制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

第1の発明によれば、筒内から排気通路側に排出されるガスの流れ方向が逆になる少なくとも一対の気筒を利用して、フューエルカットの実行中に、当該少なくとも一対の気筒間でガス交換を実行させることにより、触媒への新気の流れを抑制しつつ、ポンピングロス₄₀を効果的に生じさせることが可能となる。このため、本発明によれば、フューエルカット時に、所望のエンジンプレーキを確保しつつ、触媒の劣化を有効に抑制することができる。また、本発明によれば、フューエルカット時に、上記少なくとも一対の気筒以外の気筒におけるポンピングロスの低減を図ることができる。

【0020】

第2の発明によれば、複数の気筒で排気カム軸を共用するという簡素化された構成を有する排気可変動弁装置を用いて、フューエルカット時に、所望のエンジンプレーキを確保しつつ、触媒の劣化を有効に抑制することができる。

【0021】

第3の発明によれば、フューエルカットの実行中に、燃焼室内にあるガスを圧縮膨張す

50

る行程を交互に繰り返す際に、吸排気弁が閉弁される際の燃焼室内のガス圧（充填ガス量）を適切なものとすることができ、クランク軸の仕事量のピーク値を最小限に抑えることが可能となる。

【0022】

第4の発明によれば、フューエルカットの実行条件の成立後に、新気が触媒に流出するのを更に確実に抑制することができる。

【0023】

第5の発明によれば、温間時に燃焼開始要求が出された際に、燃焼が開始される気筒の圧縮端温度の過上昇を抑えることができ、ノックの発生を防止することができる。

【0024】

第6の発明によれば、冷間時に燃焼開始要求が出された際に、燃焼が開始される気筒の圧縮端温度を適切な温度に高めてから燃焼を開始させることができ、HCの発生を抑制することができる。

【0025】

第7の発明によれば、吸排気弁がともに閉弁状態にある気筒において、予め燃料と空気を十分にミキシングさせた後に燃焼を開始させることができ、より良好に燃焼を開始させることができる。

【0026】

第8の発明によれば、フューエルカットの実行中に、エンジンプレーキを確保しながら触媒への新気流出を有効に抑えつつ、触媒への新気流出量が一定値を超えてしまうのを回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

実施の形態1

[システム構成の説明]

図1は、本発明の実施の形態1の内燃機関システムの構成を説明するための図である。図1に示す構成は、内燃機関10を備えている。内燃機関10は、ここでは、直列4気筒型のエンジンであるものとする。内燃機関10の筒内には、ピストン12が設けられている。ピストン12は、筒内を往復移動することができる。内燃機関10の筒内には、ピストン12の頂部側に燃焼室14が形成されている。また、燃焼室14には、吸気通路16および排気通路18が連通している。

【0028】

吸気通路16には、スロットルバルブ20が設けられている。スロットルバルブ20の近傍には、スロットル開度TAを検出するスロットルポジションセンサ22と、スロットルバルブ20が全閉となることでオンとなるアイドルスイッチ24とが配置されている。また、排気通路18には、排気ガスを浄化するための触媒26が配置されている。

【0029】

内燃機関10には、燃焼室14内（筒内）に直接燃料を噴射する燃料噴射弁28が設けられている。尚、燃料噴射弁28は、吸気ポートに向けて燃料を噴射するものであってもよい。また、内燃機関10には、点火プラグ30が組み込まれている。更に、内燃機関10は、吸気弁32を駆動する吸気可変動弁装置34と、排気弁36を駆動する排気可変動弁装置38を備えている。

【0030】

図1に示すシステムは、ECU(Electronic Control Unit)40を備えている。ECU40には、上述したスロットルポジションセンサ22などのセンサに加え、エンジン回転数を検出するクランク角センサ42やカム角センサ（図示省略）各種センサが接続されている。また、ECU40には、上述した燃料噴射弁28、点火プラグ30、吸気可変動弁装置34、および排気可変動弁装置38が接続されている。

【0031】

[可変動弁装置の構成]

10

20

30

40

50

以下、図2乃至図5を参照して、本発明の実施の形態1の吸気可変動弁装置34および排気可変動弁装置38の構成を説明する。

先ず、図2は、図1に示す吸気可変動弁装置34の構成を示す斜視図である。図2に示す吸気可変動弁装置34は、上記の如く、内燃機関10の吸気弁32を駆動するための装置である。図2において、#1～#4は、それぞれ内燃機関10の第1気筒～第4気筒を表している。内燃機関10における爆発順序は、一般的な内燃機関と同様に、#1 #3 #4 #2であるものとする。

【0032】

図2に示すように、内燃機関10の各気筒には、2つの吸気弁32がそれぞれ配置されている。吸気弁32には、それぞれ弁軸44が固定されている。弁軸44の上端部には、バルブリフター46が取り付けられている。弁軸44には、図示しないバルブスプリングの付勢力が作用しており、吸気弁32は、その付勢力によって閉弁方向に付勢されている。

10

【0033】

それぞれのバルブリフター46の上部には、対応する吸気カム48または50が配置されている。図2に示すように、ここでは、#1および#4気筒に配置されたバルブリフター46に対応する吸気カムを、吸気カム48と称し、#2および#3気筒に配置されたバルブリフター46に対応する吸気カムを、吸気カム50と称して区別している。#1気筒および#4気筒に対応する吸気カム48は、吸気カム軸52に固定されている。#2および#3気筒に対応する吸気カム50は、吸気カム軸52とは互いに回転可能であって、かつ、当該吸気カム軸52と同軸上に配置された吸気カム軸54に固定されている。つまり、図2に示す構成では、爆発時期が360°CAだけ異なる気筒毎に吸気カム軸が共用されている。このような構成によって、それらの吸気カム軸、すなわち、#1および#4気筒に対応する吸気カム軸52と、#2および#3気筒に対応する吸気カム軸54とは、互いに独立して周方向に回転動作または揺動動作が可能となっている。尚、吸気カム軸52および吸気カム軸54は、図示しないシリンダヘッド等の支持部材によって回転可能に支持されている。

20

【0034】

一方の吸気カム軸52には、第1のドリブンギヤ56が同軸上に固定されている。第1のドリブンギヤ56には、第1の出力ギヤ58が噛み合わされている。第1の出力ギヤ58は、第1のモータ60の出力軸と同軸上に固定されている。このような構成によれば、ECU40の指令に基づき、第1のモータ60のトルクを、これらのギヤ56および58を介して吸気カム軸52に伝達することができる。

30

【0035】

他方の吸気カム軸54には、第2のドリブンギヤ62が同軸上に固定されている。第2のドリブンギヤ62には、中間ギヤ64を介して、第2の出力ギヤ66が噛み合わされている。第2の出力ギヤ66は、第2のモータ68の出力軸と同軸上に固定されている。このような構成によれば、ECU40の指令に基づき、第2のモータ68のトルクを、これらのギヤ62、64、および66を介して吸気カム軸54に伝達することができる。

【0036】

図3は、図2に示す吸気カム48の詳細な構成を説明するために、吸気カム軸52をその軸方向から見た図である。上述したように、吸気カム軸52には、吸気カム48(#1)と吸気カム48(#4)とが固定されている。図3に示すように、#1気筒用の吸気カム48(#1)は、プロフィールの異なる2つの吸気カム面48a、48bを有している。一方の吸気カム面である非作用面48a(ベース円部)は、吸気カム軸52の中心からの距離が一定となるように形成されている。他方の吸気カム面である作用面48bは、吸気カム軸52の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部48cを越えた後に当該距離が次第に小さくなるように形成されている。また、#4気筒用の吸気カム48(#4)についても、吸気カム48(#1)と同様の非作用面48aと作用面48bを有している。そして、吸気カム48(#1)の頂部48cと吸気カム48(#4)の頂部48cとは、吸気カム

40

50

軸 5 2 の周方向に互いに 180° ずれるようにして配置されている。ここでは、その詳細な説明を省略するが、# 2 気筒と # 3 気筒に対応する吸気カム軸 5 4 の構成についても、吸気カム軸 5 2 と同様であるものとする。

【 0 0 3 7 】

以上の吸気可変動弁装置 3 4 の構成によれば、ECU 4 0 が、吸気カム軸 5 2、5 4 が一方向に連続的に駆動されるように、第 1 のモータ 6 0、6 8 に駆動指令を与えることにより、吸気カム軸 5 2、5 4 を回転動作させることができる。また、ECU 4 0 が、吸気弁 3 2 の開弁動作中に第 1 のモータ 6 0 等の回転方向が逆転するように、第 1 のモータ 6 0 等に与える駆動指令を変更することにより、吸気カム軸 5 2 等を揺動動作させることができる。その結果、吸気弁 3 2 の開弁特性（リフト量、作用角、開弁時期など）を任意の値に制御することができ、また、ゼロリフトを含む任意のリフト量が得られる位置で、吸気弁 3 2 の開弁動作が停止した状態に維持することもできる。

10

【 0 0 3 8 】

次に、図 4 は、図 1 に示す排気可変動弁装置 3 8 の構成を示す斜視図である。図 4 に示す排気可変動弁装置 3 8 は、上記の如く、内燃機関 1 0 の排気弁 3 6 を駆動するための装置である。図 4 に示すように、内燃機関 1 0 の各気筒には、2 つの排気弁 3 6 がそれぞれ配置されている。排気弁 3 6 には、それぞれ弁軸 7 0 が固定されている。弁軸 7 0 の上部には、バルブリフター 7 2 が取り付けられている。弁軸 7 0 には、図示しないバルブスプリングの付勢力が作用しており、排気弁 3 6 は、その付勢力によって閉弁方向に付勢されている。

20

【 0 0 3 9 】

それぞれのバルブリフター 7 2 の上部には、排気カム 7 4 が配置されている。図 4 に示すように、排気側については、すべての気筒の排気カム 7 4 は、気筒毎に所定の取り付け角度差を有して単一の排気カム軸 7 6 に固定されている。排気カム軸 7 6 の一端には、ドリブンギヤ 7 8 が同軸上に固定されている。ドリブンギヤ 7 8 には、出力ギヤ 8 0 が噛み合わされている。出力ギヤ 8 0 は、モータ 8 2 の出力軸と同軸上に固定されている。このような構成によれば、ECU 4 0 の指令に基づき、モータ 8 2 のトルクを、これらのギヤ 7 8 および 8 0 を介して排気カム軸 7 6 に伝達することができる。

【 0 0 4 0 】

図 5 は、図 4 に示す排気カム軸 7 6 の詳細な構成を説明するために、排気カム軸 7 6 をその軸方向から見た図である。上述したように、排気カム軸 7 6 には、# 1 ~ # 4 の各気筒の排気カム 7 4 が固定されている。図 5 に示すように、それぞれの排気カム 7 4 は、吸気カム 4 8 等と同様の非作用面 7 4 a（ベース円部）および作用面 7 4 b を有している。そして、排気カム 7 4 は、内燃機関 1 0 の爆発順序に合わせて、すなわち、# 1 # 3 # 4 # 2 の順番で、各気筒の頂部 7 4 c が、排気カム軸 7 6 の周方向に 90° 間隔でずれるようにして配置されている。

30

【 0 0 4 1 】

以上の排気可変動弁装置 3 8 の構成によれば、ECU 4 0 が、排気カム軸 7 6 が一方向に連続的に駆動されるように、モータ 8 2 に駆動指令を与えることにより、排気カム軸 7 6 を回転動作させることができる。その結果、排気弁 3 6 を開閉動作させることができ、また、クランク軸の回転に対する排気カム軸 7 6 の回転のタイミングを変更することにより、排気弁 3 6 の開弁位相を変化させることができる。また、ゼロリフトを含む任意のリフト量が得られる位置で、排気弁 3 6 の開弁動作が停止した状態に維持することもできる。

40

【 0 0 4 2 】

[実施の形態 1 の特徴部分]

内燃機関では、減速時などで所定の実行条件が成立した場合に、燃料の噴射を停止する処理、つまり、フューエルカット（F/C）が実行される。F/C が実行されると、排気通路 1 8 の触媒 2 6 に新気が流入することとなる。触媒 2 6 に高温でリーンなガスが流入すると、触媒 2 6 が劣化してしまう。また、減速時には、減速感を得るために、エンジンプレーキの発生が要求される。そこで、本実施形態のシステムでは、所望のエンジンプレーキを

50

確保しつつ触媒 2 6 の劣化を有効に抑制すべく、F/C時に、以下の図 6 に示す手法で、吸排気弁 3 2、3 6 の開弁動作を制御することとした。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、本実施の形態 1 において用いられる吸排気弁 3 2、3 6 の開閉時期の設定を説明するための図である。図 6 に示す一例は、# 1 気筒のピストン 1 2 が圧縮行程終了後の上死点（圧縮TDC）付近にあるときに、F/Cの実行条件が成立した例を示しており、ここでは、この例を用いて説明を行うこととする。尚、図 6 において、実線と矢印で表された期間は吸気弁 3 2 の開弁期間を、また、破線と矢印で表された期間は、排気弁 3 6 の開弁期間を、それぞれ示している。更に、一点鎖線と矢印で表された期間は、排気マニホールドを介して # 3 および # 4 気筒間で排気ガスをガス交換するために、排気弁 3 6 が開弁途中の位置で停止された状態にある期間を示している。

10

【 0 0 4 4 】

図 6 に示す設定によれば、# 1 気筒では、F/C実行条件成立後の初回の膨張行程の途中で排気弁 3 6 が通常の運転時と同様に開弁され、既燃ガスが排気通路 1 8 に排出される。次いで、吸気弁 3 2 は、排気TDC近傍において開弁された後に、その後の吸気行程において、ピストン 1 2 が上死点と下死点の中間付近に位置しているときに閉弁される。以後、吸気弁 3 2 および排気弁 3 6 は、F/C実行条件が解除されるまで閉弁状態に維持される。尚、以下の明細書中では、ピストン 1 2 が上死点と下死点との中間位置にあるときを、単に「ピストン 1 2 が中間点にある」と表現することがある。

【 0 0 4 5 】

2 気筒は、F/C実行条件の成立時には、排気弁 3 6 の開弁期間の途中となっており、この開弁期間については、通常通りに行われる。次いで、吸気弁 3 2 が通常通りに開弁された後に、ピストン 1 2 が圧縮行程の中間点付近に位置しているときに閉弁される。以後、吸気弁 3 2 および排気弁 3 6 は、F/C実行条件が解除されるまで閉弁状態に維持される。

20

【 0 0 4 6 】

3 気筒は、F/C実行条件の成立時には、吸気弁 3 2 の開弁期間の途中となっている。吸気弁 3 2 は、この開弁期間の途中に到来した圧縮行程において、ピストン 1 2 が中間点付近に位置しているときに閉弁され、その後はF/C実行条件が解除されるまで閉弁状態に維持される。排気弁 3 6 は、F/C実行条件の成立後の初回の膨張行程の途中で開弁された後、排気行程の途中において、# 4 気筒の排気弁 3 6 のリフト量と等しいリフト量が確保された時点で、その後にF/C実行条件が解除されるまで開弁動作が停止される。

30

【 0 0 4 7 】

4 気筒では、F/C実行条件の成立時には、吸気弁 3 2 の開弁動作が開始される時期にあり、吸気弁 3 2 は、通常のタイミングで開弁された後に、ピストン 1 2 が中間点付近に位置しているときに閉弁され、その後はF/C実行条件が解除されるまで閉弁状態に維持される。排気弁 3 6 は、F/C実行条件の成立後の初回の膨張行程の途中で開弁された直後に、# 3 気筒の排気弁 3 6 のリフト量と等しいリフト量が確保された時点で、その後にF/C実行条件が解除されるまで開弁動作が停止される。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、図 6 に示す設定に基づき、すべての気筒の吸気弁 3 2 が閉弁状態に維持された様子を表している。本実施形態の吸気可変動弁装置 3 4 によれば、吸気カム 4 8、5 0 のベース円部がバルブリフター 4 6 に接している状態で、ECU 4 0 がモータ 6 0、6 8 の駆動を停止させることにより、すべての気筒の吸気弁 3 2 を閉弁状態に維持することができる。このため、上記図 6 の設定によれば、F/C実行条件の成立時に、新気が燃焼室 1 4 内に導入されないようにすることができる。

40

【 0 0 4 9 】

図 8 は、図 6 に示す設定に基づき、# 1 および # 2 気筒の排気弁 3 6 が閉弁状態に維持され、かつ、# 3 および # 4 気筒の排気弁 3 6 が所定の等しいリフト量で停止状態に維持された様子を表している。より具体的には、図 8 (A) は、そのような状態にある内燃機

50

関 10 を示しており、図 8 (B) は、そのような状態にある排気カム軸 7 6 を、その軸方向から見た図である。

【 0 0 5 0 】

本実施形態の構成では、ECU 4 0 によって図 8 (B) に示すような # 3 および # 4 気筒の排気弁 3 6 が同時に開弁する状態でモータ 8 2 の駆動が停止された場合に、# 3 および # 4 気筒の排気弁 3 6 のリフト量が同一となる状態が存在するように、排気カム 7 4 のカムプロフィールが設定されている。

【 0 0 5 1 】

内燃機関 1 0 では、上記の如く、爆発順序が # 1 # 3 # 4 # 2 であるため、図 8 (A) に示すように、# 1 および # 4 気筒のピストン 1 2 と、# 2 および # 3 気筒のピストン 1 2 とは、180°CA の位相差を有して上下動を行うこととなる。従って、上記のように、# 3 および # 4 気筒の排気弁 3 6 が同一のリフト量で開かれている状態で、# 3 気筒のピストン 1 2 と # 4 気筒のピストン 1 2 とが相対する方向に上下動すると、# 3 および # 4 気筒において排気通路 1 8 側への排気ガスの流れ方向が対向し合うようになる。その結果、# 3 および # 4 気筒間で排気マニホールドを介して交互に行き来することとなる、すなわち、ガス交換することとなる。

【 0 0 5 2 】

その一方で、上記図 6 に示す設定によれば、# 1 および # 2 気筒は吸排気弁 3 2、3 6 がともに全閉状態に維持される。このため、そのような全閉維持期間中は、これらの # 1 および # 2 気筒では、燃焼室 1 4 内にあるガスを圧縮膨張する行程が交互に繰り返されることとなる。また、上記図 6 に示す設定によれば、上記の如く、排気弁 3 6 が閉弁状態にあり、かつ、ピストン 1 2 が上死点と下死点の中間付近に位置しているときに、吸気弁 3 2 を閉弁することとしている。このため、燃焼室 1 4 内にあるガスを圧縮膨張する行程を交互に繰り返す際に、吸排気弁 3 2、3 6 が閉弁される際の燃焼室 1 4 内のガス圧 (充填ガス量) を適切なものとすることができ、クランク軸の仕事量のピーク値を最小限に抑えることが可能となる。

【 0 0 5 3 】

以上のように、上記図 6 に示す設定によれば、# 1 および # 2 気筒については、吸排気弁 3 2、3 6 を全閉状態に維持されていることにより、新気が触媒 2 6 に流出するのを確実に防止することができる。また、# 3 および # 4 気筒については、相対するピストン 1 2 の上下動を行う 2 つの気筒の排気弁 3 6 を同一のリフト量で開弁状態に維持されていることにより、これらの気筒間で吸排気されるガス量をバランス良くガス交換させることができる。このため、ポンプ仕事によるエンジンブレーキを確保しつつ、触媒 2 6 への新気流出を有効に抑えることができる。

【 0 0 5 4 】

[実施の形態 1 における具体的処理]

図 9 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 1 において ECU 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。図 9 に示すルーチンでは、まず、所定の F/C 実行条件が成立しているか否かが判別される (ステップ 1 0 0)。その結果、F/C 実行条件が成立していると判定された場合には、F/C 実行フラグが ON とされているか否かが判別される (ステップ 1 0 2)。F/C 実行フラグが ON とされていると判定された場合には、以下のステップ 1 0 4 ~ 1 2 0 の処理を飛び越えてステップ 1 2 2 の処理が実行される。

【 0 0 5 5 】

一方、上記ステップ 1 0 2 において、F/C 実行フラグが ON とされていないと判定された場合、すなわち、今回の処理サイクルが F/C 実行条件の成立後の初回に起動されたものであると判断された場合には、次いで、F/C 実行条件の成立後に最初に膨張行程が到来する気筒が、より詳細には、当該 F/C 実行条件の成立後に膨張行程の開始初期の所定期間が到来する気筒が、# n 気筒に設定される (ステップ 1 0 4)。尚、ここでは、気筒番号 n、n + 1 . . . の順は、内燃機関 1 0 の爆発順序 # 1 # 3 # 4 # 2 # 1 . . . の順に対応しているものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

次に、# n 気筒における吸気弁 3 2 が F/C 実行条件の成立後に最初に到来する吸気行程の中間点で閉じるように、第 1 のモータ 6 0 および第 2 のモータ 6 8 のうちの該当するモータに対する駆動指令が、通常の駆動指令に対して変更される（ステップ 1 0 6）。より具体的には、通常の運転時においては、ECU 4 0 は、内燃機関 1 0 の運転状態に基づいて、吸排気弁 3 2、3 6 の開弁特性が所望の特性となるように、モータ 6 0、6 8、8 2 に駆動指令を与えている。つまり、本ステップ 1 0 6（以下のステップ 1 0 8 ~ 1 1 2、1 1 6、1 1 8 についても同様）では、F/C 実行条件の成立時の要求に基づいて、そのような駆動指令が通常時のものに対して変更されることとなる。

【 0 0 5 7 】

次に、# n + 1 気筒における吸気弁 3 2 が現在到来している圧縮行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される（ステップ 1 0 8）。次いで、# n + 2 気筒における吸気弁 3 2 が現在到来している吸気行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される（ステップ 1 1 0）。次いで、# n + 3 気筒における吸気弁 3 2 が F/C 実行条件の成立後に最初に到来する圧縮行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される（ステップ 1 1 2）。

【 0 0 5 8 】

次に、上記ステップ 1 0 4 の設定に対応する # n および # n + 1 気筒が 1 8 0 ° CA だけピストン 1 2 の動作が異なり合う一対の気筒となっているか否かが判別される（ステップ 1 1 4）。その結果、# n および # n + 1 気筒がそのような一対の気筒に該当すると判定された場合（上記図 6 の設定では、# n 気筒が # 3 または # 2 気筒である場合）には、# n 気筒および # n + 1 気筒における排気弁 3 6 のリフト量が一致するタイミングで排気カム軸 7 6 が停止するように、モータ 8 2 に対する駆動指令が変更される（ステップ 1 1 6）。

【 0 0 5 9 】

上記ステップ 1 1 4 において、# n および # n + 1 気筒がそのような一対の気筒に該当しないと判定された場合（上記図 6 の設定では、# n 気筒が # 4 または # 1 気筒である場合）には、# n + 1 気筒および # n + 2 気筒における排気弁 3 6 のリフト量が一致するタイミングで排気カム軸 7 6 が停止するように、モータ 8 2 に対する駆動指令が変更される（ステップ 1 1 8）。次いで、F/C 実行フラグが ON とされる（ステップ 1 2 0）。

【 0 0 6 0 】

次に、F/C 実行条件が解除されているか否かが判別される（ステップ 1 2 0）。その結果、F/C 実行条件が解除されていないと判定された場合には、速やかに今回の処理サイクルが終了され、一方、F/C 実行条件が解除されていると判定された場合には、モータに対する駆動指令が通常時の駆動指令、すなわち、内燃機関 1 0 の運転状態に基づく駆動指令に戻される（ステップ 1 2 2）。次いで、F/C 実行フラグが OFF とされる（ステップ 1 2 4）。

【 0 0 6 1 】

以上説明した図 9 に示すルーチンによれば、ピストン 1 2 の動作が 1 8 0 ° CA だけ相対する一対の気筒が選択され、F/C 実行条件の成立中は、その選択された一対の気筒においてエキゾーストマニホールドを介してガス交換がされるとともに、他の一対の気筒において吸排気弁 3 2、3 6 が全閉とされる。このため、F/C の実行中に、ポンプ仕事によるエンジンブレーキを確保しつつ、触媒 2 6 への新気流出を有効に抑えることができる。

【 0 0 6 2 】

ところで、上述した実施の形態 1 においては、F/C の実行中は、全気筒の吸気弁 3 2 を閉弁状態に維持するようにしている。しかしながら、触媒 2 6 への新気流出を抑制するうえで、必ずしも全気筒の吸気弁を閉じていなくてもよく、例えば、排気弁 3 6 が閉弁状態に維持されていない気筒における吸気弁 3 2 が、F/C の実行中に、少なくとも閉弁状態に維持されていればよい。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

また、上述した実施の形態 1 においては、F/Cの実行中は、ピストン 1 2 の動作が 1 8 0 °CA だけ相対する一対の気筒以外の気筒における排気弁 3 6 を閉弁状態に維持することとしている。しかしながら、触媒 2 6 への新気流出を抑制するうえでは、上記一対の気筒以外の気筒においては、吸気弁 3 2 および排気弁 3 6 の何れか一方が閉弁状態に維持されていけばよい。

【 0 0 6 4 】

また、上述した実施の形態 1 においては、F/Cの実行中は、ピストン 1 2 の動作が 1 8 0 °CA だけ相対する一対の気筒における排気弁 3 6 を開弁状態に維持することとしているが、このような手法に代えて、以下のような制御を行ってもよい。具体的には、排気可変動弁装置についても、上述した吸気可変動弁装置 3 4 と同様に、排気カム軸を 2 つのモータで駆動できるようにしたうえで、F/C実行条件の成立時から所定時間が経過した後に、開弁状態に維持されている上記一対の気筒における排気弁 3 6 を閉弁させるようにしてもよい。上述した実施の形態 1 のように、上記一対の気筒を利用してガス交換を行っている間も、僅かずつではあるが、新気が触媒 2 6 に流れていくことがある。このような手法によれば、F/Cの実行中に、エンジンプレーキを確保しながら触媒 2 6 への新気流出を有効に抑えつつ、触媒 2 6 への新気流出量が一定値を超えてしまうのを回避することができる。

【 0 0 6 5 】

尚、上述した実施の形態 1 においては、ECU 4 0 が、上記ステップ 1 0 0 ~ 1 1 2 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「吸気弁制御手段」が、上記ステップ 1 0 0 ~ 1 0 4、および 1 1 4 ~ 1 1 8 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「排気弁制御手段」が、それぞれ実現されている。また、モータ 8 2 が前記第 2 の発明における「駆動手段」に相当している。

【 0 0 6 6 】

実施の形態 2 .

次に、図 1 0 および図 1 1 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 乃至図 5 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 4 0 に、図 9 に示すルーチンに代えて後述する図 1 1 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

【 0 0 6 7 】

[実施の形態 2 の特徴]

図 1 0 は、本実施の形態 2 において用いられる吸排気弁 3 2、3 6 の開閉時期の設定を説明するための図である。上述した図 6 に示す設定では、F/C実行条件の成立時もしくはその直後に圧縮行程および吸気行程にある気筒（図 6 に示す一例においては # 3 および # 4 気筒）では、ともに、新気を燃焼室 1 4 に充填させた状態で吸気弁 3 2 を閉弁状態に維持している。このため、これらの # 3 および # 4 気筒において、その後に排気弁 3 6 が開かれた際に、燃焼室 1 4 内に充填されていた新気が触媒 2 6 に流出してしまうことが起こり得る。

【 0 0 6 8 】

そこで、図 1 0 に示す設定では、以下の点を上記図 6 に示す設定と異ならせている。すなわち、F/C実行条件の成立時もしくはその直後に圧縮行程および吸気行程が到来する # 3 および # 4 気筒については、ガス交換のために排気弁 3 6 を開いた状態に保持する制御を行わずに、排気弁 3 6 を閉弁状態に維持させるようにしている。

【 0 0 6 9 】

また、F/C実行条件の成立時もしくはその直後に膨張行程および排気行程が到来する # 1 および # 2 気筒における吸気弁 3 2 については、吸排気弁 3 2、3 6 の休止時に、圧縮膨張による仕事量のピーク値が高くなるのを抑制するために吸気弁 3 2 をピストン 1 2 の中間点付近で閉弁させる制御を行わずに、F/C実行条件の成立後は直ちに吸気弁 3 2 を閉弁状態に維持させるようにしている。そして、# 1 および # 2 気筒における排気弁 3 6 については、F/C実行条件の成立時もしくはその直後に到来している膨張行程および排気行

程の途中からガス交換のために排気弁 3 6 を開いた状態に保持する制御を行うようにしている。

【 0 0 7 0 】

[実施の形態 2 における具体的処理]

図 1 1 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 2 において ECU 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 1 1 において、図 9 に示すステップと同一のステップには、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

【 0 0 7 1 】

図 1 1 に示すルーチンでは、F/C 実行条件の成立後に最初に膨張行程が到来する気筒が # n 気筒に設定された (ステップ 1 0 4) 後に、今回の処理サイクルにおいて、当該 # n 気筒となっている気筒が # 1 または # 4 気筒であるか否かが判別される (ステップ 2 0 0)。その結果、# 1 または # 4 気筒が # n 気筒であると判定された場合には、# n 気筒および # n + 3 気筒における吸気弁 3 2 が閉弁状態に維持されるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 0 2)。

10

【 0 0 7 2 】

次に、# n + 1 気筒における吸気弁 3 2 が現在到来している圧縮行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 0 4)。次いで、# n + 2 気筒における吸気弁 3 2 が現在到来している吸気行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 0 6)。

【 0 0 7 3 】

20

次に、# n - 1 気筒および # n 気筒における排気弁 3 6 のリフト量が一致するタイミングで排気カム軸 7 6 が停止するように、モータ 8 2 に対する駆動指令が変更される (ステップ 2 0 8)。

【 0 0 7 4 】

一方、上記ステップ 2 0 0 において、# 1 または # 4 気筒が # n 気筒でない、すなわち、# n 気筒が # 2 または # 3 気筒であると判定された場合には、# n 気筒および # n + 1 気筒における吸気弁 3 2 が閉弁状態に維持されるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 1 0)。

【 0 0 7 5 】

次に、# n + 2 気筒における吸気弁 3 2 が F/C 実行条件の成立後に最初に到来する圧縮行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 1 2)。次いで、# n + 3 気筒における吸気弁 3 2 が F/C 実行条件の成立後に最初に到来する吸気行程の中間点で閉じるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 2 1 4)。

30

【 0 0 7 6 】

次に、# n 気筒および # n + 1 気筒における排気弁 3 6 のリフト量が一致するタイミングで排気カム軸 7 6 が停止するように、モータ 8 2 に対する駆動指令が変更される (ステップ 2 1 6)。尚、以下のステップ 1 2 0 以降の処理は、上記図 9 に示すルーチンと同様である。

【 0 0 7 7 】

40

以上説明した図 1 1 に示すルーチンによれば、F/C 実行条件の成立前後で燃焼が行われる一対の気筒を利用して、言い換えれば、既に燃焼に付されたガスを利用して、F/C 実行中にエキゾーストマニホールドを介したガス交換が実行されることとなる。このため、上記ルーチンの処理によれば、F/C 実行中に触媒 2 6 に新気が流出するのを、上述した実施の形態 1 のシステムに比して、更に確実に防止することができる。

【 0 0 7 8 】

尚、上述した実施の形態 2 においては、ECU 4 0 が上記ステップ 1 0 4 および 2 0 0 の処理を実行することにより、前記第 4 の発明における「気筒検知手段」が実現されている。

【 0 0 7 9 】

50

実施の形態 3 .

次に、図 1 2 および図 1 3 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明する。

本実施形態のシステムにおいては、上述した実施の形態 1 および 2 と異なり、排気弁 3 6 を駆動するための排気可変動弁装置についても、上述した吸気可変動弁装置 3 4 と同様に、# 1 および # 4 気筒に対応する排気カム軸と、# 2 および # 3 気筒に対応する排気カム軸とを別個独立で駆動するための 2 つのモータを備えているものとする。尚、その具体的な構成は、上記図 2 および図 3 で示す構成と同様であるため、ここではその詳細な説明を省略するものとする。

【 0 0 8 0 】

[実施の形態 3 の特徴部分]

図 1 2 は、本実施の形態 3 において用いられる吸排気弁 3 2、3 6 の開閉時期の設定を説明するための図である。図 1 2 に示す本実施形態の設定では、F/C 実行条件の成立後にすべての気筒の吸気弁 3 2 を吸気行程または圧縮行程の中間点で閉じた後は、すべての気筒の吸排気弁 3 2、3 6 を閉弁状態に維持させている点に特徴を有している。

【 0 0 8 1 】

[実施の形態 3 における具体的処理]

図 1 3 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 3 において ECU 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 1 3 において、図 9 に示すステップと同一のステップには、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 に示すルーチンでは、ステップ 1 0 4 において # n 気筒が設定された後に実行される各気筒の吸気弁 3 2 の制御 (ステップ 1 0 6 ~ 1 1 2) については、上記図 9 に示すルーチンと同様である。本ルーチンでは、上記ステップ 1 1 2 の処理が実行された後、次いで、# n 気筒における排気弁 3 6 が F/C 実行条件の成立後に最初に到来する排気弁開弁期間の経過後に閉弁状態に維持されるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 3 0 0)。

【 0 0 8 3 】

次に、# n + 1 および # n + 2 気筒における排気弁 3 6 が閉弁状態を維持するように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 3 0 2)。次いで、# n + 3 気筒における排気弁 3 6 が現在到来している排気弁開弁期間の経過後に閉弁状態に維持されるように、該当するモータに対する駆動指令が変更される (ステップ 3 0 4)。尚、以下のステップ 1 2 0 以降の処理は、上記図 9 に示すルーチンと同様である。

【 0 0 8 4 】

以上説明した図 1 3 に示すルーチンによれば、F/C 実行条件の成立後に、ピストン 1 2 が吸気行程または圧縮行程の中間点にあるときに、各気筒の吸気弁 3 2 が順に閉弁されていく。このため、各気筒の燃焼室 1 4 内に充填されているガス量を、その後に吸排気弁 3 2、3 6 を全閉状態にして行われる圧縮膨張時のクランク軸の仕事量のピーク値が高くないような値に揃えつつ、F/C の実行中に触媒 2 6 に新気が流出するのを防止することができる。

【 0 0 8 5 】

ところで、上述した実施の形態 3 においては、ピストン 1 2 が吸気行程または圧縮行程の中間点にあるときに、各気筒の吸気弁 3 2 を順に閉弁させるようにしている。上述した本実施形態の構成では、すべての気筒の吸排気弁 3 2、3 6 を同時に閉弁状態に維持することが可能である。従って、本実施形態の構成を用いて、吸排気弁 3 2、3 6 を全閉状態にして行われる圧縮膨張時のクランク軸の仕事量のピーク値が高くないようにするためには、例えば、ピストン 1 2 が排気行程の中間点にあるときのように、吸気弁 3 2 が閉じられた状態で排気弁 3 6 が開いている状況下で、各気筒の排気弁 3 6 を順に閉弁させるようにしてもよい。

【 0 0 8 6 】

実施の形態 4 .

10

20

30

40

50

次に、図 1 4 を参照して、本発明の実施の形態 4 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 乃至図 5 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 4 0 に、図 9 に示すルーチンに代えて後述する図 1 4 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

【 0 0 8 7 】

[実施の形態 4 の特徴]

ここでは、内燃機関 1 0 において、吸排気弁 3 2、3 6 が全閉とされた状態で、ピストン 1 2 が圧縮上死点にあるときの筒内ガス温度を、「圧縮端温度」と称する。この圧縮端温度には、内燃機関 1 0 を良好に始動させようとするための適切な温度域が存在する。より具体的には、冷間始動時には、圧縮端温度が適切な温度域よりも低い領域にあるため、HC (白煙) が生じ易くなる。また、温間始動時において、圧縮端温度が適切な温度域よりも高い領域にあると、点火が実行される前に混合気が自着火し易くなる、すなわち、ノックが発生し易くなる。

10

【 0 0 8 8 】

そこで、本実施形態のシステムでは、冷間始動時には、HCの発生を抑制すべく、吸排気弁 3 2、3 6 が全閉状態とされている気筒から始動を開始させることとした。また、温間始動時には、ノックの発生を防止すべく、排気弁 3 6 が開弁状態とされている気筒から始動を開始させることとした。

【 0 0 8 9 】

[実施の形態 4 における具体的処理]

20

図 1 4 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 4 において ECU 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。図 1 4 に示すルーチンでは、まず、内燃機関 1 0 を始動させる指令が出されたか否かが判別される (ステップ 4 0 0)。具体的には、車両の運転者がイグニッションスイッチを操作した場合や、ハイブリッド車両における EV 走行時に車両からの要求があった場合に、そのような始動指令が出される。

【 0 0 9 0 】

上記ステップ 4 0 0 において、始動指令が検知された場合には、内燃機関 1 0 のクランクが開始される (ステップ 4 0 2)。次いで、現在の内燃機関 1 0 の状態が冷間状態にあるか否かが判別される (ステップ 4 0 4)。具体的には、例えば、内燃機関 1 0 の冷却水温度等の情報に基づいて、その冷却水温度が所定温度以下の場合には、冷間状態であると判断し、当該所定温度よりも高い場合には、温間状態であると判断される。

30

【 0 0 9 1 】

上記ステップ 4 0 4 において、内燃機関 1 0 が現在冷間状態にあると判定された場合には、現時点で吸排気弁 3 2、3 6 が全閉状態にある気筒が検知される (ステップ 4 0 6)。本ステップ 4 0 4 における判断は、吸気カム軸 5 2、5 4 や排気カム軸 7 6 の回転位置を、内燃機関 1 0 が備えるカム角センサの出力に基づいて検知することによって行うことができる。

【 0 0 9 2 】

次に、上記ステップ 4 0 6 の処理によって吸排気弁 3 2、3 6 が全閉状態にあると検知された気筒に対して、燃料噴射が実行される (ステップ 4 0 8)。上述したように、本実施形態のシステムは、筒内に直接燃料を噴射可能な燃料噴射弁 2 8 を備えている。本ステップ 4 0 8 では、上記全閉気筒に対して設けられた燃料噴射弁 2 8 によって、初回の燃焼実行時に必要とされる量の燃料が予め燃焼室 1 4 内に噴射される。

40

【 0 0 9 3 】

次に、現在のクランク回転数が始動を許可するための所定値 以上であるか否かが、クランク角センサ 4 2 の出力に基づいて判別される (ステップ 4 1 0)。その結果、現在のクランク回転数が所定値 に達したと判定された場合には、上記ステップ 4 0 6 の処理によって吸排気弁 3 2、3 6 が全閉状態にあると検知された気筒から、吸気可変動弁装置 3 4 および排気可変動弁装置 3 8 によるカム軸の駆動が開始されるとともに、所定のタイミングで燃料噴射や点火が開始される (ステップ 4 1 2)。

50

【0094】

一方、上記ステップ404において、内燃機関10が現在冷間状態にない、すなわち、温間状態にあると判定された場合には、現時点で排気弁36が開弁状態にある気筒が検知される(ステップ414)。

【0095】

次に、現在のクランキング回転数が所定値以上であるか否かが判別される(ステップ416)。その結果、現在のクランキング回転数が所定値に達したと判定された場合には、上記ステップ414の処理によって排気弁36が開弁状態にあると検知された気筒から、吸気可変動弁装置34および排気可変動弁装置38によるカム軸の駆動が開始されるとともに、所定のタイミングで燃料噴射や点火が開始される(ステップ418)。

10

【0096】

クランキング実行時に吸排気弁32、36がともに全閉状態とされている気筒では、圧縮膨張が繰り返されることで、圧縮端温度が高められる。以上説明した図14に示すルーチンによれば、内燃機関10が冷間状態にあるときは、圧縮端温度が適切な温度に高められた気筒から始動を開始されることになるため、良好な始動性が確保され、HCの発生を効果的に抑制することができる。また、上記ルーチンでは、内燃機関10が冷間状態にあるときは、吸排気弁32、36が全閉状態とされている気筒に対して、クランキング時に予め燃料噴射が行われる。このため、圧縮膨張が繰り返されることによって、燃焼室14内で燃料が空気と十分にミキシングされた状態で始動を開始させることができ、より良好な始動性を確保することが可能となる。

20

【0097】

また、上記ルーチンによれば、内燃機関10が温間状態にあるときは、排気弁36が開弁状態とされている気筒から始動を開始させることにより、始動開始時に圧縮端温度が適切な温度域を上回ってしまうのを回避することができ、これにより、ノックが生ずるのを防止することができる。

【0098】

ところで、上述した実施の形態4においては、内燃機関10の始動指令が出された際に、吸排気弁32、36が全閉状態となっている気筒や排気弁36が開弁状態となっている気筒を検知することとしている。しかしながら、本実施形態のシステムのようにクランク軸の回転と独立して吸排気弁32、36を駆動可能な吸気可変動弁装置34、排気可変動弁装置38を備えるシステムにおいては、このような手法に限定されるものではない。例えば、内燃機関10の始動指令が出された際に、任意の気筒を選択し、その選択された気筒における吸排気弁32、36を意図的に全閉状態、或いは排気弁36を開弁状態とし、そして、そのような状態とされた気筒から始動を開始させるようにしてもよい。

30

【0099】

また、上述した実施の形態4においては、内燃機関10が温間状態にあるときは、排気弁36が開弁状態とされていると検知された気筒から始動を開始させることとしているが、本発明はこのような手法はこれに限定されるものではない。例えば、内燃機関10が温間状態にあるときには、排気可変動弁装置38によって、クランキングの実行時に排気弁36が開弁状態となる気筒を交互に入れ替えてもよい。このような手法によれば、内燃機関10が温間状態にあるときに、吸排気弁32、36がともに全閉状態とされている一部の気筒のみが、クランキング時に圧縮端温度が上昇し過ぎてしまうのを回避して、始動時に全気筒の圧縮端温度を平均化させることができる。

40

【0100】

また、上述した実施の形態4においては、内燃機関10に始動指令が出されたときに、上述した制御を行うこととしているが、本発明における燃焼開始要求が出される状況はこのような始動指令時に限定されるものではなく、本発明における燃焼開始要求は、例えば、F/C実行中に検知されるF/Cからの復帰要求であってもよい。すなわち、燃料噴射が再開されるF/Cの復帰要求時に、本実施形態の図14に示すルーチンの制御を行うようにしてもよい。更には、上述した実施の形態1または2のように、F/Cの実行中に、吸気可変動

50

弁装置 3 4 および排気可変動弁装置 3 8 を意図的に駆動することにより、吸排気弁 3 2、3 6 を上記図 6 または図 1 0 に示す設定に制御しているシステムにおいて、F/C の復帰要求を検知した場合に、上記図 1 4 に示す制御を行うようにしてもよい。

【0101】

尚、上述した実施の形態 4 においては、ECU 4 0 が、上記ステップ 4 0 4 の処理を実行することにより前記第 5 または第 6 の発明における「機関温度検知手段」が、上記ステップ 4 0 0 の処理を実行することにより前記第 5 または第 6 の発明における「燃焼要求検知手段」が、上記ステップ 4 0 4、および 4 1 4 ~ 4 1 8 の処理を実行することにより前記第 5 の発明における「温間時燃焼実行手段」が、上記ステップ 4 0 4 ~ 4 1 2 の処理を実行することにより前記第 6 の発明における「冷間時燃焼実行手段」が、それぞれ実現されている。また、ECU 4 0 が、上記ステップ 4 0 8 の処理を実行することにより前記第 7 の発明における「燃料予噴射手段」が、上記ステップ 4 1 0 においてクランキング回転数が所定値に達するまで点火を行わないようにしていることにより前記第 7 の発明における「点火禁止手段」が、それぞれ実現されている。

10

【0102】

その他の変形例。

ところで、上述した実施の形態 1 乃至 4 においては、吸排気弁 3 2、3 6 を駆動するための装置として、モータでカム軸を直接的に駆動する吸気可変動弁装置 3 4 等を用いているが、本発明において適用可能な可変動弁装置は、上述した構成に限定されるものではない。すなわち、上述した各実施の形態の特徴に合わせて、以下のような可変動弁装置を用いるようにしてもよい。具体的には、上述した可変動弁装置に代えて、吸気弁または排気弁として機能するバルブを電磁力で駆動する電磁駆動弁を用いてもよい。また、吸気弁または排気弁の開弁特性を機械的に変更可能な機構を有する機械式の可変動弁装置であってもよい。更には、吸気弁または排気弁を押動するカムとして、連続的に変化する複数のプロフィールを有するカムを備え、当該カムをカム軸の軸方向に移動させることで、バルブの開弁特性を変化させる可変動弁装置であってもよい。

20

【0103】

また、上述した実施の形態 1 乃至 4 においては、説明の便宜上、直列 4 気筒型エンジンを例に説明したが、本発明が適用される内燃機関はこのような形式のエンジンに限定されるものではない。

30

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図 1】本発明の実施の形態 1 の内燃機関システムの構成を説明するための図である。

【図 2】図 1 に示す吸気可変動弁装置の構成を示す斜視図である。

【図 3】図 2 に示す吸気カムの詳細な構成を説明するために、吸気カム軸をその軸方向から見た図である。

【図 4】図 1 に示す排気可変動弁装置の構成を示す斜視図である。

【図 5】図 4 に示す排気カム軸の詳細な構成を説明するために、排気カム軸をその軸方向から見た図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 において用いられる吸排気弁の開閉時期の設定を説明するための図である。

40

【図 7】図 6 に示す設定に基づき、すべての気筒の吸気弁が閉弁状態に維持された様子を表している。

【図 8】図 6 に示す設定に基づき、# 1 および # 2 気筒の排気弁が閉弁状態に維持され、かつ、# 3 および # 4 気筒の排気弁が所定の等しいリフト量で停止状態に維持された様子を表している。

【図 9】本発明の実施の形態 1 において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図 1 0】本発明の実施の形態 2 において用いられる吸排気弁の開閉時期の設定を説明するための図である。

【図 1 1】本発明の実施の形態 2 において実行されるルーチンのフローチャートである。

50

【図12】本発明の実施の形態3において用いられる吸排気弁の開閉時期の設定を説明するための図である。

【図13】本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図14】本発明の実施の形態4において実行されるルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

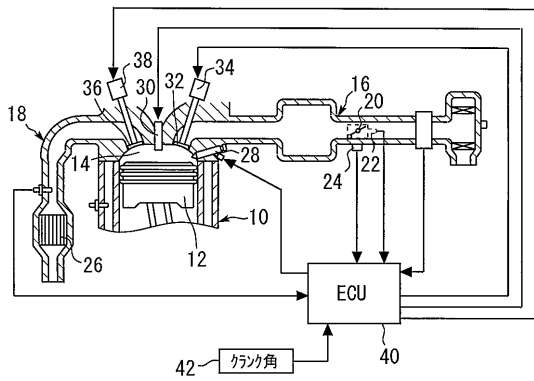
【0105】

- 10 内燃機関
- 12 ピストン
- 14 燃焼室
- 26 触媒
- 32 吸気弁
- 34 吸気可変動弁装置
- 36 排気弁
- 38 排気可変動弁装置
- 40 ECU(Electronic Control Unit)
- 48、50 吸気カム
- 52、54 吸気カム軸
- 60 第1のモータ
- 68 第2のモータ
- 74 排気カム
- 76 排気カム軸
- 82 モータ

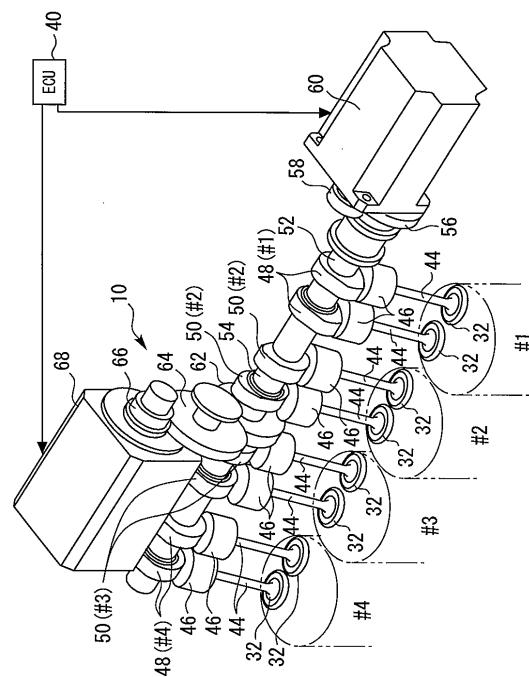
10

20

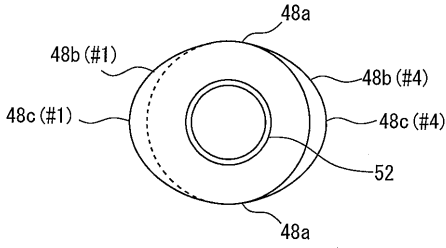
【図1】



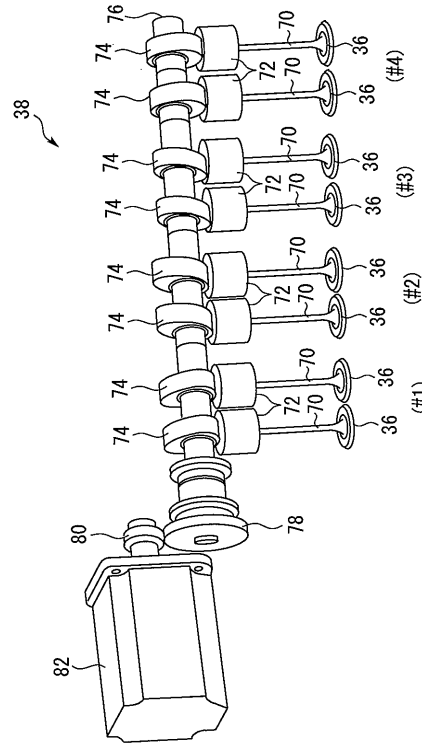
【図2】



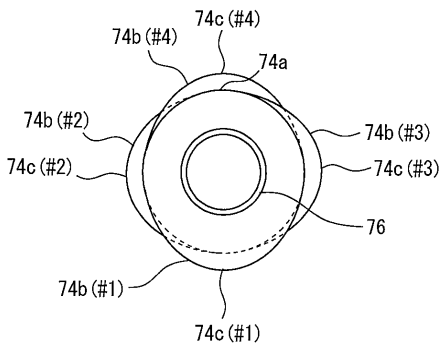
【図3】



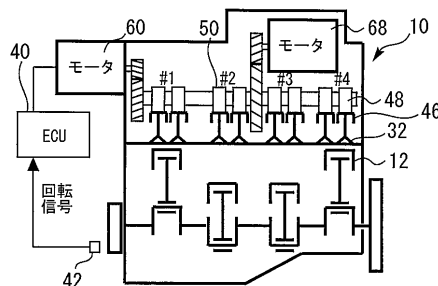
【図4】



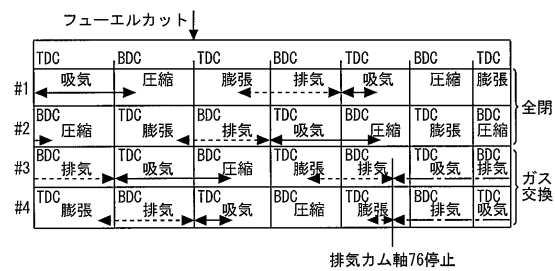
【図5】



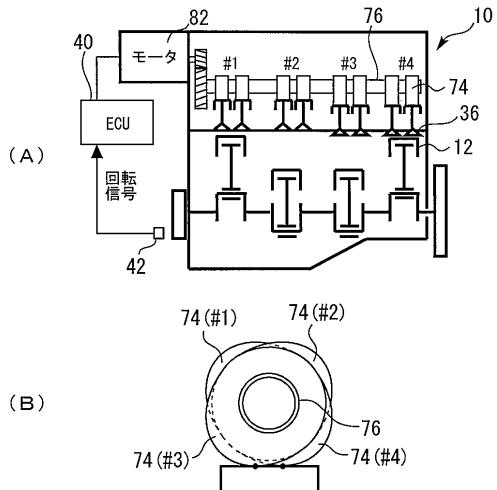
【図7】



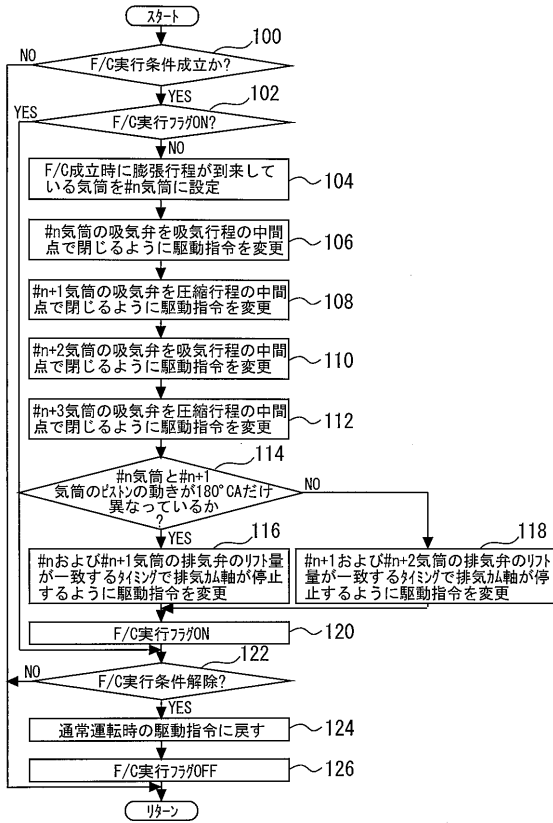
【図6】



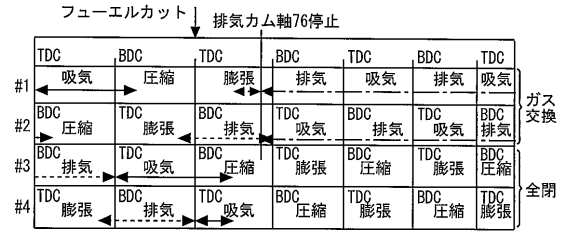
【図8】



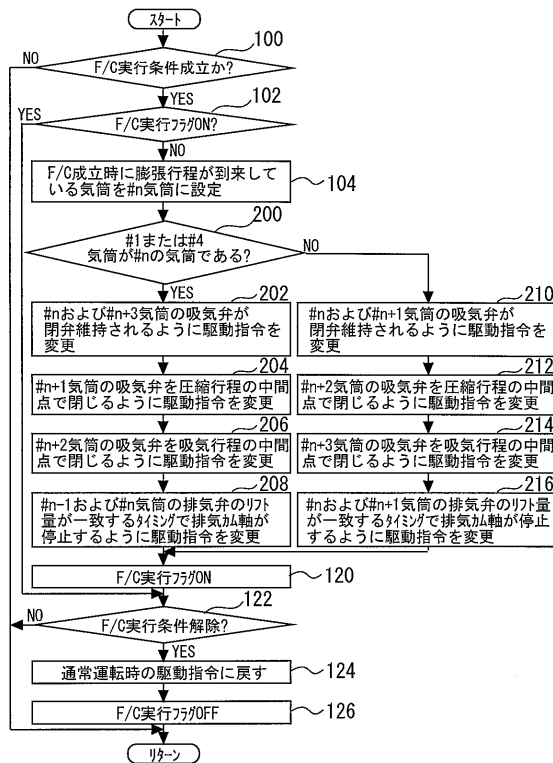
【図9】



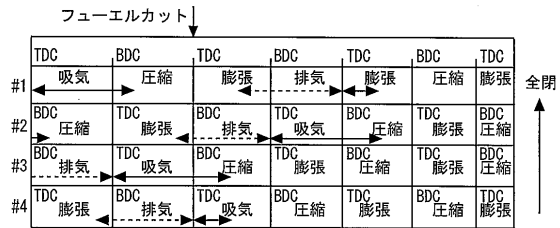
【図10】



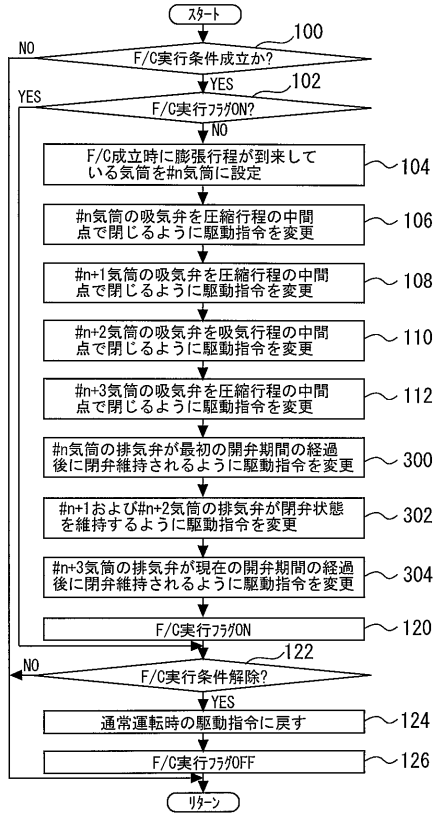
【図11】



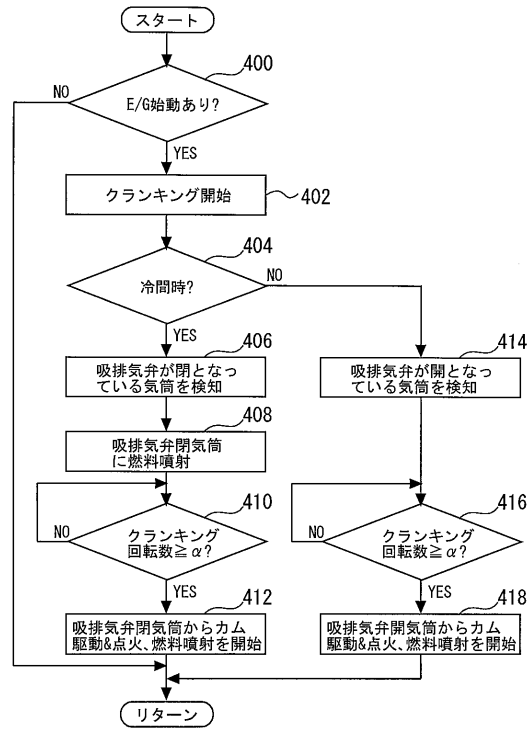
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 L 13/00 (2006.01) F 0 2 D 45/00 3 1 2 F
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
F 0 2 D 43/00 3 0 1 A
F 0 1 L 13/00 3 0 3 Z
F 0 1 L 13/00 3 0 1 A

(72)発明者 木戸岡 昭夫
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 鹿角 剛二

(56)参考文献 特開昭55-072621(JP,A)
特開2004-308487(JP,A)
特開2004-137969(JP,A)
特開2001-182570(JP,A)
特開2004-169646(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 1 3 / 0 2
F 0 1 L 1 3 / 0 0
F 0 2 D 1 3 / 0 4
F 0 2 D 4 1 / 1 2
F 0 2 D 4 3 / 0 0
F 0 2 D 4 5 / 0 0