

(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2017-145735

(P2017-145735A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 2 D 41/06 (2006.01)	F 0 2 D 41/06 3 2 0	3 G 0 9 1
F 0 2 D 43/00 (2006.01)	F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z	3 G 0 9 2
F 0 2 D 41/02 (2006.01)	F 0 2 D 41/02 3 0 1 A	3 G 3 0 1
F 0 2 D 41/34 (2006.01)	F 0 2 D 41/34 H	3 G 3 8 4
F 0 2 D 45/00 (2006.01)	F 0 2 D 41/34 F	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-27568 (P2016-27568)
 (22) 出願日 平成28年2月17日 (2016.2.17)

(71) 出願人 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 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 有原 儀信
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内
 Fターム(参考) 3G091 AA24 AB03 BA03 CB05 CB07
 DA07 EA16 FA01 FC07
 3G092 AA01 AA06 AA11 BA09 DA01
 DA02 DA03 DA12 EA06 EC01
 FA15 GA01 GA02 HA01Z HA06Z
 HC05Z HD05Z HE03Z HE08Z

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び排気ガス浄化触媒の暖機方法

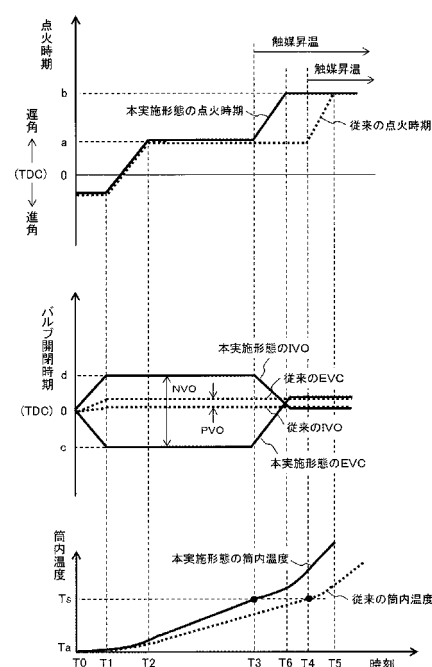
(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の始動後の筒内の混合気の燃焼安定性を高めると共に、触媒の早期活性化を図ることができる新規な内燃機関の制御装置を提供することにある。

【解決手段】 筒内昇温制御機能部Cyl Tupによって、始動後の筒内温度を早期に昇温すると共に、この筒内の昇温が行われた後に、触媒昇温制御機能部Cat Tupによって点火時期の遅角を早期に行って排気ガスの温度を高めて触媒を活性化する。これによれば、内燃機関の始動後に筒内温度を早期に高めて混合気の燃焼安定性を確保して点火時期の遅角を行うので、触媒に流れる排気ガスの熱量が早い時期に増加して触媒が暖機するまでの時間を短縮できるので、始動時の排気ガス有害成分を効率的に浄化することができる。

【選択図】 図5

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気通路に設けられた排気ガス浄化触媒と、燃焼室の筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に対して点火を行なう点火手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方の開閉時期を制御する可変バルブタイミング機構とを備えた内燃機関に使用され、前記内燃機関の運転状態に対応して前記燃料噴射手段、前記点火手段、及び前記可変バルブタイミング機構を制御する制御手段を備えた内燃機関の制御装置において、

前記制御手段は、前記内燃機関の始動時に前記筒内の温度を高める筒内昇温制御機能部を備えると共に、前記筒内昇温制御機能部によって前記筒内の温度が所定温度に達すると、前記点火手段の点火時期の遅角量を大きくする制御信号を前記点火手段に送って前記排気ガス浄化触媒の温度を高める触媒昇温制御機能部を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【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、

前記筒内昇温制御機能部は、排気行程と吸気行程の間で、前記排気バルブと前記吸気バルブが共に閉じているネガティブ・バルブ・オーバーラップ期間を生成するように前記可変バルブタイミング機構を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記筒内昇温制御機能部は、前記筒内の温度が所定温度に達すると、前記排気行程と前記吸気行程の間で、前記排気バルブと前記吸気バルブが共に開いているポジティブ・バルブ・オーバーラップ期間を生成するように前記可変バルブタイミング機構を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記制御手段は、前記ネガティブ・バルブ・オーバーラップ期間の間に、1 燃焼サイクルに必要な燃料の全量または一部の量を前記筒内に噴射するように前記燃料噴射手段を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

排気通路に設けられた排気ガス浄化触媒と、燃焼室の筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に対して点火を行なう点火手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方の開閉時期を制御する可変バルブタイミング機構とを備えた内燃機関において、

30

前記内燃機関の始動時に、前記可変バルブタイミング機構によって排気行程と吸気行程の間で前記排気バルブと前記吸気バルブが共に閉じているネガティブ・バルブ・オーバーラップ期間を生成すると共に、前記点火手段の点火時期を第 1 の遅角量に設定し、

前記筒内の温度が所定温度に達すると、前記点火手段の点火時期の遅角量を前記第 1 の遅角量より大きい第 2 の遅角量に設定すると共に、前記可変バルブタイミング機構によって前記排気行程と前記吸気行程の間で前記排気バルブと前記吸気バルブが共に開いているポジティブ・バルブ・オーバーラップ期間を生成することを特徴とする排気ガス浄化触媒の暖機方法。

40

【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に係り、特に筒内燃料噴射方式の内燃機関の制御装置及び排気ガス浄化触媒の暖機方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の燃焼室に直接的に燃料を噴射する筒内燃料噴射方式の内燃機関が広く知られ

50

ている。筒内燃料噴射方式の内燃機関は、燃料噴射弁により燃焼室内に直接的に燃料噴射を行うものであり、排気ガス有害成分の削減、燃料消費率及び出力の向上等を図っている。この筒内燃料噴射方式の内燃機関では、主に吸気行程で燃料噴射することにより燃料と空気とを均一な混合気として燃焼させる均質燃焼と、圧縮行程で燃料噴射することにより燃料の濃い層と薄い層とを生成して燃焼させる成層燃焼とを運転状態に応じて使い分けている。

【0003】

筒内燃料噴射方式の内燃機関において、低温時に排気ガス浄化用触媒装置（以下、単に触媒と表記する）の触媒浄化性能の向上を図る方法として、例えば、特開2000-45843号公報（特許文献1）に示されるように、吸気行程から圧縮行程終了付近の点火時期の間の区間範囲内で少なくとも2回の分割噴射を行わせ、かつ、この時の点火時期を所定量だけ遅角させる制御技術が開示されている。

10

【0004】

この制御技術においては、触媒が活性温度よりも低い未暖機状態にあるとき、内燃機関自身も未暖機状態であるため、分割噴射の後期噴射により点火プラグ周辺に局所的に濃い混合気を生成して、点火プラグによる着火性及びその後の燃焼安定性を高めている。このことにより点火時期の遅角量（リタード量）を大きくすることが可能となり、排気行程での排気ガスの温度が上昇することにより、触媒が早期活性化されて触媒浄化性能の向上を図れるものである。

【0005】

20

また、近年では一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）、窒素酸化物（NO_x）の排気ガス規制に加え、粒子状物質の排出質量（以下PM）及び排出個数（以下PN）が規制され、排気有害ガス成分の更なる排出抑制が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-45843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

30

ところで、上述した通り内燃機関から排出される排気ガス有害成分を浄化するためには、内燃機関の下流に設けられた触媒を早期に活性させる必要がある。触媒を早期に活性させるためには、触媒を通過する排気ガスの温度を上昇させ、触媒が活性可能な温度まで昇温させなければならない。ここで、点火時期の遅角量が大きくなるほど、排気ガスの温度を上昇させることができ、触媒の早期活性化に有利である。尚、内燃機関の冷機状態の点火時期の遅角量は、内燃機関の運転状態（例えば、冷却水の温度）等に応じて制御装置に設けられたマップメモリを参照して決定されている。

【0008】

しかしながら、内燃機関が冷機状態にあるときは、点火時期の遅角量を大きくするにしたがい混合気の燃焼安定性は悪化する傾向にある。つまり、冷機始動直後は、内燃機関の筒内の温度が低いことにより燃焼が不安定な状態となりやすい。したがって、燃焼が不安定な状態を回避するために、点火時期の遅角量を大きくすることができず、このため、内燃機関の排気通路の下流にある触媒の活性化に時間がかかるという課題がある。

40

【0009】

本発明の目的は、内燃機関の始動後の筒内の混合気の燃焼安定性を高めると共に、触媒の早期活性化を図ることができる新規な内燃機関の制御装置及び排気ガス浄化触媒の暖機方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の特徴は、内燃機関の始動後の筒内温度を早期に昇温すると共に、この筒内の昇

50

温が所定温度に達すると、点火時期の遅角量を大きくして早期に排気ガスの温度を高めて触媒を活性化する、ところにある。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、内燃機関の始動後に筒内温度を早期に高めて混合気の燃焼安定性を確保して点火時期の大きな遅角を行うので、触媒に流れる排気ガスの熱量が早い時期に増加して触媒が暖機するまでの時間を短縮できるので、始動時の排気ガス有害成分を効率的に浄化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】筒内燃料噴射方式の内燃機関の制御システムを示す概略の構成図である。

【図2】図1に示す内燃機関の制御システムに用いられる制御ユニットの概略の構成図である。

【図3】一般的な内燃機関における、吸気バルブ及び排気バルブのリフト動作特性を示す特性図である。

【図4】本発明の実施形態における吸気バルブ及び排気バルブのリフト動作特性を示す特性図である。

【図5】本発明の実施形態、及び従来の内燃機関における、冷機始動時の点火時期、バルブタイミング及び筒内温度の変化状態を説明するタイムチャート図である。

【図6】本発明の実施形態における点火時期とバルブタイミングの制御状態を説明する制御フローチャート図である。

【図7】本発明の実施形態における吸気バルブ及び排気バルブのリフトと燃料噴射時期の関係を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

【0014】

図1は、本発明が適用される筒内燃料噴射方式の内燃機関10の制御システムの全体の概略構成を示している。エアクリーナ11の入口部から取り入れられた吸入空気は、吸入空気流量計（エアフロセンサ）12が配置された流量計測部を通り、その流量が計測される。その後、吸入空気は、吸入空気流量を制御する電制スロットル弁13を通して各シリンダ（各気筒）14に接続された吸気管15に分配される。

【0015】

吸入空気は、吸気管15に分配された後、各気筒に設けられた吸気バルブ16を通り燃焼室17に導入される。燃焼室17はシリンダ14の内壁面とシリンダ14内を往復動作するピストン18の冠面18aとによって形成され、ピストン18の往復動作によってその容積が変化する。

【0016】

吸入空気流量計12からは、吸入空気流量を表す出力信号が制御ユニット（ECU）19に入力される。電制スロットル弁13には電制スロットル弁13の開度を検出するスロットル開度センサ20が取り付けられており、その出力信号も制御ユニット19に入力される。

【0017】

燃料は、低圧燃料ポンプ（図示せず）により1次加圧された後、高圧燃料ポンプ21で更に高い圧力に2次加圧され、コモンレール22を介して各シリンダに設けられている燃料噴射弁23から燃焼室17に噴射される。燃焼室17に噴射された燃料は、吸入空気との混合気を生成し、点火コイル24からの点火エネルギーにより点火プラグ25で着火され、燃焼室17内で燃焼する。

10

20

30

40

50

【0018】

混合気の燃焼によって生じた排気ガスは燃焼室17から各気筒に設けられた排気バルブ26を通じて排気管27へ排出される。排気管27の途中には空燃比センサ28、触媒29が設けられている。空燃比センサ28にて検出された排気ガスの空燃比センサ出力信号は制御ユニット19に入力さる。

【0019】

これに基づいて所定空燃比となるように制御ユニット19から燃料噴射弁23へフィードバック制御が実行される。空燃比センサ28は、理論空燃比付近で出力電圧が急変するO₂センサ、または実空燃比に対応して線形な電圧が出力されるA/Fセンサが採用されている。

10

【0020】

触媒28は三元触媒により構成され、排気ガスのHC、CO、NO_xの浄化が行われる。触媒28の触媒浄化作用が発揮されるには、触媒が活性化温度に達している必要があり、制御ユニット19により触媒28を早期に暖機状態にする制御が実行される。そのためには触媒の温度状態を検出する必要があり、吸入空気流量計（エアフロセンサ）12からの吸入空気量積算値による推定、水温センサ30または油温センサ31での推定、触媒温度センサ（図示せず）による直接検出等の方法で実行される。

【0021】

内燃機関10の側面には燃焼中に発生するノッキングを検出するノックセンサ32が設けられ、その検出信号は内燃機関制御ユニット19に出力される。また、内燃機関10のクランク軸33に取り付けられたクランク角センサ34は、クランク軸33の回転位置を表す信号を制御ユニット19に出力する。

20

【0022】

内燃機関10のカム軸35には、吸気バルブ16及び排気バルブ26の開閉時期を調整する吸気側可変バルブタイミング機構（VTC）36、排気側可変バルブタイミング機構（VTC）37が設けられ、制御ユニット19からの制御信号により駆動される。これらの可変バルブタイミング機構36、37は油圧アクチュエータや電動アクチュエータを使用して構成されている。

【0023】

また、カム軸35には吸気バルブ16及び排気バルブ26の開閉時期を検出するカム角センサ38が設けられ、検出された信号を制御ユニット19に出力する。カム軸3、可変バルブタイミング機構（VTC）36、37、カム角センサ38は、吸気バルブ16及び排気バルブ26のそれぞれに対して設けられている。

30

【0024】

図2に制御ユニット19の入出力関係を示している。制御ユニット19は、A/D変換器等の入力部40in、制御機器要素に出力信号を送る出力部40outを含むI/O用LSI41、演算処理を実行するCPU（中央演算処理装置）42等から構成される。制御ユニット19は、エアフロセンサ12、スロットルセンサ20、カム角センサ38、クランク角センサ34、水温センサ30、空燃比センサ28、油温センサ31、ノックセンサ32を含む各種センサ等からの信号を入力として取り込み、所定の演算処理を実行する。

40

【0025】

演算処理によって算出された演算出力は、アクチュエータである電制スロットル弁13、高圧ポンプ21、点火コイル24、複数気筒の燃料噴射弁23、可変バルブタイミング機構36、37に制御信号として供給され、燃料噴射量/噴射時期制御及び点火時期制御、吸排気バルブの開閉タイミング制御等が実行される。

【0026】

I/O用LSI41の出力部40outは、バッテリーから供給される電圧を昇圧回路（図示せず）にて昇圧し、図示しないIC回路（Integrated Circuit）によって電流制御することによって各燃料噴射弁23を駆動している。

50

【0027】

このような制御システムは良く知られた構成であるので、これ以上の説明は省略する。さて、上述した通り、内燃機関から排出される排気ガス有害成分を浄化するためには、内燃機関の排気通路の下流に設けられた触媒を早期に活性させる必要がある。触媒を早期に活性させるためには、触媒を通過する排気ガスの温度を上昇させ、触媒が活性可能な温度まで昇温させなければならない。ここで、点火時期の遅角量が大きくなるほど、排気ガスの温度を上昇させることができ、触媒の早期活性化に有利である。

【0028】

しかしながら、内燃機関が冷機状態にあるときは、点火時期の遅角量を大きくするにしたがい混合気の燃焼安定性は悪化する傾向にある。この理由は、冷機始動直後では内燃機関の筒内の温度が低いことにより燃焼が不安定な状態となりやすいからである。このため、燃焼が不安定な状態を回避するために、早い時期に点火時期の遅角量を大きくすることができず、触媒の活性化に時間がかかるという課題がある。

【0029】

そこで、本発明の実施形態では、内燃機関の始動後の筒内の混合気の燃焼安定性を高めると共に、混合気の燃焼安定性を高めた状態で点火時期を大きく遅角して触媒の早期活性化を図るシステムを提案するものである。

【0030】

このため、本実施形態では、内燃機関の始動後の筒内温度を早期に昇温すると共に、この筒内温度の昇温が行われた後に、早い時期に点火時期の遅角を行なって排気ガスの温度を高めて触媒を活性化するようにしたものである。これによれば、内燃機関の始動後に筒内温度を早期に高めて混合気の燃焼安定性を確保し、その後に点火時期の遅角を行うので、触媒に流れる排気ガスの熱量が早い時期に増加して触媒が暖機するまでの時間を短縮でき、これによって、始動時の排気ガス有害成分を効率的に浄化することができるようになる。

【0031】

本実施形態においては、始動後の筒内温度を高めるために吸気側可変バルブタイミング機構36と、排気側可変バルブタイミング機構37を利用している。

【0032】

図3は、一般的な内燃機関における、吸気バルブ16及び排気バルブ26の動作特性を示している。排気バルブ26は、下死点(BDC)前の膨張行程後半に開き始め、上死点(TDC)後の吸気行程前半で閉じ終わる。一方、吸気バルブ16は、上死点(TDC)前の排気行程後半に開き始め、下死点(BDC)後の圧縮行程前半で閉じ終わる。

【0033】

そして、排気行程と吸気行程の間の上死点(TDC)付近では、吸気バルブ16と排気バルブ26が共に開いている期間があり、これはポジティブ・バルブ・オーバーラップ(以下、PVO期間と表記する)と呼ばれている。このPVO期間は、吸気バルブ16と排気バルブ26が共に開いているので、燃焼室内の燃焼ガスは吸気バルブ16と排気バルブ26を通過して自由に出入りすることができる。このため、燃焼ガスの温度は筒内温度を高めるために充分に利用されていない。

【0034】

一方、図4は本実施形態で利用する吸気バルブ16と排気バルブ26の動作特性を示している。排気バルブ26を排気行程の上死点(TDC)到達前に閉じ、かつ吸気バルブ16を上死点(TDC)後に開くことで、排気行程において吸気バルブ16及び排気バルブ26が同時に閉じている期間が生成される。これはネガティブ・バルブ・オーバーラップ(以下、NVO期間と表記する)と呼ばれている。

【0035】

NVO期間が生成されることで、排気行程中の燃焼ガスはシリンダ14内に所定の時間に亘って閉じ込められ、更に燃焼ガスが圧縮されてガス温度が上昇する。燃焼ガスが所定時間に亘って燃焼室に残留すること、及び燃焼ガスのガス温度が上昇することで、冷却損

10

20

30

40

50

失、すなわちシリンダ 14 の壁面への伝熱量が増加し筒内温度が高くなるものである。

【0036】

本実施形態では、吸気側可変バルブタイミング機構 36 と、排気側可変バルブタイミング機構 37 を利用して、この NVO 期間を始動後に形成して筒内温度を高めるようにしているものである。尚、この NVO 期間の長さは任意であり、十分な筒内温度が得られるように決められる。

【0037】

以下、内燃機関の始動からの経過時間に対する筒内温度の変化、吸気バルブと排気バルブの開閉特性変化、点火時期の特性変化について、本実施形態と従来例を比較しながら説明する。尚、実線は本実施形態を示し、破線は従来例を示している。

10

【0038】

図 5 において、従来の制御方法においては破線で示すように、時刻 T0 において内燃機関がクランキングを開始して、時刻 T1 で始動（完爆）が完了する。そして、時刻 T0 ～時刻 T1 までの間の点火時期は上死点（TDC）より 10° 程度だけ進角側に設定されている。

【0039】

この時、吸気バルブ 16 の開弁時期（IVO）は上死点（TDC）より進角側に設定されている。一方、排気バルブ 26 の閉弁時期（EVC）は上死点（TDC）より遅角側に設定されている。したがって、吸気バルブ 16 と排気バルブ 26 の間には PVO 期間が生じることになる。この PVO 期間は、時刻 T0 から時刻 T1 までの間に徐々に大きくなっている。この時、筒内温度は、温度 Ta からさほど上昇していない。

20

【0040】

次に、時刻 T1 で内燃機関が始動して時刻 T2 に達するまで点火時期は徐々に遅角されていき排気ガスの温度を上昇させていく。しかしながら、冷機状態の始動直後はシリンダ 14 内部の温度が低く、混合気の不安定な燃焼を回避するために点火時期の遅角量は大きくせず、時刻 T2 において、点火時期を上死点（TDC）より 5° 程度だけ遅角側の点火時期 a（第 1 の遅角量に対応）に設定される。

【0041】

また、排気バルブ 26 閉弁時期（EVC）は上死点（TDC）より遅角側に設定され、吸気バルブ 16 の開弁時期（IVO）は上死点（TDC）より進角側に設定されて所定の PVO 期間が生成されることになる。この PVO 期間は、内燃機関の暖機が完了するまでほぼ同じ値に設定されている。この時、シリンダ 14 の筒内温度は燃焼サイクルの進行に対応して高くなっていく。つまり、回転数に対応して燃焼サイクルが実行されるので、積算回転数が大きいほど筒内温度は昇温されるようになる。

30

【0042】

そして、時刻 T4 に達するまでは筒内温度が所定温度 Ts に達していないので、点火時期は上死点（TDC）より遅角側の点火時期 a に維持されたままである。同様に PVO 期間は、内燃機関の暖機が完了するまでほぼ同じ値に設定されている。

【0043】

時刻 T4 で筒内温度が温度 Ts に達すると、点火時期は、点火時期 a から徐々に遅角されていき、時刻 T5 において、点火時期を上死点（TDC）より 15～20° 程度だけ遅角側の点火時期 b（第 2 の遅角量に対応）に設定される。したがって、時刻 T4 以降で実質的な触媒の昇温が行われるようになる。

40

【0044】

このように、冷機状態の始動直後は、内燃機関の筒内の温度が低いことにより燃焼が不安定な状態となりやすい。このため、燃焼が不安定な状態を回避するために、筒内温度が温度 Ts に達するまでは、触媒の昇温のために大きな点火時期の遅角を行うことができず、内燃機関の排気通路の下流にある触媒の活性化に時間がかかるという課題がある。

【0045】

これに対して、本実施形態においては実線で示すように、時刻 T0 において内燃機関が

50

クランキングを開始して、時刻 T 1 で始動（完爆）が完了する。そして、時刻 T 0 ～時刻 T 1 までの間の点火時期は上死点（T D C）より 1 0 ° 程度だけ進角側に設定されている。これは従来の制御方法と同様である。

【0046】

ただ、本実施形態では排気バルブ 2 6 の閉弁時期と吸気バルブ 1 6 の開弁時期が従来の制御方法と異なっている。時刻 T 0 において内燃機関がクランキングを開始して、時刻 T 1 で始動（完爆）が完了するまでの間に、吸気バルブ 1 6 の開弁時期（I V O）は、吸気側可変バルブタイミング機構 3 6 によって上死点（T D C）を基準にして上死点（T D C）より遅角側に向けて移行されていく。一方、排気バルブ 2 6 の閉弁時期（E V C）は、排気側可変バルブタイミング機構 3 7 によって上死点（T D C）を基準にして上死点（T D C）より進角側に移行されていく。

10

【0047】

そして、時刻 T 1 においては、排気バルブ 2 6 の閉弁時期（E V C）は上死点（T D C）より進角側の閉弁時期 c に設定され、吸気バルブ 1 6 の開弁時期（I V O）は上死点（T D C）より遅角側の開弁時期 d に設定されて、所定の N V O 期間が生じることになる。この時の排気バルブ 2 6 の閉弁時期 c と吸気バルブ 1 6 の開弁時期 d の位相差は 4 0 ° 程度に設定されている。

【0048】

このように、吸気バルブ 1 6 と排気バルブ 2 6 の間には N V O 期間が生成され、この N V O 期間は徐々に大きく変化していくことになる。N V O 期間が生成されることによって、排気行程中の燃焼ガスはシリンダ 1 4 内に所定時間だけ閉じ込められ、更に燃焼ガスは圧縮されてガス温度が上昇する。これによって、シリンダ 1 4 の壁面への伝熱量が増加して筒内温度が高くなっていく。この N V O 期間は、筒内温度が所定温度 T s に達するまでほぼ同じように設定されている。

20

【0049】

尚、時刻 T 3 に達するまでは筒内温度が所定温度 T s に達していないので、点火時期は上死点（T D C）より遅角側の点火時期 a（第 1 の遅角量に対応）に維持されたままである。同様に N V O 期間は、筒内温度が温度 T s に達するまでほぼ同じ 4 0 ° の値に設定されている。

【0050】

そして、時刻 T 3 で筒内温度が所定温度 T s に達すると、点火時期は、点火時期 a から徐々に遅角されていき、時刻 T 6 において、点火時期を上死点（T D C）より 1 5 ～ 2 0 ° 程度だけ遅角側の点火時期 b（第 2 の遅角量に対応）に設定される。したがって、時刻 T 3 以降で実質的な触媒の昇温が行われるようになる。

30

【0051】

一方、時刻 T 3 で筒内温度が混合気の燃焼を安定化できるまで高くなっているので、吸気バルブ 1 6 と排気バルブ 2 6 による N V O 期間を生成する必要がなくなる。このため、吸気側可変バルブタイミング機構 3 6 は、時刻 T 3 以降では徐々に吸気バルブ 1 6 の開弁時期を進角方向に移行させて、時刻 T 6 付近で従来と同様のポジティブ・バルブ・オーバーラップが得られるような開弁時期に設定する。同様に、排気側可変バルブタイミング機構 3 7 は、時刻 T 3 以降では徐々に排気バルブ 2 6 の閉弁時期を遅角方向に移行させて、時刻 T 6 付近で従来と同様のポジティブ・バルブ・オーバーラップが得られるような開弁時期に設定する。

40

【0052】

尚、吸気バルブ 1 6 の開弁時期と排気バルブ 2 6 の閉弁時期の移行は時刻 T 6 に必ずしも合わせる必要はない。場合によっては、時刻 T 3 で、すぐにポジティブ・バルブ・オーバーラップが得られるような開弁時期に設定することも可能である。

【0053】

このように、本実施形態では、N V O 期間を設けることにより、シリンダ 1 4 内のガス温度が上昇し、シリンダ壁面への伝熱量が増加し、早期に筒内が昇温され、燃焼が不安定

50

になる危険性が軽減する。このため、早期に点火時期を大きく遅角させることができ、排気ガスの温度を上昇させて触媒が活性するまでの時間が短縮されるので、始動時の排気ガス有害成分を低減することができるようになる。

【0054】

次に、上述した点火時期とバルブ開閉時期の制御を行なう制御方法を図6に示す制御フローによって説明する。

【0055】

まず、ステップS10で運転者の操作によってイグニッションキーがオンになると、ステップS11へ進み、制御ユニット（ECU）19に電源が供給され、制御ユニット（ECU）19が起動される。次に、ステップS12で運転者の操作によってスタータスイッチがオンになり、スタータの回転によってクランキングが開始され、その後にステップS13で始動制御が実行される。これによって、始動に適した燃料制御や点火制御が実行される。

10

【0056】

スタータによって始動が行われ、ステップS14において、内燃機関10が冷機状態にあるかの判定が行われる。制御ユニット（ECU）19は油温や水温に基づいて、内燃機関10が冷機状態にあるか否かを判定する。

【0057】

ステップS14で内燃機関が暖機完了状態と判定されるとエンドに抜けてこの制御フローを終了して次の起動タイミングを待つことになる。一方、内燃機関が冷機状態にあると判定された場合、筒内昇温制御機能部CylTupによる制御を実行する。筒内昇温制御機能部CylTupは、ステップS15、S16、S17から構成されている。この筒内昇温制御機能部CylTupは、図5の時刻T0～時刻T3までの点火制御とバルブ開閉時期制御である。

20

【0058】

ステップS15においては、内燃機関がクランキングを開始して、時刻T1で始動（完爆）が完了するまでの間に、排気バルブ26の閉弁時期（EVC）が、排気側可変バルブタイミング機構37によって上死点（TDC）を基準にして上死点（TDC）より進角側に移行されていく。

【0059】

30

また、ステップS16においては、吸気バルブ16の開弁時期（IVO）が、吸気側可変バルブタイミング機構36によって上死点（TDC）を基準にして上死点（TDC）より遅角側に向けて移行されていく。

【0060】

また、ステップS17においては、時刻T0で内燃機関がクランキングを開始して、時刻T1で始動（完爆）が完了するが、時刻T0～時刻T1までの間の点火時期は上死点（TDC）より進角側に設定されている。

【0061】

以上の処理が終了すると、ステップS18では内燃機関が完爆したかどうかを判定している。この判定時期は図5の時刻T1に対応している。ステップS18で完爆していないと判定されると、再びステップS13～S17の制御ステップを繰り返すものである。

40

【0062】

これによって時刻T0～時刻T1までの吸気バルブ16の開弁時期、排気バルブ26の閉弁時期、及び点火時期が、図5の時刻T0～T1の間の特性に制御される。尚、時刻T1においては、排気バルブ26の閉弁時期（EVC）は上死点（TDC）より進角側の閉弁時期cに設定され、吸気バルブ16の開弁時期（IVO）は上死点（TDC）より遅角側の開弁時期dに設定されて所定のNVO期間が生成されることになる。

【0063】

このように、吸気バルブ16と排気バルブ26の間にはNVO期間が生成され、このNVO期間は徐々に大きく変化していくことになる。NVO期間が生成されることによって

50

、排気行程中の燃焼ガスはシリンダ１４内に所定時間だけ閉じ込められ、更に燃焼ガスは圧縮されガス温度が上昇する。これによって、シリンダ１４の壁面への伝熱量が増加して筒内温度が高くなっていく。

【００６４】

尚、図５においては、クランキングＴ０から完爆Ｔ１の間もＮＶＯ期間を生成しているが、クランキングＴ０から完爆Ｔ１の間をＰＶＯ期間とすることもできる。このように完爆Ｔ１までは、ＮＶＯ期間のピストンによる圧縮動作（ピストンの上昇を阻害する作用を行う）をなくすことで、内燃機関の回転数の立ち上がりを円滑にでき、完爆Ｔ１迄の時間も短縮することができる。この場合、図６のステップＳ１８は、ステップＳ１３とステップＳ１４の間に置き換えれば良いものである。

10

【００６５】

次に、ステップＳ１８で内燃機関が完爆したと判定するとステップＳ１９に進み、ステップＳ１９では筒内温度が所定温度Ｔｓに達したかどうか判定される。このステップＳ１９で、所定温度Ｔｓに達していないと判定されると、再びステップＳ１５～Ｓ１７の制御ステップを繰り返すものである。この時の排気バルブ２６の閉弁時期（ＥＶＣ）は閉弁時期ｃに設定され、吸気バルブ１６の開弁時期（ＩＶＯ）は開弁時期ｄに設定されて所定のＮＶＯ期間が生じている。一方、点火時期は、時刻Ｔ１での点火時期から比較的小さい遅角量である点火時期ａまで遅角されている。

【００６６】

次にステップＳ１９で、時刻Ｔ３で所定温度Ｔｓに達していると判定されると、触媒昇温制御機能部ＣａｔＴｕｐによる制御を実行する。触媒昇温制御機能部ＣａｔＴｕｐは、ステップＳ２０、Ｓ２１、Ｓ２２から構成されている。この触媒昇温制御機能部ＣａｔＴｕｐは、図５の時刻Ｔ３～時刻Ｔ６までの点火制御とバルブ開閉時期制御である。

20

【００６７】

時刻Ｔ３においては、筒内温度がすでに所定温度Ｔｓに達しているので、筒内昇温制御機能部ＣｙｌＴｕｐを実行する必要がない。したがって、ステップＳ２０においては、排気バルブ２６の閉弁時期（ＥＶＣ）が、排気側可変バルブタイミング機構３７によって上死点（ＴＤＣ）を基準にして上死点（ＴＤＣ）より遅角側に移行されていく。同様に、ステップＳ２１においては、吸気バルブ１６の開弁時期（ＩＶＯ）が、吸気側可変バルブタイミング機構３６によって上死点（ＴＤＣ）を基準にして上死点（ＴＤＣ）より進角側に向けて移行されていく。そして、時刻Ｔ６においてＰＶＯ期間が生成されるように、吸気バルブ１６の開弁時期と排気バルブ２６の閉弁時期が重なるように制御される。つまり、従来と同様のポジティブ・バルブ・オーバーラップが得られるような開弁時期に設定される。

30

【００６８】

また、ステップＳ２２においては、時刻Ｔ３～時刻Ｔ６の間で徐々に点火時期の遅角量が大きくなっていき、時刻Ｔ６で最大の遅角量である点火時期ｂに制御される。これによって排気ガスの温度が高くなり、効果的に触媒の早期暖機を行うことができるようになる。

【００６９】

次に、ステップＳ２３においては、触媒温度等に基づき触媒の活性が完了したか否かを判定している。ステップＳ２３で触媒の暖機が完了していないと判定された場合は、再びステップＳ２０～Ｓ２３の制御ステップを繰り返し実行して触媒の温度を高くしていくものである。一方、ステップＳ２３で触媒の暖機が完了していると判定された場合は、通常制御Ｎｃｎｔを実行する。

40

【００７０】

通常制御Ｎｃｎｔは、ステップＳ２４、Ｓ２５、Ｓ２６から構成されている。ステップＳ２４、ステップＳ２５においては、内燃機関の運転状態、負荷状態に対応して適切な吸気バルブ１６及び排気バルブ２６の開閉特性を演算して、吸気側可変バルブタイミング機構３６及び排気側可変バルブタイミング機構３７を制御する。また、ステップＳ２６にお

50

いては、内燃機関の運転状態、負荷状態に対応して適切な点火時期を演算して、点火コイル24と点火プラグ25の間に配置されている点火制御器を制御する。これ以降は通常の制御であるので説明は省略する。

【0071】

以上が、筒内昇温制御機能部Cyl Tupと触媒昇温制御機能部Cat Tupを備えた制御装置の構成とその動作である。次に、始動時の燃料噴射制御を簡単に説明する。

【0072】

図7には、筒内昇温制御機能部Cyl Tupを実行している時の吸気バルブ16と排気バルブ26の開閉時期と燃料噴射弁23の噴射時期の関係を示している。

【0073】

図7に示す(a)は、燃料噴射弁23から噴射される燃料噴射時期を示し、(b)は排気バルブ26と吸気バルブ16の開閉特性を示し、(c)はピストン位置特性を示している。この図からわかるように、燃料噴射弁23から噴射される燃料は2回に分割して噴射されており、先行する燃料噴射時期はNVO期間に設定され。後続の燃料噴射時期は吸気行程の前半に設定されている。尚、燃料は全ての燃料を同時にNVO期間で噴射することも可能である。

【0074】

上述した通り、筒内温度は、NVO期間を設けたことによる筒内昇温効果で筒内が急速に昇温されている。この急速に昇温された筒内に、1つの燃焼サイクルに必要な燃料量の全量、または一部の量が噴射されている。このため、昇温された筒内に噴射された燃料は、霧化が促進され且つ均質な混合気が生成されるので、燃焼が不安定になる危険性が更に軽減される。

【0075】

ここで、図7に示す燃料噴射時期では、NOV期間で1回、吸気行程の前半で1回の割合で燃料を噴射しているが、筒内の燃料付着を低減する目的で、NOV期間に2回以上の燃料噴射を実行しても良いものである。この場合、上死点に近い時期に噴射される燃料の量は、上死点から遠い時期に噴射される燃料の量より少なく設定されている。つまり、上死点に近い時期に噴射される燃料の量を多くすると、燃料がピストン冠面に付着してPM成分が増加する恐れがあるからである。上死点から遠い時期に噴射される燃料の量を多くすると、燃料がピストン冠面に付着する割合が低減され、良好な霧化状態を得ることができる。また、当然であるが、NVO期間中に燃料を噴射した後に点火時期が遅角されて点火が実行されるものである。

【0076】

尚、上記実施形態では吸気側可変バルブタイミング機構及び排気側可変バルブタイミング機構によってNVO期間を形成していたが、吸気側可変バルブタイミング機構或いは排気側可変バルブタイミング機構のどちらか一方でNVO期間を形成できる場合は、この方式にすることも可能である。このようにすると製造コスト、重量低減が図れる効果がある。

【0077】

以上述べた通り、本発明は、内燃機関の始動後の筒内温度を早期に昇温すると共に、この筒内の昇温が行われた後に、点火時期の遅角を早期に行って排気ガスの温度を高めて触媒を活性化するものである。これよれば、内燃機関の始動後に筒内温度を早期に高めて混合気の燃焼安定性を確保して点火時期の遅角を行うので、触媒に流れる排気ガスの熱量が早い時期に増加して触媒が暖機するまでの時間を短縮できるので、始動時の排気ガス有害成分を効率的に浄化することができる。

【0078】

尚、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の

10

20

30

40

50

構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

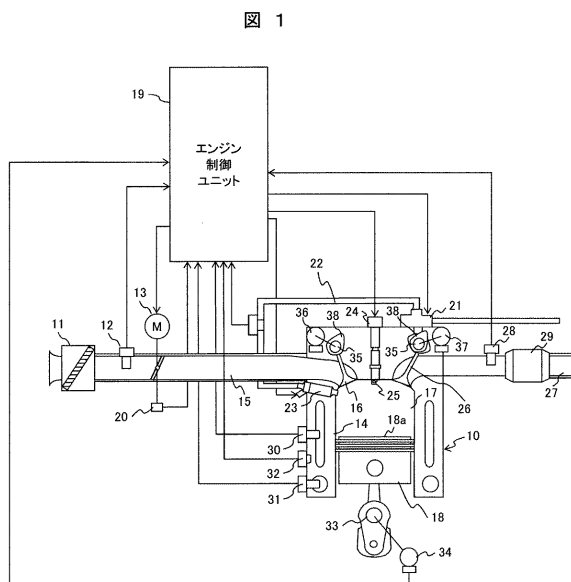
【符号の説明】

【0079】

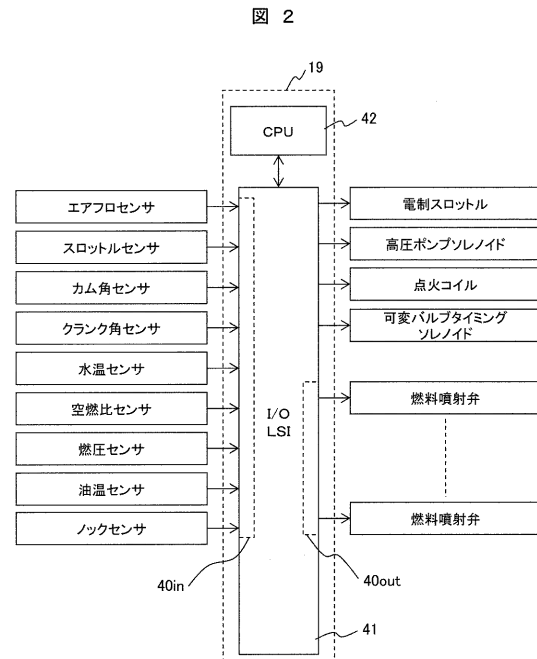
10…内燃機関、11…エアクリーナ、12…エアフロセンサ、13…電制スロットル弁、14…シリンダ（気筒）、15…吸気管、16…吸気バルブ、17…燃焼室、18…ピストン、19…制御ユニット、20…スロットルセンサ、21…高圧燃料ポンプ、22…コモンレール、23…燃料噴射弁、24…点火コイル、25…点火プラグ、26…排気バルブ、27…排気管、29…触媒、33…クランク軸、34…クランク角センサ、36…吸気側可変バルブタイミング機構、37…排気側可変バルブタイミング機構、41…I/O用LSI、42…CPU、Cyl Tup…筒内昇温制御機能部、Cat Tup…触媒昇温制御機能部。

10

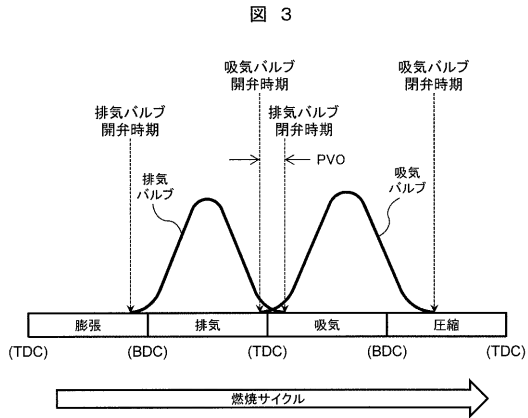
【図1】



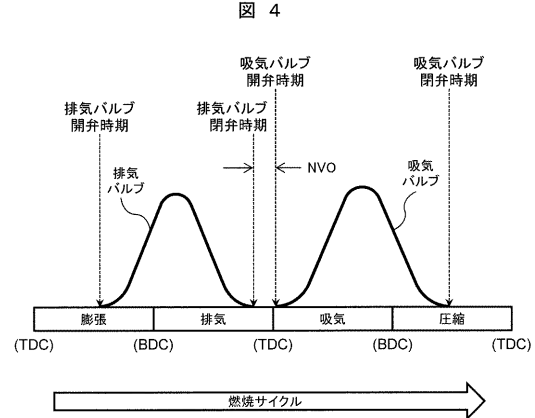
【図2】



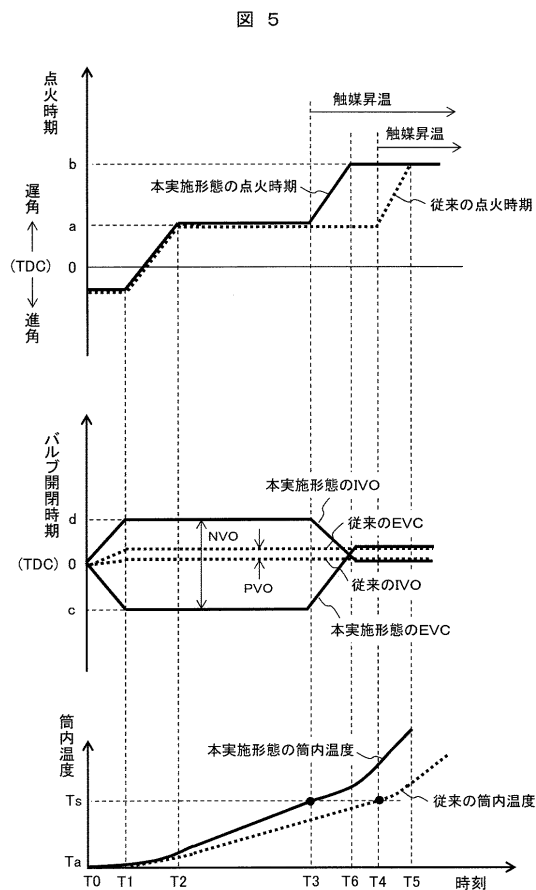
【図 3】



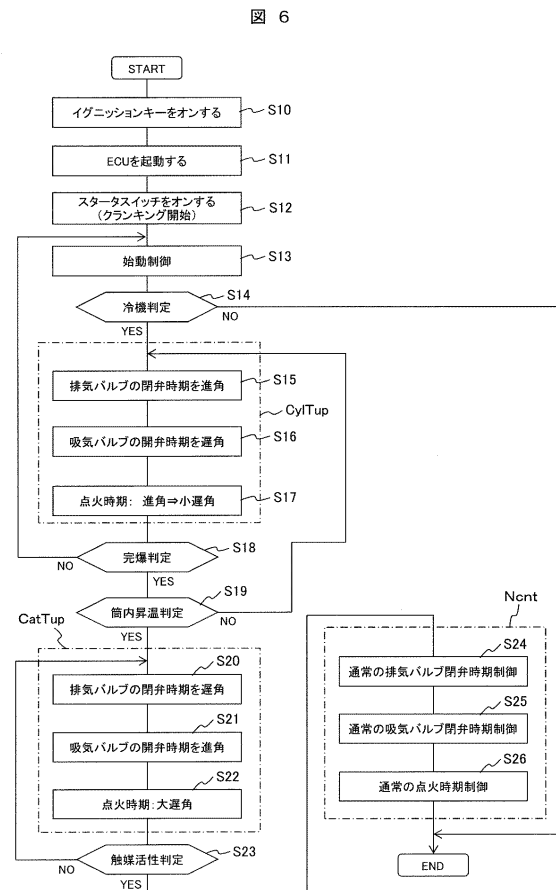
【図 4】



【図 5】

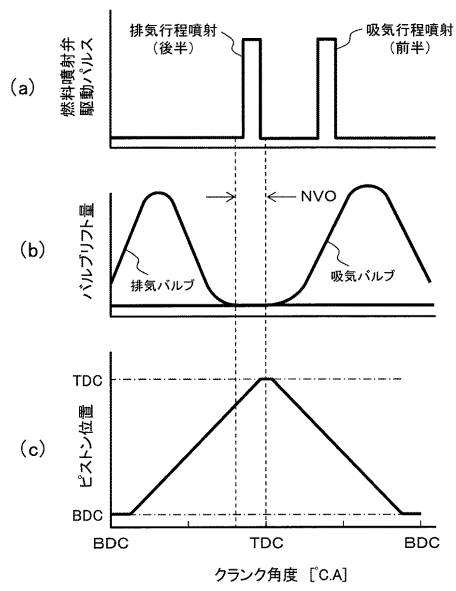


【図 6】



【図 7】

図 7



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード (参考)
F O 2 D 13/02 (2006.01)	F O 2 D	43/00	3 0 1 B
F O 1 N 3/20 (2006.01)	F O 2 D	43/00	3 0 1 H
	F O 2 D	43/00	3 0 1 J
	F O 2 D	45/00	3 1 2 B
	F O 2 D	45/00	3 6 8 S
	F O 2 D	45/00	3 1 4 Q
	F O 2 D	41/06	3 3 0 A
	F O 2 D	41/06	3 3 5
	F O 2 D	13/02	H
	F O 2 D	13/02	J
	F O 1 N	3/20	D

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA04 HA16 HA19 JA21 KA01 KA05 LA07 LB04 MA11
 MA19 NC02 NE11 NE12 PA01Z PA11Z PC08Z PD02Z PD04Z PD12Z
 PE03Z PE08Z PE10Z
 3G384 AA01 AA07 AA09 BA13 BA18 BA24 BA26 CA01 CA03 DA14
 DA54 DA55 EB03 EB04 EE31 FA01Z FA04Z FA28Z FA33Z FA37Z
 FA40Z FA46Z FA58Z FA61Z