

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073765号
(P5073765)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 D 13/02 (2006.01)

F O 2 D 13/02 K

F O 2 D 41/02 (2006.01)

F O 2 D 13/02 H

F O 2 D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 5 1

F O 2 D 41/04 3 7 0

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-21026 (P2010-21026)
(22) 出願日 平成22年2月2日(2010.2.2)
(65) 公開番号 特開2011-157888 (P2011-157888A)
(43) 公開日 平成23年8月18日(2011.8.18)
審査請求日 平成22年10月12日(2010.10.12)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成21年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構エネルギー使用合理化技術戦略的開発(先導研究)委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)

前置審査

(73) 特許権者 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(73) 特許権者 510100058
株式会社畑村エンジン研究事務所
広島県東広島市八本松南6丁目15-23
(73) 特許権者 505214157
株式会社 I D A J
神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1
1-1 横浜ランドマークタワー37F
(73) 特許権者 304021831
国立大学法人 千葉大学
千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
(74) 代理人 100095566
弁理士 高橋 友雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼モードとして圧縮着火燃焼モードを有するとともに、当該圧縮着火燃焼モードにおいて内燃機関を制御する内燃機関の制御装置であって、

ピストンが下降する吸気行程中に吸気弁を開閉するとともに、当該吸気弁の開弁タイミングを変更可能に構成された吸気側動弁機構と、

前記吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において排気弁を開弁することによって、排気通路に排出された排ガスを気筒内に再度、吸入するための排ガス吸入機構と、を備え、

当該排ガス吸入機構は、前記吸気弁が前記吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で前記排気弁を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、前記ピストンの下降に伴って負圧を発生させるとともに、その後、前記排気弁を前記所定期間に開弁することによって、前記発生した負圧によって排ガスを前記気筒内に吸入し、

前記内燃機関の負荷を検出する負荷検出手段と、

当該検出された内燃機関の負荷が低いほど、前記負のオーバーラップをより長くし、より大きな前記負圧を発生させるために、前記吸気弁の開弁タイミングをより早いタイミングに設定する閉弁タイミング設定手段と、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2】

前記排ガス吸入機構による前記排気弁の開弁のタイミングは、一定のタイミングに設定

10

20

されてい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】

前記閉弁タイミング設定手段は、前記内燃機関の負荷が所定値よりも高いときに、前記吸気弁の閉弁タイミングを、前記排気弁が開弁した後のタイミングに設定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。

【請求項 4】

燃焼モードとして圧縮着火燃焼モードを有するとともに、当該圧縮着火燃焼モードにおいて内燃機関を制御する内燃機関の制御方法であって、

ピストンが下降する吸気行程中に吸気弁を開閉し、

前記吸気弁が前記吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で前記排気弁を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、前記ピストンの下降に伴って負圧を発生させ、その後、前記排気弁を前記吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において開弁することによって、前記発生した負圧によって排ガスを前記気筒内に吸入し、

前記内燃機関の負荷を検出し、

当該検出された内燃機関の負荷が低いほど、前記負のオーバーラップをより長くし、より大きな前記負圧を発生させるために、前記吸気弁をより早いタイミングで閉弁することを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 5】

前記排気弁を一定のタイミングで開弁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方法。

【請求項 6】

前記内燃機関の負荷が所定値よりも高いときに、前記排気弁が開弁した後に前記吸気弁を閉弁することを特徴とする、請求項 5 に記載の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、燃焼モードとして圧縮着火燃焼モードを有する内燃機関の制御装置および制御方法に関し、特に、圧縮着火燃焼モードにおいて、気筒内の気体を自己着火によって燃焼させる内燃機関の制御装置および制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

本出願人は、この種の制御装置を、例えば特願 2009-273902 号（公開公報は未発行）ですでに提案している。この制御装置では、圧縮着火燃焼モード時、吸気行程中に吸気弁を開弁することによって新気を気筒内に吸入するとともに、気筒内に燃料を供給することによって、燃料が混合された新気を低温ガスとして生成する。また、吸気行程の終期に、吸気弁を閉弁する前に排気弁を開弁することによって、排気通路に排出され、燃料が混合された排ガスを、高温ガスとして気筒内に再度、吸入し、これらの低温ガスと高温ガスを成層化する。成層化された低温ガスおよび高温ガスは、その後の圧縮上死点付近において、燃焼する。この燃焼は、高温ガスの部分から自己着火によって開始され、低温ガスの部分に至る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来の制御装置では、排気弁の開弁によって排ガスを再吸入する際、吸気弁が開弁した状態になっているため、気筒内に負圧が発生しないことでポンピングロスが小さいという利点を有するものの、高温ガスを気筒内に勢いよく吸入することができない。このため、気筒内の温度を排ガスで十分に上昇させることができず、自己着火による燃焼状態が不安定になることがあり、この点において改善の余地がある。

【0004】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、圧縮着火燃焼モード

10

20

30

40

50

において、気筒内の温度を適切に制御し、自己着火による燃焼を安定して行うことができる内燃機関の制御装置および制御方法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】

【0005】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、燃焼モードとして圧縮着火燃焼モードを有するとともに、圧縮着火燃焼モードにおいて内燃機関3を制御する内燃機関3の制御装置1であって、ピストン3cが下降する吸気行程中に吸気弁12を開閉するとともに、吸気弁12の開弁タイミングT I M Cを変更可能に構成された吸気側動弁機構40と、吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において排気弁13を開弁することによって、排気通路5に排出された排ガスを気筒C内に再度、吸入するための排ガス吸入機構（実施形態における（以下、本項において同じ）E G R吸入機構80）と、を備え、排ガス吸入機構は、吸気弁12が吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で排気弁13を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、ピストン3cの下降に伴って負圧を発生させるとともに、その後、排気弁13を所定期間に開弁することによって、発生した負圧によって排ガスを気筒C内に吸入し、内燃機関3の負荷を検出する負荷検出手段（クランク角センサ21、アクセル開度センサ25およびE C U 2）と、検出された内燃機関3の負荷（要求トルクP M C M D）が低いほど、負のオーバーラップをより長くし、より大きな負圧を発生させるために、吸気弁12の開弁タイミングT I M Cをより早いタイミングに設定する閉弁タイミング設定手段（E C U 2、図13のステップ43）と、をさらに備えることを特徴とする。

【0006】

この内燃機関の制御装置によれば、圧縮着火燃焼モードにおいて、内燃機関が次のように制御される。まず、ピストンが下降する吸気行程中に、吸気側動弁機構によって吸気弁を開弁することによって、気筒内に新気が吸入される。また、吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において、排ガス吸入機構により、排気弁を開弁することによって、排気通路に排出された、新気よりも高温の排ガスが気筒内に再度、吸入される。これらの新気および排ガスは、その後の圧縮上死点付近において、自己着火により燃焼する。この燃焼は、より高温の排ガスの部分から開始され、新気の部分に至る。

【0007】

図17は、排気通路に排出された排ガスを再吸入したときの気筒内の温度（以下「筒内温度」という）の推移の一例を示している。同図の実線は、吸気弁が吸気行程中の開弁後に完全に閉弁している状態で排気弁を閉弁状態に維持する（以下、このような状態を「負のオーバーラップ」という）とともに、その後、排気弁が開弁した場合の筒内温度の推移を示しており、同図の破線は、吸気弁が閉弁する前に排気弁が開弁した場合（以下、このような状態を「正のオーバーラップ」という）の筒内温度の推移を示している。

【0008】

この図から明らかなように、負のオーバーラップ時には、圧縮行程中の筒内温度が正のオーバーラップ時よりも高くなる。これは、以下の理由による。すなわち、負のオーバーラップ時には、ピストンの下降に伴い、正のオーバーラップ時よりも大きな負圧が気筒内に発生する。このため、その状態で排気弁が開弁することによって、より多量の排ガスが勢いよく気筒内に再吸入される。これにより、再吸入された排ガスの大きな運動エネルギーが、気筒内で排ガスの粘性により大きな熱エネルギーに変換されることによって、気筒内の温度がより上昇するためである。

【0009】

このような観点に基づき、本発明によれば、吸気弁が吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で排ガス吸入機構で排気弁を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、ピストンの下降に伴う大きな負圧を気筒内に発生させることができる。その後、排気弁を吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において開弁することによって、発生した負圧によって排ガスを気筒内に吸入するので、そのような大きな負圧を用いて、大きな流速の排ガスを気筒内に再吸入することができる。これにより、排ガスの大きな

運動エネルギー、ひいては大きな熱エネルギーを確保でき、気筒内の温度を確実に上昇させることができる結果、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

【 0 0 1 0 】

さらに、気筒内の温度は、内燃機関の負荷が低いほど、低下しやすい。本発明によれば、検出された内燃機関の負荷が低いほど、負のオーバーラップをより長くし、より大きな負圧を発生させるために、吸気行程中に閉弁される吸気弁の閉弁タイミングをより早いタイミングに設定する。これにより、内燃機関の負荷が低いほど、吸気弁がより早いタイミングで閉弁することで、負のオーバーラップの期間をより長く確保することによって、より大きな負圧を発生させることができる。その結果、内燃機関の負荷が低く、気筒内の温度が低下しやすい場合においても、気筒内の温度を確実に上昇させることができ、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

10

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の内燃機関 3 の制御装置 1 において、排ガス吸入機構による排気弁 1 3 の開弁のタイミングは、一定のタイミングに設定されていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、排ガス吸入機構による排気弁の開弁のタイミングは一定のタイミングに設定されている。前述したように、内燃機関の負荷が低いほど、吸気側動弁機構による吸気弁の開弁タイミングはより早いタイミングに設定される。このため、内燃機関の負荷が低いほど、負のオーバーラップの期間をより長く確保することができる。したがって、吸気側動弁機構により吸気弁の開弁タイミングを変更するだけで、請求項 2 による前述した作用を容易かつ確実に得ることができる。

20

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に係る発明は、請求項 2 に記載の内燃機関 3 の制御装置 1 において、閉弁タイミング設定手段は、内燃機関 3 の負荷が所定値 R E F よりも高いときに、吸気弁 1 2 の閉弁タイミング T I M C を、排気弁 1 3 が開弁した後のタイミングに設定することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

内燃機関の負荷が高いほど、気筒内の温度は上昇しやすい。本発明によれば、内燃機関の負荷が所定値よりも高いときに、排気弁が開弁した後に吸気弁を閉弁するので、気筒内に発生する負圧を小さくすることができる。これにより、再吸入される排ガス量を抑制することによって、気筒内の温度の過度の上昇を回避でき、内燃機関の負荷が高い場合においても、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

30

【 0 0 1 6 】

請求項 4 に係る発明は、燃焼モードとして圧縮着火燃焼モードを有するとともに、圧縮着火燃焼モードにおいて内燃機関 3 を制御する内燃機関 3 の制御方法であって、ピストン 3 c が下降する吸気行程中に吸気弁 1 2 を開閉し、吸気弁 1 2 が吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で排気弁 1 3 を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、ピストン 3 c の下降に伴って負圧を発生させ、その後、排気弁 1 3 を吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において開弁することによって、発生した負圧によって排ガスを気筒 C 内に吸入し、内燃機関 3 の負荷を検出し、検出された内燃機関 3 の負荷（要求トルク P M C M D ）が低いほど、負のオーバーラップをより長くし、より大きな負圧を発生させるために、吸気弁 1 2 をより早いタイミングで閉弁することを特徴とする。

40

【 0 0 1 7 】

この内燃機関の制御方法によれば、請求項 1 の制御装置と同様、圧縮着火燃焼モードにおいて、ピストンが下降する吸気行程中に、吸気弁を開弁することによって、気筒内に新気が吸入される。また、吸気弁が吸気行程中の開弁後に閉弁している状態で排気弁を閉弁状態に維持する負のオーバーラップを生じさせることによって、ピストンの下降に伴って大きな負圧を発生させる。その後、排気弁を吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において開弁することによって、発生した負圧によって排ガスを気筒内に再吸入する。以上

50

により、請求項 1 の場合と同様、排ガスの大きな運動エネルギー、ひいては大きな熱エネルギーを確保でき、気筒内の温度を確実に上昇させることができる結果、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

【 0 0 1 8 】

さらに、請求項 1 と同様、負のオーバーラップの期間をより長く確保できる結果、内燃機関の負荷が低く、気筒内の温度が低下しやすい場合においても、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 に係る発明は、請求項 4 に記載の内燃機関 3 の制御方法において、排気弁 1 3 を一定のタイミングで開弁することを特徴とする。

10

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、請求項 2 と同様、吸気弁の開弁タイミングを変更するだけで、請求項 4 による前述した作用を容易かつ確実に得ることができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 に係る発明は、請求項 5 に記載の内燃機関 3 の制御方法において、内燃機関 3 の負荷が所定値 R E F よりも高いときに、排気弁 1 3 が開弁した後に吸気弁 1 2 を閉弁することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

この構成によれば、請求項 3 と同様、再吸入される排ガス量を抑制することによって、気筒内の温度の過度の上昇を回避でき、内燃機関の負荷が高い場合においても、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】本発明を適用した内燃機関の構成を概略的に示す図である。

【図 2】制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 の部分拡大図である。

【図 4】切替機構の概略構成を示す模式図である。

【図 5】ピストンの部分拡大斜視図である。

【図 6】燃焼制御処理を示すメインフローである。

【図 7】図 6 の処理で用いられるマップの一例を示す図である。

30

【図 8】C I 燃焼制御処理を示すサブルーチンである。

【図 9】排気燃料噴射量の算出処理を示すサブルーチンである。

【図 10】排気噴射時期の算出処理を示すサブルーチンである。

【図 11】図 9 の処理で用いられるマップの一例を示す図である。

【図 12】図 10 の処理で用いられるマップの一例を示す図である。

【図 13】吸気弁の開弁制御処理を示すメインフローである。

【図 14】図 13 の処理で用いられるマップの一例を示す図である。

【図 15】吸気側動弁機構によって得られる吸気弁のバルブリフト曲線、および E G R 吸入機構によって得られる排気弁のバルブリフト曲線を示す図である。

【図 16】C I 燃焼モードにおける動作の一例を示す図である。

40

【図 17】排ガスを再吸入したときの筒内温度の推移の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 5 】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について説明する。図 1 は、本発明の実施形態による制御装置 1、およびこれを適用した内燃機関（以下「エンジン」という）3 の概略構成を示している。このエンジン 3 は、# 1 ~ # 4（1 番 ~ 4 番）気筒 C を有する 4 気筒のガソリンエンジンであり、車両（図示せず）に搭載されている。

【 0 0 2 6 】

このエンジン 3 では、燃焼サイクルの位相が、# 1 気筒 C # 3 気筒 C # 4 気筒 C # 2 気筒 C # 1 気筒 C の順序で 1 8 0 ° ずつずれており、気筒 C での燃焼がこの順序で

50

行われる。

【 0 0 2 7 】

エンジン 3 のシリンダヘッド 3 a には、吸気通路 4 および排気通路 5 が接続されるとともに、図 3 に示すように、気筒 C ごとに、筒内燃料噴射弁 1 0 および点火プラグ 1 1 が、燃焼室 3 b に臨むように取り付けられている。この筒内燃料噴射弁 1 0 は、吸気ポート 4 a の下側に設けられており、燃焼室 3 b 内に燃料を直接、噴射するように構成された直噴タイプのものである。筒内燃料噴射弁 1 0 の開弁時間および開弁時期は、後述する ECU 2 によって制御され、それにより、筒内燃料噴射弁 1 0 による燃料噴射量および燃料噴射時期が制御される。点火プラグ 1 1 の点火時期もまた、ECU 2 によって制御される。

【 0 0 2 8 】

また、エンジン 3 には、筒内燃料噴射弁 1 0 に加え、ポート燃料噴射弁 9 が気筒 C ごとに設けられている。各ポート燃料噴射弁 9 は、吸気マニホルドの各分岐通路 4 b に取り付けられ、吸気ポート 4 a に臨んでいる。このポート燃料噴射弁 9 の開弁時間および開弁時期もまた、ECU 2 によって制御され、それにより、ポート燃料噴射弁 9 による燃料噴射量および燃料噴射時期が制御される。

【 0 0 2 9 】

また、このエンジン 3 では、燃焼モードとして、ポート燃料噴射弁 9 および筒内燃料噴射弁 1 0 から燃料を吸気行程中に噴射することにより生成された均質混合気を、点火プラグ 1 1 による火花点火によって燃焼させる火花点火燃焼モード（以下「S I 燃焼モード」という）と、後述するように生成された成層混合気を、自己着火によって燃焼させる圧縮着火燃焼モード（以下「C I 燃焼モード」という）とを有し、その切替は、ECU 2 によって制御される。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、排気通路 5 は、# 1 ~ # 4 気筒 C にそれぞれ接続された # 1 ~ # 4 第 1 排気通路 5 a ~ 5 d と、# 1 および # 4 第 1 排気通路 5 a , 5 d の合流部と # 2 および # 3 第 1 排気通路 5 b , 5 c の合流部にそれぞれ接続された第 2 排気通路 6 a , 6 b と、これらの第 2 排気通路 6 a , 6 b の合流部に接続された第 3 排気通路 7 で構成されている。

【 0 0 3 1 】

これらの第 2 排気通路 6 a , 6 b および第 3 排気通路 7 にはそれぞれ、フィルタ 1 4 が設けられている。フィルタ 1 4 は、排ガス中の煤などの P M を捕集することによって、大気中に排出される P M の量を低減する。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、気筒 C には、一对の吸気弁 1 2 , 1 2 および一对の排気弁 1 3 , 1 3 （ともに 1 つのみ図示）が設けられている。吸気弁 1 2 は、吸気側動弁機構 4 0 によって開閉され、排気弁 1 3 は、排気側動弁機構 6 0 によって開閉される。これらの吸気側動弁機構 4 0 および排気側動弁機構 6 0 の構成は、本出願人が特願 2 0 0 9 - 1 6 8 2 2 8 号ですでに提案したものと同様であるので、以下、その概略を簡単に説明する。

【 0 0 3 3 】

吸気側動弁機構 4 0 は、吸気弁 1 2 のリフトおよびバルブタイミングを変更する可変機構で構成されている。なお、吸気弁 1 2 のリフトおよび後述する排気弁 1 3 のリフトはそれぞれ、吸気弁 1 2 および排気弁 1 3 の最大揚程を表すものとする。

【 0 0 3 4 】

吸気側動弁機構 4 0 は、回転自在の吸気カムシャフト 4 1、吸気カムシャフト 4 1 に一体に設けられた一对の吸気カム 4 2 , 4 2 （1 つのみ図示）、吸気コントロールシャフト 4 3、この吸気コントロールシャフト 4 3 を駆動するアクチュエータ 4 4 （図 2 参照）、支持軸 4 7 に揺動自在に支持された一对の揺動カム 4 5 , 4 5 （1 つのみ図示）、コントロールアーム機構 4 6、および吸気カム位相可変機構 5 0 などを備えている。この吸気カム位相可変機構 5 0 は、吸気カムシャフト 4 1 のクランクシャフト（図示せず）に対する相対的な位相を無段階に変更するものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

吸気カムシャフト 4 1 は、吸気スプロケットおよびタイミングチェーン（いずれも図示せず）を介して、クランクシャフトに連結されており、クランクシャフトが 2 回転するごとに 1 回転する。

【 0 0 3 6 】

コントロールアーム機構 4 6 は、コントロールアーム 4 6 a、ローラ 4 6 b および吸気ロッカアーム 4 6 c などを備えている。コントロールアーム 4 6 a は、基端部において、吸気コントロールシャフト 4 3 の偏心軸 4 3 a に回動自在に支持されている。コントロールアーム 4 6 a の他端部には、ローラ 4 6 b が設けられている。コントロールアーム 4 6 a は、ローラ 4 6 b を介して揺動カム 4 5 に当接している。

10

【 0 0 3 7 】

吸気ロッカアーム 4 6 c は、吸気コントロールシャフト 4 3 に回動自在に支持された本体部 4 6 d と、本体部 4 6 d から延びる延出部 4 6 e などを備えており、延出部 4 6 e において、ローラ 4 6 b と吸気弁 1 2 に当接している。

【 0 0 3 8 】

以上の構成により、揺動カム 4 5 が吸気カム 4 2 で押圧されていない状態では、吸気弁 1 2 は図 3 に示す閉弁位置に保持される。また、吸気カムシャフト 4 1 の回転に伴い、揺動カム 4 5 が吸気カム 4 2 で押圧されると、揺動カム 4 5 は、支持軸 4 7 を中心として、図 3 の反時計方向に回転する。その際、ローラ 4 6 b が揺動カム 4 5 で押圧されることによって、ローラ 4 6 b を介して吸気ロッカアーム 4 6 c が吸気コントロールシャフト 4 3 を中心として、図 3 の反時計方向に回転し、吸気弁 1 2 を下方に押し下げることによって、吸気弁 1 2 が開弁する。

20

【 0 0 3 9 】

また、前述したアクチュエータ 4 4 を介して吸気コントロールシャフト 4 3 を回転させると、コントロールアーム 4 6 a が、偏心軸 4 3 を中心として図 3 の左右方向に移動する。この移動に伴い、コントロールアーム 4 6 a の揺動カム 4 5 への当接位置が変更され、それにより、吸気弁 1 2 のリフトおよびバルブタイミングが無段階に変更される。

【 0 0 4 0 】

前述した排気側動弁機構 6 0 は、回転自在の排気カムシャフト 6 1、排気カムシャフト 6 1 に一体に設けられた一対の排気カム 6 2、6 2（1 つのみ図示）、排気コントロールシャフト 6 3、この排気コントロールシャフト 6 3 に回動自在に支持されるとともに、排気弁 1 3、1 3 の上端にそれぞれ当接する一対のロッカアーム 6 4、6 4（1 つのみ図示）、ロッカアーム 6 4 に設けられたローラ 6 5、および排気カム位相可変機構 7 0 などを備えている。この排気カム位相可変機構 7 0 は、排気カムシャフト 6 1 のクランクシャフトに対する相対的な位相を無段階に変更するものである。

30

【 0 0 4 1 】

排気カムシャフト 6 1 は、排気スプロケットおよびタイミングチェーンを介して、クランクシャフト（いずれも図示せず）に連結されており、クランクシャフトが 2 回転するごとに 1 回転する。排気カムシャフト 6 1 が回転すると、ロッカアーム 6 4、6 4 が排気カム 6 2 で押圧され、排気コントロールシャフト 6 3 を中心として、図 3 の時計方向に回転することにより、排気弁 1 3、1 3 が開弁する。

40

【 0 0 4 2 】

また、エンジン 3 は、C I 燃焼モードにおいて、排ガスを気筒 C 内に再度、吸入させるための E G R 吸入機構 8 0 を備えている。

【 0 0 4 3 】

この E G R 吸入機構 8 0 は、吸気行程から圧縮行程までの間の所定期間において、排気弁 1 3 を開弁することによって、排気通路 5 の第 1 排気通路 5 a ~ 5 d に一旦、排出された排ガスを気筒 C 内に再吸入するものである。図 3 および図 4 に示すように、E G R 吸入機構 8 0 は、2 つの吸気カム 4 2、4 2 の間に設けられ、吸気カムシャフト 4 1 と一体の E G R カム 8 1、支持軸 4 7 に回動自在に支持されたロッカカム 8 2、コントロールアーム

50

ム 8 3、レバー 8 4、および切替機構 8 5などを備えている。E G Rカム 8 1は、ロッカカム 8 2のローラ 8 2 aに当接している。

【 0 0 4 4 】

コントロールアーム 8 3は、基端部において、排気コントロールシャフト 6 3の偏心軸 6 3 aに回動自在に支持されている。コントロールアーム 8 3の他端部には、ローラ 8 3 aが設けられている。コントロールアーム 8 3は、ローラ 8 3 aを介してロッカカム 8 2に当接している。

【 0 0 4 5 】

レバー 8 4は、2つのロッカアーム 6 4, 6 4の間に設けられている。レバー 8 4は、三角形を有しており、その頂角部において、排気コントロールシャフト 6 3に回動自在に支持されており、一方の底角部において、コントロールアーム 8 3の押圧部 8 3 bに当接している。

【 0 0 4 6 】

以上の構成により、吸気カムシャフト 4 1の回転に伴い、ローラ 8 2 aがE G Rカム 8 1で押圧されると、ロッカカム 8 2は、支持軸 4 7を中心として、図 3の時計方向に回動する。その際、コントロールアーム 8 3のローラ 8 3 aがロッカカム 8 2で押圧されることによって、コントロールアーム 8 3が排気コントロールシャフト 6 3を中心として、図 3の時計方向に回動し、それに伴って、押圧部 8 3 bがレバー 8 4を押圧する。これにより、レバー 8 4は、排気コントロールシャフト 6 3を中心として、図 3の時計方向に回動する。

【 0 0 4 7 】

図 4に示すように、切替機構 8 5は、ロッカアーム 6 4, 6 4およびレバー 8 4に形成されたシリンダ 8 6 a ~ 8 6 c、シリンダ 8 6 a ~ 8 6 cに収容された連結ピストン 8 7, 8 8などで構成されている。シリンダ 8 6 aには、連結ピストン 8 7, 8 8を反対側のシリンダ 8 6 c側に付勢する戻しばね 8 9が設けられている。さらに、シリンダ 8 6 cには、排気コントロールシャフト 6 3に形成された油路（図示せず）を介して、油圧が供給される。このシリンダ 8 6 cへの油圧の供給は、E C U 2により、ポンプ（図示せず）から油路への油圧の供給・停止を制御することによって、行われる。

【 0 0 4 8 】

以上の構成により、シリンダ 8 6 cに油圧が供給されていない状態では、戻しばね 8 9の付勢力によって、連結ピストン 8 7がシリンダ 8 6 bに収容され、連結ピストン 8 8がシリンダ 8 6 cに収容される（図 4（a））。これにより、ロッカアーム 6 4とレバー 8 4が互いに遮断され、フリーな状態になることによって、レバー 8 4の動きは、ロッカアーム 6 4には伝達されず、レバー 8 4のみがE G Rカム 8 1によって駆動される。

【 0 0 4 9 】

一方、シリンダ 8 6 cに油圧が供給されると、この油圧により、連結ピストン 8 7, 8 8が戻しばね 8 9の付勢力に抗してシリンダ 8 6 a側に移動することによって、連結ピストン 8 7がシリンダ 8 6 aとシリンダ 8 6 bにまたがった状態で係合し、連結ピストン 8 8がシリンダ 8 6 bとシリンダ 8 6 cにまたがった状態で係合する（図 4（b））。これにより、レバー 8 4とロッカアーム 6 4が連結され、E G Rカム 8 1の動きがレバー 8 4を介してロッカアーム 6 4に伝達されることによって、排気弁 1 3は、一定のリフトおよび一定のバルブタイミングで開閉される。

【 0 0 5 0 】

また、シリンダヘッド 3 aには、複数のガイド壁 3 dが取り付けられている。図 3に示すように、ガイド壁 3 dは、# 1 ~ # 4排気ポート 8 a ~ 8 dのそれぞれの開口にその周方向の一部にわたって延びるとともに、燃焼室 3 b内に突出している。各ガイド壁 3 dは、吸気ポート 4 a側に配置されており、その長さは# 1 ~ # 4排気ポート 8 a ~ 8 dの開口の半径よりも小さい。また、ガイド壁 3 dの突出高さは、排気弁 1 3のリフトとほぼ同じであり、例えば 2 ~ 3 mmに設定されている。

【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

図 5 に示すように、ピストン 3 c の頂面には、凸部 3 e が形成されている。この凸部 3 e は、その中心が吸気弁 1 2 側になるように配置されている。また、凸部 3 e の吸気弁 1 2 側の縁部 3 g はほぼ直線状に形成されているのに対して、排気弁 1 3 側の縁部 3 h は、吸気弁 1 2 側にくぼんだ状態で湾曲している。

【 0 0 5 2 】

以上の構成により、C I 燃焼モードにおいて、E G R 吸入機構 8 0 により排気弁 1 3 が開弁されると、排気通路 5 に排出された排ガスは、排気弁 1 3 を介して気筒 C 内に再吸入される。このとき、排ガスは、ガイド壁 3 d によって、排気弁 1 3 側の内壁に沿うように下方に案内されながら気筒 C 内に吸入されるとともに、ピストン 3 c の凸部 3 e によって、吸入された排ガスの吸気弁 1 2 側への流出が阻止される。その結果、排ガスは、図 1 に実線 A で示すように気筒 C 内に流入する。これにより、気筒 C 内の排気弁 1 3 側には、より高温の排ガスによる高温ガス層 T 1 が形成され、吸気弁 1 2 側には、より低温の新気による低温ガス層 T 2 が形成されることによって、新気と排ガスが成層化される。

【 0 0 5 3 】

また、E G R 吸入機構 8 0 によって排気弁 1 3 が開弁する気筒 C に対して燃焼サイクルの位相が 3 6 0 ° ずれた、排気行程にある気筒 C から、第 1 排気通路 5 a ~ 5 d を介して圧力が導入される。例えば、# 1 気筒 C と # 4 気筒 C の位相が互いに 3 6 0 ° ずれているため、# 1 気筒 C が吸気行程から圧縮行程の間にあるときに、# 4 気筒 C は、膨張行程から排気行程の間にある。このため、# 1 気筒 C に排ガスを再吸入する場合、# 4 気筒 C から排出される排ガスの圧力によって、# 1 気筒 C への排ガスの再吸入を適切に行わせることができる。

【 0 0 5 4 】

また、エンジン 3 には、クランク角センサ 2 1 が設けられている。このクランク角センサ 2 1 は、クランクシャフトの回転に伴い、パルス信号である C K R 信号および T D C 信号を E C U 2 に出力する。

【 0 0 5 5 】

C R K 信号は、所定クランク角（例えば 3 0 ° ）ごとに出力される。E C U 2 は、この C R K 信号に基づき、エンジン 3 の回転数（以下「エンジン回転数」という）N E を算出する。また、T D C 信号は、いずれかの気筒 C においてピストン 3 c が吸気行程の開始時の上死点よりも若干、手前の所定のクランク角位置にあることを表す信号であり、本実施形態のようにエンジン 3 が 4 気筒の場合には、クランク角 1 8 0 ° ごとに出力される。

【 0 0 5 6 】

吸気通路 4 には、上流側から順に、吸気温センサ 2 2 およびエアフローセンサ 2 3 が設けられている。吸気温センサ 2 2 は、吸気通路 4 内の温度（以下「吸気温」という）T A を検出し、それを表す検出信号を E C U 2 に出力する。エアフローセンサ 2 3 は、エンジン 3 に吸入される新気量 G A I R を検出し、それを表す検出信号を E C U 2 に出力する。

【 0 0 5 7 】

また、エンジン 3 の本体には、水温センサ 2 4 が設けられている。この水温センサ 2 4 は、エンジン 3 のシリンダブロック 3 f 内を循環する冷却水の温度（以下「エンジン水温」という）T W を検出し、それを表す検出信号を E C U 2 に出力する。

【 0 0 5 8 】

E C U 2 には、アクセル開度センサ 2 5 から、車両のアクセルペダル（図示せず）の踏み込み量（以下「アクセル開度」という）A P を表す検出信号が出力される。

【 0 0 5 9 】

E C U 2 は、C P U、R A M、R O M および I / O インターフェース（いずれも図示せず）などから成るマイクロコンピュータで構成されている。E C U 2 は、前述した各種のセンサ 2 1 ~ 2 5 の検出信号などに応じて、エンジン 3 の運転状態を判別するとともに、判別した運転状態に応じて、エンジン 3 の燃焼モードを、S I 燃焼モードまたは C I 燃焼モードに決定する。また、E C U 2 は、決定した燃焼モードに応じて、燃焼制御処理や吸気弁 1 2 の閉弁制御処理などの各種の制御処理を実行する。なお、本実施形態では、E C

10

20

30

40

50

U 2 が、負荷検出手段および閉弁タイミング設定手段に相当する。

【 0 0 6 0 】

図 6 は、上述した燃焼制御処理を示すフローチャートである。本処理は、T D C 信号の発生に同期して実行される。本処理では、まずステップ 1 (「S 1」と図示。以下同じ)において、環境条件フラグ F _ E N V が「1」であるか否かを判別する。この環境条件フラグ F _ E N V は、自己着火による燃焼に適した温度状態が燃焼室 3 b 内に確保されていると判定されているときに「1」にセットされるものであり、吸気温度 T A およびエンジン水温 T W がそれぞれの所定温度以上のときに、そのような温度状態が確保されていると判定される。

【 0 0 6 1 】

このステップ 1 の判別結果が N O のときには、自己着火に適した燃焼室 3 b 内の温度状態が確保されていないとして、燃焼モードを S I 燃焼モードに決定し、S I 燃焼制御を実行した(ステップ 3)後、本処理を終了する。

【 0 0 6 2 】

一方、ステップ 1 の判別結果が Y E S のときには、エンジン 3 が C I 燃焼を実行すべき運転領域(以下「H C C I 領域」という)にあるか否かを判別する(ステップ 2)。この判別は、図 7 に示すマップに基づき、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D に応じて行われる。このマップでは、H C C I 領域は、エンジン回転数 N E が低～中回転域にあり、かつ要求トルク P M C M D が低～中負荷域にある運転領域に設定されている。

【 0 0 6 3 】

このステップ 2 の判別結果が N O で、エンジン 3 が H C C I 領域にないときには、燃焼モードを S I 燃焼モードに決定し、前記ステップ 3 で S I 燃焼制御を実行した後、本処理を終了する。

【 0 0 6 4 】

この S I 燃焼制御は、以下のようにして行われる。まず、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D に応じ、所定のマップ(図示せず)を検索することによって、燃料噴射量 Q I N J を算出する。次に、エンジン回転数 N E が所定値以下で、かつ要求トルク P M C M D が所定値以下のときには、燃料噴射量 Q I N J の燃料を筒内燃料噴射弁 1 0 から気筒 C に噴射する。一方、それ以外のときには、燃料噴射量 Q I N J に対して所定割合(例えば 8 0 %)の燃料をポート燃料噴射弁 9 から吸気ポート 4 a に噴射し、残りの割合の燃料を筒内燃料噴射弁 1 0 から気筒 C に噴射する。なお、要求トルク P M C M D は、エンジン回転数 N E およびアクセル開度 A P に応じ、所定のマップ(図示せず)を検索することによって算出される。

【 0 0 6 5 】

一方、ステップ 2 の判別結果が Y E S で、エンジン 3 が H C C I 領域にあるときには、燃焼モードを C I 燃焼モードに決定し、C I 燃焼制御を実行した(ステップ 4)後、本処理を終了する。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、この C I 燃焼制御処理のサブルーチンを示している。本処理では、まずステップ 1 1 において、切替機構 8 5 を駆動し、レバー 8 4 とロッカアーム 6 4 を連結することによって、吸気行程において排気弁 1 3 を開弁可能な状態にする。

【 0 0 6 7 】

次に、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D に応じ、それぞれの所定のマップ(図示せず)を検索することによって、吸気行程中に噴射する燃料噴射量 Q I N J および燃料噴射時期 T I N J をそれぞれ算出する(ステップ 1 2 , 1 3)。この燃料噴射時期 T I N J は、クランク角 C A で表される。上記のようにして算出された燃料噴射量 Q I N J は、前述した S I 燃焼モードにおける、低回転・低負荷以外の運転状態の場合と同様、ポート燃料噴射弁 9 および筒内燃料噴射弁 1 0 から所定割合に分けて噴射される。

【 0 0 6 8 】

次いで、排気燃料噴射量 Q I N J E X を算出する(ステップ 1 4)。この排気燃料噴射

10

20

30

40

50

量 Q_{INJEX} は、排気行程中に噴射する燃料量であり、その算出処理については後述する。次に、排気噴射時期 T_{INJEX} を算出し（ステップ 15）、本処理を終了する。この排気噴射時期 T_{INJEX} もまた、クランク角 CA で表され、その算出処理については後述する。

【0069】

図 9 は、排気燃料噴射量 Q_{INJEX} の算出処理のサブルーチンを示している。本処理ではまず、ステップ 21 において、次式（1）に従って、再吸入 EGR 量 GE を算出する。

【数 1】

$$GE = GRES + GEGR \quad \dots\dots (1)$$

10

ここで、 $GRES$ は、ピストン 3c の排気上死点において、気筒 C 内に残留する排ガスの量であり、 $GEGR$ は、排気通路 5 に排出され、気筒 C 内に再吸入される排ガスの量である。以上から、再吸入 EGR 量 GE は、気筒 C 内に存在する排ガスの量、すなわち高温ガス層 T1 を構成する排ガスの量を表す。なお、 $GRES$ は、所定値に設定されており、 $GEGR$ は、要求トルク $PMCMD$ に応じ、図 11 に示すマップを検索することによって、算出される。このマップでは、 $GEGR$ は、要求トルク $PMCMD$ が低いほど、より大きな値に設定されている。これは、後述するように、要求トルク $PMCMD$ が低いほど、吸気弁 12 と排気弁 13 との負のオーバーラップの期間がより長くなるため、気筒 C 内に発生する負圧がより大きくなることで、より多くの排ガスが再吸入されるためである。

20

【0070】

次に、吸気量 $GAIR$ 、ステップ 12 で算出した燃料噴射量 Q_{INJ} 、およびステップ 21 で算出した再吸入 EGR 量 GE を用い、次式（2）に従って、第 1 燃料噴射量 Q_{EX1} を算出する（ステップ 22）。

【数 2】

$$Q_{EX1} = \frac{Q_{INJ} \times GE}{GAIR} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、右辺中の $Q_{INJ} / GAIR$ は、低温ガス層 T2 中の燃料の濃度を表す。このため、第 1 燃料噴射量 Q_{EX1} は、高温ガス層 T1 中の燃料の濃度が低温ガス層 T2 中の燃料の濃度に等しくなるような燃料量である。

30

【0071】

次に、再吸入 EGR 量 GE を用い、次式（3）に従って、第 2 燃料噴射量 Q_{EX2} を算出する（ステップ 23）。

【数 3】

$$Q_{EX2} = \frac{GE \times \left(1 - \frac{LAF}{LAFACT}\right)}{LAF} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、 LAF は、理論空燃比であり、所定値に設定されている。 $LFACT$ は、実空燃比であり、吸気量 $GAIR$ と燃料噴射量 Q_{INJ} との比（ $= GAIR / Q_{INJ}$ ）に等しい。また、右辺の $(1 - LAF / LFACT)$ は、低温ガス層 T2 中の燃料が燃焼したときに、その燃焼ガス中に残存する酸素の割合を表し、この値に再吸入 EGR 量 GE を乗算した右辺の分子は、高温ガス層 T1 中の酸素量を表す。したがって、この値と理論空燃比 LAF との比、すなわち第 2 燃料噴射量 Q_{EX2} は、高温ガス層 T1 中に排ガスの燃焼に必要な最少限の酸素が存在するような燃料量である。

40

【0072】

次に、上記のようにして算出した第 1 燃料噴射量 Q_{EX1} が第 2 燃料噴射量 Q_{EX2} よりも小さいか否かを判別する（ステップ 24）。この判別結果が YES のときには、第 1 燃料噴射量 Q_{EX1} を排気燃料噴射量 Q_{INJEX} として設定し（ステップ 25）、本処

50

理を終了する。

【 0 0 7 3 】

一方、ステップ 2 4 の判別結果が N O で、Q E X 1 Q E X 2 のときには、第 2 燃料噴射量 Q E X 2 を排気燃料噴射量 Q I N J E X として設定し（ステップ 2 6 ）、本処理を終了する。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は、前述した排気噴射時期 T I N J E X の算出処理のサブルーチンを示している。本処理ではまず、ステップ 3 1 において、前記ステップ 2 1 で算出した再吸入 E G R 量 G E に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、排気噴射時期 T I N J E X を算出する。

10

【 0 0 7 5 】

次に、要求トルク P M C M D に応じ、図 1 2 に示すマップを検索することによって、排気噴射時期 T I N J E X の進角側のリミット値 T L M T を算出する（ステップ 3 2 ）。このリミット値 T L M T は、燃料の大気中への流出を抑制するために排気噴射時期 T I N J E X を制限するためのものである。このマップでは、リミット値 T L M T は、要求トルク P M C M D が高いほど、再吸入 E G R 量 G E が少なくなるため、燃料の大気中への流出を抑制するために、より大きな値、すなわちより遅角側に設定されている。これにより、排気噴射時期 T I N J E X は、より遅いタイミングに設定される。

【 0 0 7 6 】

次いで、上記のようにして算出した排気噴射時期 T I N J E X がリミット値 T L M T よりも小さいか否かを判別する（ステップ 3 3 ）。この判別結果が N O のときには、そのまま本処理を終了する。

20

【 0 0 7 7 】

一方、ステップ 3 3 の判別結果が Y E S で、T I N J E X < T L M T のときには、リミット値 T L M T を排気噴射時期 T I N J E X として設定し（ステップ 3 4 ）、本処理を終了する。以上により、排気噴射時期 T I N J E X は、リミット値 T L M T と排気上死点との間（図 1 1 のハッチングで示す領域）に設定され、この領域内で燃料が噴射される。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 は、前述した吸気弁 1 2 の閉弁制御処理を示すフローチャートである。本処理もまた、T D C 信号の発生に同期して実行される。本処理では、まずステップ 4 1 において、燃焼モードが C I 燃焼モードであるか否かを判別する。この判別結果が N O で、燃焼モードが S I 燃焼モードのときには、要求トルク P M C M D に応じ、所定のマップ（図示せず）からマップ値 T S I を検出し、このマップ値 T S I を閉弁タイミング T I M C として設定する（ステップ 4 2 ）。

30

【 0 0 7 9 】

一方、前記ステップ 4 1 の判別結果が Y E S で、C I 燃焼モードのときには、要求トルク P M C M D に応じ、図 1 4 に示すマップからマップ値 T C I を検出し、このマップ値 T C I を閉弁タイミング T I M C として設定する（ステップ 4 3 ）。このマップでは、マップ値 T I M C は、クランク角 C A で表されており、要求トルク P M C M D が高いほど、より大きな値に設定されている。

40

【 0 0 8 0 】

ステップ 4 2 または 4 3 に続くステップ 4 4 では、設定された閉弁タイミング T I M C に基づいてアクチュエータ 4 4 を駆動した後、本処理を終了する。このような制御により、C I 燃焼モード時には、吸気弁 1 2 の閉弁タイミング T I M C は、要求トルク P M C M D が低いほど、より早いタイミングに設定される（図 1 5 参照）。また、E G R 吸入機構 8 0 による排気弁 1 3 のバルブタイミングは一定に設定されており、要求トルク P M C M D が所定値 R E F のときには、吸気弁 1 2 と排気弁 1 3 のバルブオーバーラップの期間が値 0 になる（同図の破線）。

【 0 0 8 1 】

さらに、要求トルク P M C M D が所定値 R E F よりも小さいときには、排気弁 1 3 が開

50

弁する前に吸気弁 12 が閉弁する負のオーバーラップが発生し、その期間は、要求トルク P M C M D が低いほど、より長くなる（同図の実線）。また、要求トルク P M C M D が所定値 R E F よりも大きいときには、排気弁 13 が開弁した後に吸気弁 12 が閉弁する正のオーバーラップが発生し、その期間は、要求トルク P M C M D が高いほど、より長くなる（同図の 2 点鎖線）。

【 0 0 8 2 】

次に、図 16 を参照しながら、C I 燃焼モードにおいて得られる動作をとりまとめて説明する。まず、排気行程において、排気側動弁機構 60 によって排気弁 13 が開弁され、排ガスが排気通路 5 に排出される。また、この排気行程中に、筒内燃料噴射弁 10 から気筒 C 内に燃料が噴射される。この燃料は、排ガスとともに排気通路 5 に排出される。そして、排出された燃料が、排気通路 5 において、排ガスの熱によって十分に暖められ、蒸発し、排ガスに混合されることによって、高温ガスが生成される。

10

【 0 0 8 3 】

その後の吸気行程において、吸気側動弁機構 40 によって吸気弁 12 が開弁され、新気が気筒 C 内に吸入される。また、この吸気行程中に、ポート燃料噴射弁 9 および筒内燃料噴射弁 10 から気筒 C 内に燃料が供給され、この燃料が新気と混合されることによって、低温ガスが生成される。

【 0 0 8 4 】

また、吸気行程の終期に E G R 吸入機構 80 によって排気弁 13 が開弁されることによって、排気通路 5 において生成された高温ガスが気筒 C 内に再吸入される（同図のハッチング）。以上のようにして生成された低温ガスおよび高温ガスは、ガイド壁 3 d および凸部 3 e によって、気筒 C 内で高温ガス層 T 1 と低温ガス層 T 2 に成層化される。高温ガス層 T 1 は排気弁 13 側に分布し、低温ガス層 T 2 は吸気弁 12 側に分布する。また、その後の圧縮行程において、高温ガス層 T 1 および低温ガス層 T 2 が自己着火により燃焼する。この燃焼は、より高温の高温ガス層 T 1 から開始され、低温ガス層 T 2 に至る。

20

【 0 0 8 5 】

前述したように、要求トルク P M C M D が所定値 R E F よりも小さいときには、排気弁 13 が開弁する前に吸気弁 12 を閉弁する（同図の実線）。このような吸気弁 12 と排気弁 13 との負のオーバーラップにより、ピストン 3 c の下降に伴って気筒 C 内に大きな負圧が発生する。その後、排気弁 13 を開弁することによって、発生した負圧によって排ガスを気筒 C 内に吸入する。したがって、そのような大きな負圧を用いて、大きな流速の排ガスを気筒内に再吸入することができる。これにより、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

30

【 0 0 8 6 】

また、要求トルク P M C M D が低いほど、閉弁タイミング T I M C をより早いタイミングに設定することによって、負のオーバーラップの期間をより長く確保することができる。その結果、エンジン 3 の負荷が低く、気筒 C 内の温度が低下しやすい場合においても、気筒 C 内の温度を確実に上昇させることができ、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

【 0 0 8 7 】

さらに、要求トルク P M C M D が所定値 R E F よりも大きいときには、排気弁 13 が開弁した後に吸気弁 12 を閉弁することによって（同図の破線）、気筒 C 内に発生する負圧を小さくすることができる。これにより、再吸入される排ガスの量を抑制することによって、気筒 C 内の温度の過度の上昇を回避でき、エンジン 3 の負荷が高い場合においても、自己着火による燃焼を安定して行うことができる。

40

【 0 0 8 8 】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態では、エンジン 3 の負荷を表すパラメータとして、要求トルク P M C M D を用いているが、これに代えて、エンジンの負荷を表す他のパラメータを用いてもよい。また、実施形態では、E G R 吸入機構 80 は、排気弁 13 のバルブタイミン

50

グを変更不能に構成されているが、変更可能に構成してもよい。

【 0 0 8 9 】

さらに、実施形態は、本発明を車両に搭載されたガソリンエンジンに適用した例であるが、本発明は、これに限らず、ガソリンエンジン以外のディーゼルエンジンなどの各種のエンジンに適用してもよく、また、車両用以外のエンジン、例えば、クランク軸を鉛直に配置した船外機などのような船舶推進機用エンジンにも適用可能である。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【符号の説明】

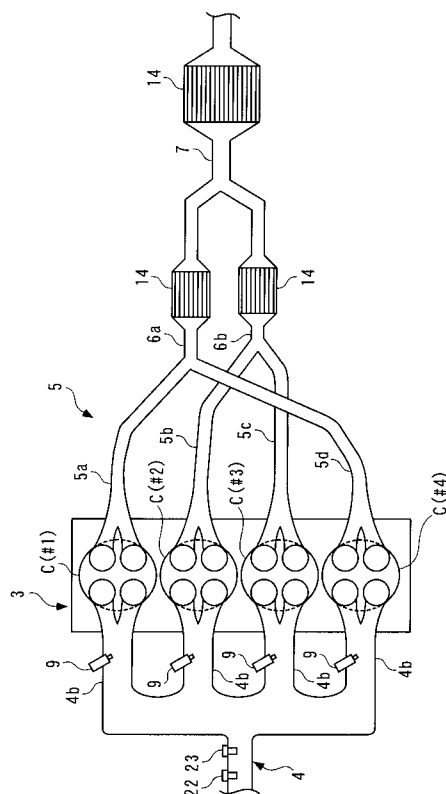
【 0 0 9 0 】

- 1 制御装置
- 2 ECU（負荷検出手段および閉弁タイミング設定手段）
- 3 エンジン
- 3 c ピストン
- 5 排気通路
- 1 2 吸気弁
- 1 3 排気弁
- 2 1 クランク角センサ（負荷検出手段）
- 2 5 アクセル開度センサ（負荷検出手段）
- 4 0 吸気側動弁機構
- 8 0 EGR吸入機構（排ガス吸入機構）
- C 気筒
- T I M C 閉弁タイミング
- P M C M D 要求トルク（内燃機関の負荷）

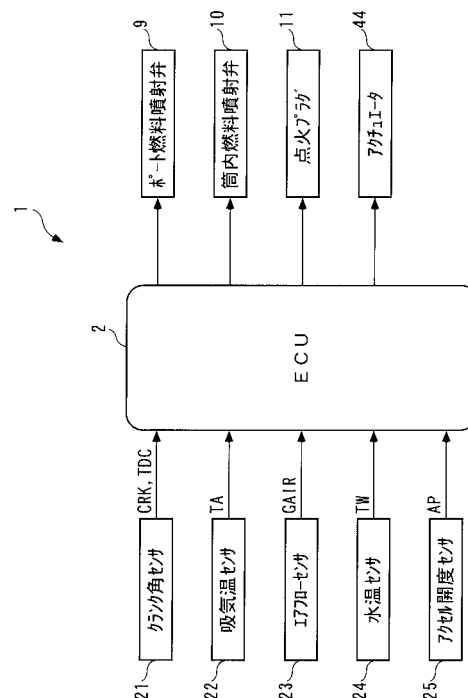
10

20

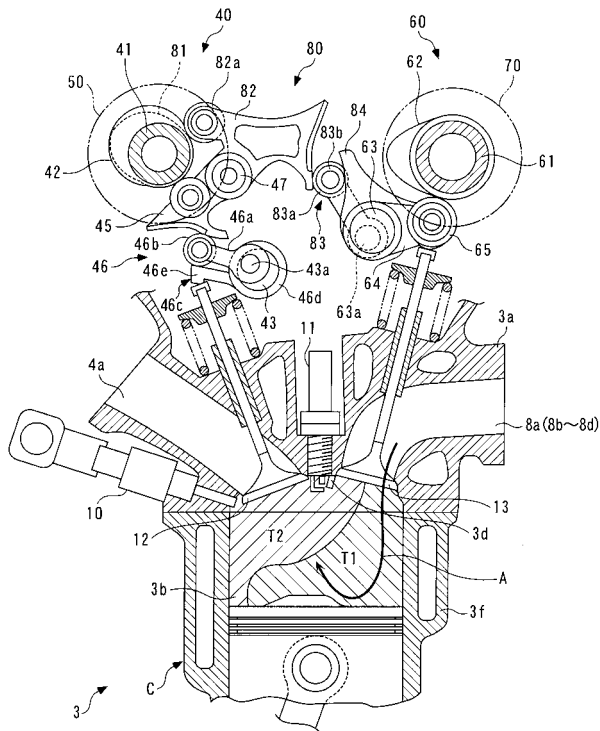
【図 1】



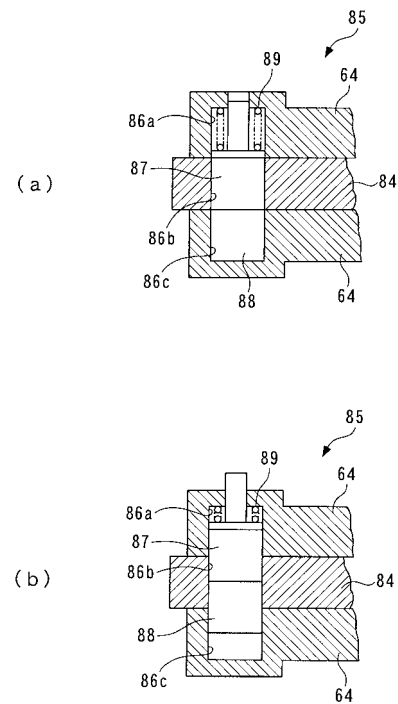
【図 2】



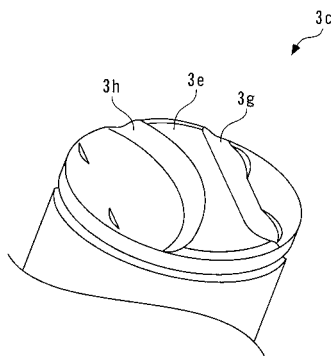
【図 3】



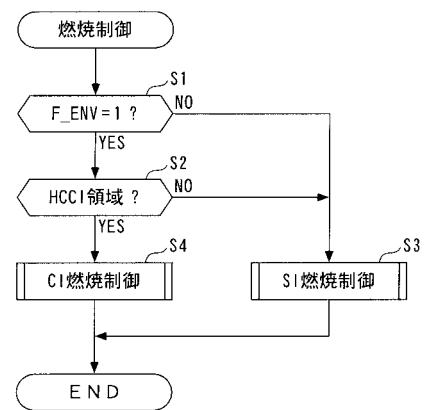
【図 4】



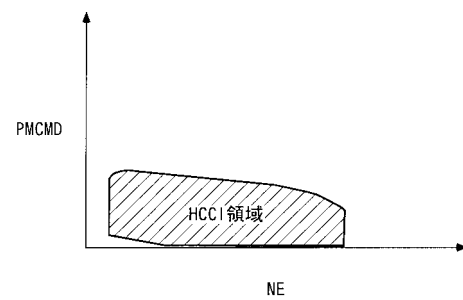
【図 5】



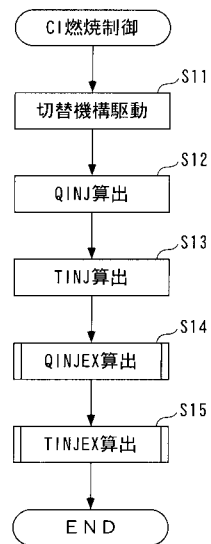
【図 6】



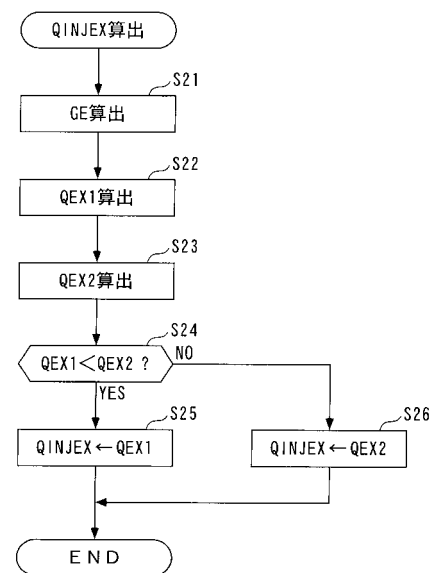
【図 7】



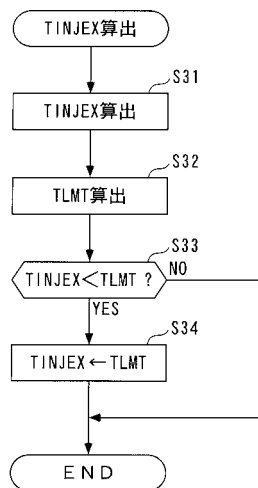
【図 8】



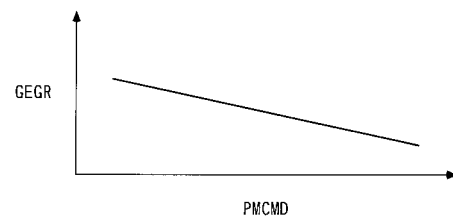
【図 9】



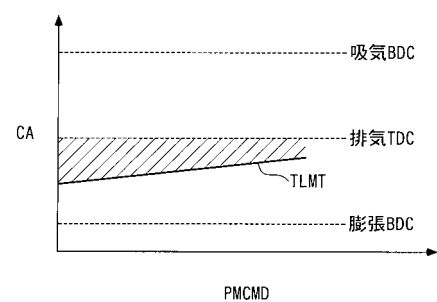
【図 10】



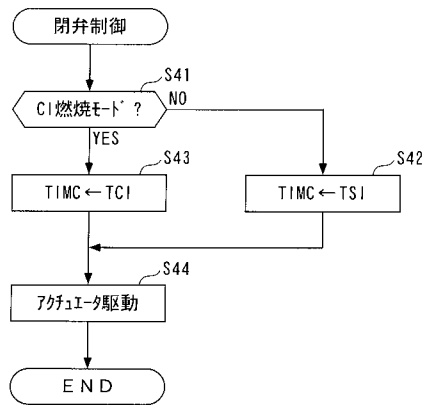
【図 11】



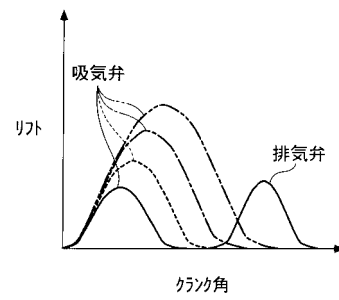
【図 12】



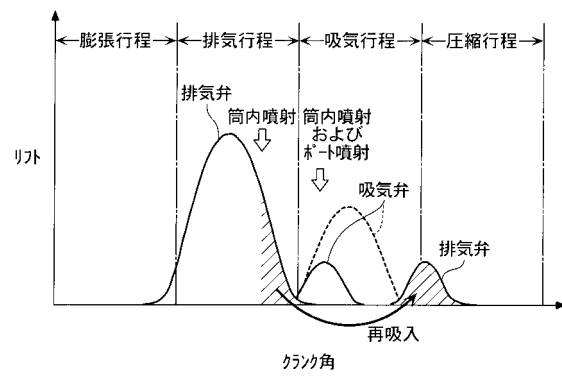
【図 13】



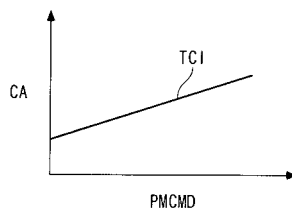
【図 15】



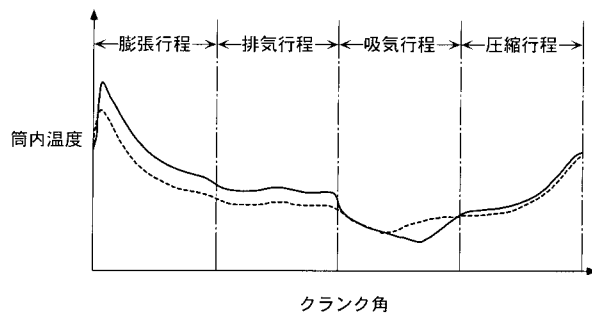
【図 16】



【図 14】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 高梨 淳一
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 畑村 耕一
千葉県八千代市村上2101-3 株式会社畑村エンジン研究事務所研究部内
- (72)発明者 山田 敏生
神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F 株式会社シーディー・アダプコ・ジャパン内
- (72)発明者 森吉 泰生
千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学大学院工学研究科内
- (72)発明者 窪山 達也
千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学大学院工学研究科内

審査官 後藤 信朗

- (56)参考文献 特開2005-061325(JP,A)
特開2007-309226(JP,A)
特開2007-064021(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 13/02
F02D 41/02
F02D 41/04