

(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2009-243360

(P2009-243360A)

(43) 公開日 平成21年10月22日(2009. 10. 22)

|                             |                 |             |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                | F 1             | テーマコード (参考) |
| <b>FO2D 13/02 (2006.01)</b> | FO2D 13/02 H    | 3G092       |
| <b>FO2D 41/04 (2006.01)</b> | FO2D 13/02 K    | 3G301       |
| <b>FO2D 41/06 (2006.01)</b> | FO2D 41/04 335A |             |
|                             | FO2D 41/06 335S |             |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

|           |                            |          |                 |
|-----------|----------------------------|----------|-----------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-90251 (P2008-90251) | (71) 出願人 | 000003137       |
| (22) 出願日  | 平成20年3月31日 (2008. 3. 31)   |          | マツダ株式会社         |
|           |                            |          | 広島県安芸郡府中町新地3番1号 |
|           |                            | (74) 代理人 | 100101454       |
|           |                            |          | 弁理士 山田 卓二       |
|           |                            | (74) 代理人 | 100081422       |
|           |                            |          | 弁理士 田中 光雄       |
|           |                            | (74) 代理人 | 100098280       |
|           |                            |          | 弁理士 石野 正弘       |
|           |                            | (74) 代理人 | 100100479       |
|           |                            |          | 弁理士 竹内 三喜夫      |
|           |                            | (74) 代理人 | 100112911       |
|           |                            |          | 弁理士 中野 晴夫       |
|           |                            | (74) 代理人 | 100125874       |
|           |                            |          | 弁理士 川端 純市       |

最終頁に続く

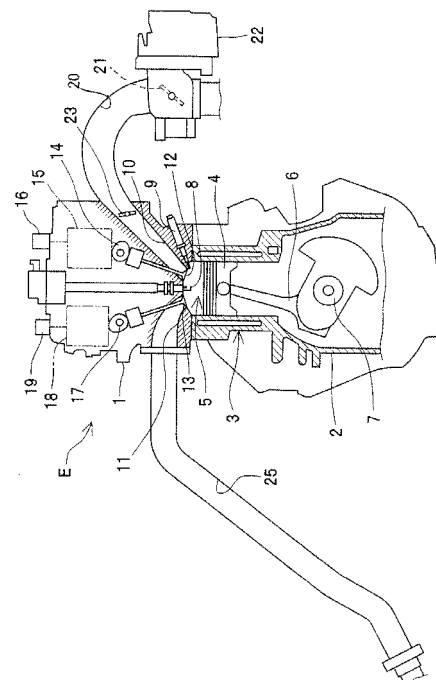
(54) 【発明の名称】 エンジンの燃焼制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 エンジン始動時に、すべてのサイクルで、燃料を十分に気化ないしは霧化させて燃料と空気のみキシングを良くすることを可能にする手段を提供する。

【解決手段】 吸気バルブ12及び排気バルブ13に対してバルブタイミング可変機構15、18が設けられたエンジンEの始動時において、1サイクル目には、吸気バルブ12の開閉タイミングが、該吸気バルブ12の開弁時期が吸気上死点より遅角側となり、かつ吸気バルブ12と排気バルブ13の開弁期間がオーバーラップしないように設定される。この場合、燃料噴射タイミングは吸気バルブ12の開弁時期より遅角側に設定される。他方、始動2サイクル目以降は、排気バルブ13の開閉タイミング遅角させることにより、排気バルブ13と吸気バルブ12の開弁期間がオーバーラップさせられ、燃料噴射タイミングが、通常の燃料噴射時期に設定される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

吸気バルブ及び排気バルブの開閉タイミングを、エンジン始動時の第 1 回目のサイクルでは、吸気バルブの開弁時期が吸気上死点より遅角側となり、かつ吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とがオーバーラップしないよう制御する一方、エンジン始動時の第 2 回目以降のサイクルでは、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とがオーバーラップするよう制御するバルブタイミング制御手段を備えていることを特徴とするエンジンの燃焼制御装置。

## 【請求項 2】

上記エンジンは、燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、該燃料噴射弁の燃料噴射タイミングを制御する燃料噴射制御手段とを備えていて、

上記燃料噴射制御手段は、上記第 1 回目のサイクルでは、排気バルブが閉弁してから吸気バルブが開弁を開始するまでの期間に燃料噴射を開始するよう上記燃料噴射弁を制御することを特徴とする請求項 1 に記載のエンジンの燃焼制御装置。

## 【請求項 3】

上記燃料噴射制御手段は、排気バルブが閉弁してから吸気バルブが開弁を開始するまでの期間と、吸気バルブが開弁を開始した後の期間とを含む少なくとも 2 つの期間に分割して燃料噴射を行うよう上記燃料噴射弁を制御することを特徴とする請求項 2 に記載のエンジンの燃焼制御装置。

## 【請求項 4】

上記バルブタイミング制御手段は、上記第 2 回目以降のサイクルでは、排気バルブの開弁時期を遅角させることにより、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とをオーバーラップさせることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載のエンジンの燃焼制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、バルブタイミング可変機構を備えたエンジンの燃焼制御装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、自動車用のエンジンでは、燃料を吸気ポート内又は燃焼室内の空気中に噴射して気化ないしは霧化させ、この気化ないしは霧化した燃料と空気の混合物を燃焼させることによって生成される熱エネルギーを、ピストンと、コネクティングロッド等の連結機構とを介してクランクシャフトの回転エネルギーに変換するようにしている。しかしながら、エンジン始動時、とくに冷間始動時には燃焼室内が低温であるので、燃料が気化しにくく、空気と燃料のミキシングが十分に行われない。このため、混合気の燃焼性が悪く、HC（炭化水素）の排出量が増加するといった問題がある。そこで、エンジン始動時には、吸気バルブないしは排気バルブの開閉タイミングを変更することにより、燃料の燃焼性を改善しあるいはHCの排出量を低減するようしたエンジンが種々提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

## 【0003】

例えば、エンジンの冷間始動時には、吸気バルブあるいは排気バルブの開閉タイミングを変更することにより、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間のオーバーラップ期間を拡大し、排気通路に排出された排気ガスの一部の燃焼室内への還流（すなわち、内部排気還流）により、排気熱を利用して燃焼室内の空気の温度を高め、燃料の気化を促進するようにしたエンジンが提案されている。なお、特許文献 1 に開示されたエンジンでは、エンジン始動時に触媒の上流で排気通路に 2 次空気を供給することにより未燃 HC を燃焼させて HC の排出量を低減するようにしている。

【特許文献 1】特開 2007-113469 号公報（段落 [0027]、図 2）

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば内部排気還流によって燃焼室内の空気の温度を高めるようにした従来のエンジンでは、エンジン始動時の第1回目のサイクルでは、まだ排気ガスが存在しないので、燃焼室内の空気の温度を高めることはできない。このため、第1回目のサイクルでは燃料が十分に気化ないしは霧化されず、一時的ではあるものの、HC（炭化水素）の発生量が増加するとともにエンジン出力の低下を招くといった問題がある。

【0005】

本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであって、エンジン始動時に、第1回目のサイクルを含めてすべてのサイクルで、燃料を十分に気化ないしは霧化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができ、ひいてはエンジン出力及びエミッション性能を向上させることを可能にする手段を提供することを解決すべき課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するためになされた本発明に係るエンジンの燃焼制御装置は、吸気バルブ及び排気バルブの開閉タイミング（バルブタイミング）を制御するバルブタイミング制御手段を備えている。このバルブタイミング制御手段は、エンジン始動時の第1回目のサイクル（以下「始動1サイクル目」という。）では、吸気バルブの開弁時期が吸気上死点より遅角側となり、かつ吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とがオーバーラップしないよう制御する。他方、エンジン始動時の第2回目以降のサイクル（以下「始動2サイクル目以降」という。）では、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とがオーバーラップするよう制御する。

【0007】

本発明に係るエンジンの燃焼制御装置において、エンジンが、燃焼室内（気筒内）に燃料を噴射する燃料噴射弁と、該燃料噴射弁の燃料噴射タイミングを制御する燃料噴射制御手段とを備えている場合、燃料噴射制御手段は、始動1サイクル目では、排気バルブが開弁してから吸気バルブが開弁を開始するまでの期間（以下「非オーバーラップ期間」という。）に燃料噴射を開始するよう燃料噴射弁を制御するのが好ましい。

【0008】

この場合、燃料噴射制御手段は、非オーバーラップ期間と、吸気バルブが開弁を開始した後の期間とを含む少なくとも2つの期間に分割して燃料噴射を行うよう燃料噴射弁を制御するのがより好ましい。

【0009】

本発明に係るエンジンの燃焼制御装置において、バルブタイミング制御手段は、始動2サイクル目以降では、排気バルブの開弁時期を遅角させることにより、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とをオーバーラップさせるようになっているのが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係るエンジンの燃焼制御装置によれば、始動1サイクル目では、吸気行程の初期に、吸気バルブ及び排気バルブがともに閉じられるので、ピストンの下降に伴って燃焼室内（気筒内）が急激に減圧され、真空に近い状態となる。そして、この後で吸気バルブが開弁されたときに、吸気ポートから燃焼室内に空気が非常に高速で流入する。このため、燃焼室内では空気の乱れが非常に強くなり、この空気の強い乱れにより燃料の気化ないしは霧化が促進され、燃焼室内における燃料と空気のミキシングが良くなる。

【0011】

また、始動2サイクル目以降では、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とがオーバーラップするので、内部排気還流により燃焼室内の空気の温度が高められ、燃料の気化ないしは霧化が促進され、燃焼室内における燃料と空気のミキシングが良くなる。したがって、エンジン始動時に、始動1サイクル目を含めてすべてのサイクルで、燃料を十

10

20

30

40

50

分に気化ないしは霧化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができ、ひいてはエンジン出力及びエミッション性能を向上させることができる。

#### 【0012】

本発明に係るエンジンの燃焼制御装置において、始動1サイクル目で非オーバーラップ期間に燃料噴射を開始するようにした場合は、吸気行程の初期にピストンの下降に伴って燃焼室内（気筒内）が真空に近い状態となっており、燃焼室内に燃料が噴射される。この場合、始動1サイクル目では燃焼室内に噴射された燃料が減圧沸騰により急激に気化するので、燃料をより効果的に気化させて燃料と空気のミキシングをより良くすることができる。

#### 【0013】

また、始動1サイクル目で、非オーバーラップ期間と、吸気バルブが開弁を開始した後の期間とを含む少なくとも2つの期間に分割して燃料噴射を行う場合は、非オーバーラップ期間では、減圧沸騰により燃料を気化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができる。他方、吸気バルブが開弁を開始した後の期間では、真空に近い状態にある燃焼室内に高速で流入する乱れの強い空気により、燃料の気化ないしは霧化を促進して、燃焼室内における燃料と空気のミキシングを良くすることができる。これらが相まって、エンジン始動時における燃料と空気のミキシングを一層良くすることができる。

#### 【0014】

本発明に係るエンジンの燃焼制御装置において、始動2サイクル目以降で、排気バルブの開弁タイミングを遅角させることにより吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とをオーバーラップさせる場合は、吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間のオーバーラップが、ピストンが下降する吸気行程で生じるので、排気通路内の排気ガスをより多く燃焼室内に還流させることができる。このため、始動2サイクル目以降において燃焼室内の温度をより高くすることができ、燃料をより効果的に気化ないしは霧化させて燃料と空気のミキシングをより良くすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

以下、添付の図面を参照しつつ、本発明の実施の形態1、2を具体的に説明する。図1は、本発明に係る燃焼制御装置を備えた気筒内噴射型の火花点火式エンジンE（以下、略して「エンジンE」という。）のシステム構成を示している。エンジンEは4気筒エンジンであるが、図1では1つの気筒のみを示し、他の気筒の図示は省略している。なお、本発明は4気筒エンジンに限定されるものではなく、4気筒以外の多気筒エンジン（例えば、6気筒エンジン、8気筒エンジン…）にも適用することができる。また、エンジンEは気筒内噴射型のエンジンであるが、本発明は、その基本的態様においては、吸気ポートに燃料が噴射されるポート噴射型のエンジンにも適用することができる。

#### 【0016】

##### （実施の形態1）

図1に示すように、エンジンEの本体部は、シリンダヘッド1とシリンダブロック2とで構成されている。エンジンEは4気筒4サイクルエンジンであり、4つの気筒3を備えている。このエンジンEにおいては、各気筒3が所定の位相差をもって膨張、排気、吸気、圧縮の各行程からなるサイクルを繰り返すようになっており、これらのサイクルは、第1気筒、第3気筒、第4気筒、第2気筒の順にクランク角で180°（180°CA）の位相差で繰り返される。

#### 【0017】

各気筒3内にはピストン4が嵌挿され、ピストン4の上方に燃焼室5が形成されている。ピストン4はコネクティングロッド6等を備えた連結機構を介してクランクシャフト7に連結されている。各気筒3の燃焼室5の頂部には点火プラグ8が設けられ、プラグ先端部は燃焼室5内に臨んでいる。燃焼室5の側方には、燃焼室5内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁9が設けられている。燃料噴射弁9は、詳しくは図示していないが、ニードル弁及びソレノイドを内蔵し、パルス信号が入力され、そのパルス入力時期にパルス幅に対応す

る時間だけ駆動されて開弁し、その開弁時間に応じた量の燃料を噴射する。燃料噴射弁 9 は、点火プラグ 8 付近に向けて燃料を噴射するように配置されている。なお、燃料噴射弁 9 には、図示していないが、燃料ポンプによって燃料供給通路等を介して燃料が供給され、かつ、圧縮行程における燃焼室内の圧力よりも高い圧力で燃料を噴射するようになっている。

#### 【0018】

各気筒 3 の燃焼室 5 に対して吸気ポート 10 及び排気ポート 11 が開口し、両ポート 10、11 にそれぞれ吸気バルブ 12 及び排気バルブ 13 が設けられている。そして、各気筒 3 の吸気バルブ 12 及び排気バルブ 13 の開閉タイミングは、各気筒 3 が所定の位相差で膨張・排気・吸気・圧縮の 4 行程からなる各サイクルを行うように設定されている。

10

#### 【0019】

ここで、吸気バルブ 12 は、吸気バルブカム 14 によって、クランクシャフト 7 と同期して所定のタイミングで開閉される。そして、吸気バルブカム 14 に対して、電気式の吸気バルブタイミング可変機構 15 (VVT) が設けられている。この吸気バルブタイミング可変機構 15 は、吸気バルブコントローラ 16 からの制御信号に従って、吸気バルブカム 14 を介して、吸気バルブ 12 の開閉タイミングを進角させ又は遅角させることができる。

#### 【0020】

他方、排気バルブ 13 は、排気バルブカム 17 によって所定のタイミングで開閉される。そして、排気バルブカム 17 に対して、電気式の排気バルブタイミング可変機構 18 (VVT) が設けられている。この排気バルブタイミング可変機構 18 は、排気バルブコントローラ 19 からの制御信号に従って、排気バルブカム 17 を介して、排気バルブ 13 の開閉タイミングを進角させ又は遅角させることができる。なお、電気式の吸気バルブタイミング可変機構 15 及び排気バルブタイミング可変機構 18 は、エンジン始動後直ちに動作することができ、かつ、油圧式のバルブタイミング可変機構に比べて開閉タイミングをリニア（直線的）に変化させることができる。なお、吸気バルブタイミング可変機構 15 及び排気バルブタイミング可変機構 18 の具体的な構造は、図 2 を参照しつつ後で説明する。

20

#### 【0021】

吸気ポート 10 には、燃料燃焼用の空気を燃焼室 5 に供給する吸気通路 20 が接続されている。詳しくは図示していないが、この吸気通路 20 は、燃焼室 5 に吸入される空気（以下「吸入空気」という。）の流れ方向にみて、上流側では単一の通路（共通吸気通路）であるが、下流側では分岐し、各通路（分岐吸気通路）はそれぞれ対応する気筒 3 の吸気ポート 10 に接続されている。そして、吸気通路 20 の上流側の部分（共通吸気通路）には、吸入空気の流れ方向にみて、上流側から順に、吸入空気中のダスト等を除去するエアクリーナ（図示せず）、吸入空気の流量を検出するエアフローセンサ 41（図 3 参照）、スロットル弁 21 を備えたスロットルボディ 22、吸入空気の流れを安定させるサージタンク（図示せず）等が設けられている。

30

#### 【0022】

また、吸気通路 20 のサージタンクより下流側の部分（分岐吸気通路）には、それぞれ、各気筒に個別のタンプルスワールコントロールバルブ 23 (TSCV) が設けられている。このタンプルスワールコントロールバルブ 23 は、詳しくは図示していないが、その開度を変えることにより、対応する気筒 3 の燃焼室 5 に生成されるタンプル（縦渦）及びスワール（横渦）の強度を調節ないしは制御する。

40

#### 【0023】

他方、排気ポート 11 には、燃焼室 5 内で発生した燃焼ガスすなわち排気ガスをエンジン外（大気中）に排出する排気通路 25 が設けられている。この排気通路 25 は、排気ガスの流れ方向にみて、上流端近傍部（排気マニホールド）では気筒 3 毎に分岐して各排気ポート 11 に接続されているが、下流側では各気筒 3 に共通な単一の通路（共通排気通路）である。なお、図示していないが、排気通路 25（共通排気通路）には、排気ガスを浄

50

化するために、H C 及び C O を酸化して浄化する酸化触媒（例えば、白金、ロジウム、パラジウム等からなる触媒）と、N O x を還元して浄化する還元触媒（白金、バリウム等からなる触媒）とを備えた排気ガス浄化装置が設けられている。この排気ガス浄化装置は、触媒温度が活性化温度（例えば、200～250℃）以上であるときに、触媒作用ないしは排気ガス浄化作用を有効に発揮する。

#### 【0024】

図2に示すように、電気式の吸気バルブタイミング可変機構15は、各気筒3の吸気バルブカム14が取り付けられたカムシャフト30の先端部（前端部）に取り付けられている。そして、吸気バルブタイミング可変機構15は、クランクシャフト7によって駆動されるスプロケット部31と、カムシャフト30に固定され該カムシャフト30と一体回転するリンク機構32と、電動式のVVTモータ33と、スプロケット部31及びリンク機構32とVVTモータ33との間に配置されたチェーンケース34とを備えている。

#### 【0025】

ここで、吸気バルブタイミング可変機構15は、VVTモータ33を駆動することにより、スプロケット部31と、リンク機構32及びカムシャフト30との間の回転位相差、すなわちカムシャフト30の回転位相を変化させることができる。このように、カムシャフト30の回転位相を、該カムシャフト30の正転方向又は逆転方向に変化させることにより、吸気バルブカム14の回転位相、ひいては吸気バルブ12の開閉タイミング（バルブタイミング）を、所定の角度範囲内（例えば、クランク角で-60°～+60°の範囲内）で進角又は遅角させることができる。なお、電気式の排気バルブタイミング可変機構18も、基本的には、吸気バルブタイミング可変機構15と同様の構造のものであり、排気バルブ13の開閉タイミングを、所定の角度範囲内（例えば、クランク角で-60°～+60°の範囲内）で進角又は遅角させることができる。

#### 【0026】

以下、エンジンEの制御システムを説明する。

図3に示すように、エンジンEには、その運転状態に関する各種情報を収集するために種々のセンサが設けられている。例えば、吸入空気の流量を検出するエアフローセンサ41、クランクシャフト7の回転数すなわちエンジン回転数を検出するエンジン回転数センサ42、クランク角を検出するクランク角センサ43、スロットル弁21の開度を検出するスロットル開度センサ44、エンジン水温（エンジン温度）を検出する水温センサ45等が設けられている。これらの各センサ41～45の検出信号は、エンジンEの制御情報としてコントロールユニットCに入力される。

#### 【0027】

コントロールユニットCは、課題を解決するための手段の欄に記載された「バルブタイミング制御手段」及び「燃料噴射制御手段」を含むエンジンEの総合的な制御手段である。詳しくは図示していないが、コントロールユニットCは、制御信号の入出力を行う入出力部（インターフェース）、データや制御情報等を記憶する記憶部（ROM、RAM等）、各種演算処理を行う中央処理装置（CPU）、タイマ、カウンタ等を備えたコンピュータである。

#### 【0028】

そして、コントロールユニットCは、前記各センサ41～45によって検出された各種データに基づいて、点火プラグ8、燃料噴射弁9、吸気バルブタイミング可変機構15（吸気バルブコントローラ16）、排気バルブタイミング可変機構18（排気バルブコントローラ19）、スロットル弁21等を制御ないしは駆動することにより、点火時期制御、燃料噴射制御、吸気バルブ12及び排気バルブ13の通常の開閉タイミング制御等の普通のエンジン制御を行うとともに、エンジン始動時において燃料と吸入空気のミキシングを良くするための本発明に係る制御（以下「エンジン始動制御」という。）を行うようになっている。しかしながら、普通のエンジン制御については、その制御手法は当業者にはよく知られており、またこのような普通のエンジン制御は本発明の要旨とするところでもないので、その説明を省略する。

## 【0029】

以下、図4に示すフローチャートに従って、コントロールユニットCによって実行される、本発明に係るエンジン始動制御の制御手順を具体的に説明する。図4に示すように、このエンジン始動制御は、スタータスイッチ46（図3参照）の出力信号に基づいて、エンジンEのクランキング（始動）が開始されたときに開始される。

## 【0030】

このようにエンジン始動制御が開始されると、まずステップS1でエンジン始動が完了したか否か、すなわちクランキングが開始された後においてエンジンEが完爆状態となったか否かが判定される。ここで、エンジン始動が完了していないと判定された場合は（NO）、ステップS2で今回のサイクルが始動1サイクル目（エンジン始動時の第1回目のサイクル）であるか否かが判定される。

10

## 【0031】

ステップS2で今回のサイクルが始動1サイクル目である判定された場合は（YES）、ステップS3で、吸気バルブ12の開閉タイミングが、該吸気バルブ12の開弁時期が吸気上死点（排気行程と吸気行程の間の上死点）より遅角側となり、かつ、吸気バルブ12の開弁期間と排気バルブ13の開弁期間とがオーバーラップしないように設定される。続いて、ステップS4で、燃料噴射弁5の燃料噴射タイミングが、吸気バルブ12の開弁時期より遅角側に設定され、この後ステップS1に復帰する（リターン）。

## 【0032】

すなわち、図6に示すように、このエンジンEでは、通常の運転時には、排気バルブ13の開閉タイミングは通常タイミング $L_1$ に設定され、吸気バルブ12の開閉タイミングは通常タイミング $L_2$ に設定される。この場合、排気バルブ13の開弁期間と吸気バルブ12の開弁期間とはほとんどオーバーラップしないか、吸気上死点付近で若干オーバーラップする。

20

## 【0033】

これに対して、ステップS3～S4が実行されるときには、排気バルブ13の開閉タイミングは通常タイミング $L_1$ のままであり、とくには変更されない。他方、吸気バルブ12の開閉タイミングは、通常タイミング $L_2$ （破線）から所定のクランク角度（例えば、クランク角で $20 \sim 60^\circ$ ）だけ遅角され、1サイクル目用のタイミング $L_3$ （実線）に変更される。そして、燃料噴射は、Iで示すように、1サイクル目用のタイミング $L_3$ で開弁される吸気バルブ12の開弁時期とほぼ同時、ないしはこれより若干遅角側の時点に設定される。

30

## 【0034】

この場合、吸気バルブ12及び排気バルブ13がともに閉じられた状態で吸気行程が開始され、ピストン4が吸気上死点位置から下降する。このピストン4の下降に伴って燃焼室5内が急激に減圧され、真空に近い状態となる。そして、この後に吸気バルブ12が開弁されたときに、吸気ポート10から燃焼室5内に、空気が非常に高速で流入する。このため、吸気ポート10ないし燃焼室5内では空気の乱れが非常に強くなる。そして、燃料は、この非常に強い乱れの空気中に噴射されるので、燃料の気化ないしは霧化が促進され、燃焼室5内における燃料と空気のミキシングが非常に良好となる。

40

## 【0035】

図9に、排気バルブ13の開閉タイミングを通常タイミング（Exh\_\_lift）に固定した上で、吸気バルブ12の開閉タイミング（Int\_\_lift）を通常タイミング（図6参照）から、クランク角で $20^\circ$ （ $20^\circ CA$ ）、 $40^\circ$ （ $40^\circ CA$ ）又は $60^\circ$ （ $60^\circ CA$ ）遅角させた場合における燃焼室5内の圧力（筒内圧）を測定した結果（それぞれ、 $IO-20^\circ CA$ 、 $IO-40^\circ CA$ 、 $IO-60^\circ CA$ ）を示す。図9から明らかなおおり、この吸気バルブ12の開閉タイミング遅角量の範囲では、吸気バルブ12の開閉タイミングの遅角量が大きいときほど、燃焼室5内の圧力は低くなっている。

## 【0036】

図10に、排気バルブ13の開閉タイミングを図9の場合と同様に設定し、吸気バルブ

50

1 2 の開閉タイミングを図 9 の場合と同様に变化させた場合に、燃焼室 5 内に流入する空気の流速を測定した結果を示す（それぞれ、 $10-20^{\circ}\text{CA}$ 、 $10-40^{\circ}\text{CA}$ 、 $10-60^{\circ}\text{CA}$ ）。なお、この流速は、吸気バルブ 1 2 と吸気ポート 1 0 との間の空間部における流速である。図 1 0 から明らかなとおり、この吸気バルブ 1 2 の開閉タイミング遅角量の範囲では、吸気バルブ 1 2 の開閉タイミングの遅角量が大きいときほど、空気の流速は大きくなっている。

#### 【0037】

他方、前記のステップ S 2 で今回のサイクルが始動 1 サイクル目でない判定された場合（NO）、すなわち始動 2 サイクル目以降（エンジン始動時の第 2 回目以降のサイクル）であると判定された場合は、ステップ S 5 で、排気バルブ 1 3 の開閉タイミングないしは閉弁時期を所定量だけ遅角させることにより、排気バルブ 1 3 の開弁期間と吸気バルブ 1 2 の開弁期間とがオーバーラップさせられる。続いて、ステップ S 6 で、燃料噴射弁 5 の燃料噴射タイミングが、通常の燃料噴射時期、すなわち吸気上死点付近に設定され、この後ステップ S 1 に復帰する（リターン）。

10

#### 【0038】

すなわち、図 8 に示すように、排気バルブ 1 3 の開閉タイミングは通常タイミング  $N_1$ （破線）から所定のクランク角度（例えば、クランク角で  $20\sim40^{\circ}$ ）だけ遅角され、2 サイクル目以降用のタイミング  $N_2$ （実線）に変更される。なお、吸気バルブ 1 2 の開閉タイミングは通常タイミング  $N_4$ （破線）に設定される。また、燃料噴射タイミングは、K で示すように、吸気上死点付近に設定される。

20

#### 【0039】

この場合、図 8 から明らかなとおり、排気バルブ 1 3 の開弁期間と吸気バルブ 1 2 の開弁期間のオーバーラップが、ピストン 4 が下降する吸気行程で生じる。このため、排気ポート 1 1 ないしは排気通路 2 5 内の排気ガスをより多く燃焼室 5 内に還流させることができる。したがって、始動 2 サイクル目以降で燃焼室 5 内の温度をより高くすることができ、燃料を効果的に気化ないしは霧化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができる。

#### 【0040】

なお、排気バルブ 1 3 の開閉タイミングを通常タイミング  $N_1$  に固定した上で、吸気バルブ 1 2 の開閉タイミングを、通常タイミング  $N_4$ （破線）から所定のクランク角度（例えば、クランク角で  $20\sim40^{\circ}$ ）だけ進角させたタイミング  $N_3$ （実線）に変更することによっても、排気バルブ 1 3 の開弁期間と吸気バルブ 1 2 の開弁期間とをオーバーラップさせることができる。しかしながら、この場合は、排気バルブ 1 3 の開弁期間と吸気バルブ 1 2 の開弁期間のオーバーラップが、ピストン 4 が上昇する排気行程で生じるので、排気バルブ 1 3 の開閉タイミングを遅角させる前記の場合に比べて、排気ガスの還流量が少なくなる。

30

#### 【0041】

ところで、前記のステップ S 1 でエンジン始動が完了していると判定された場合は（YES）、エンジン E はすでに完爆状態にあり、エンジン始動時に固有の前記制御ルーチン（ステップ S 2 ～ S 6）を実行する必要がないので、ステップ S 7 でエンジン E の通常の運転制御が行われる。この後、ステップ S 1 に復帰する（リターン）

40

#### 【0042】

以上、本発明の実施の形態 1 に係るエンジン始動制御によれば、エンジン始動時に、始動 1 サイクル目を含めてすべてのサイクルで、燃料を十分に気化ないしは霧化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができ、ひいてはエンジン出力及びエミッション性能を向上させることができる。

#### 【0043】

（実施の形態 2）

以下、本発明に実施の形態 2 を説明する。しかしながら、実施の形態 2 に係るエンジンの構成は実施の形態 1 に係るエンジンと同一であり、実施の形態 2 は、実施の形態 1 とは

50

エンジン始動制御の制御形態が異なるだけである。また、実施の形態 2 に係るエンジン始動制御は、実施の形態 1 に係るエンジン始動制御のステップ S 4 に代えてステップ S 1 4 を設けた点で相違するだけであり、その他のステップの内容は同一である。そこで、説明の重複を避けるため、以下では、実施の形態 1 にかかるエンジン始動制御と異なる点のみを説明する。なお、図 5 に示すフローチャートにおいて、図 4 に示すフローチャートと同一内容のステップには、同一のステップ番号が付されている。

#### 【0044】

図 5 に示すように、実施の形態 2 に係るエンジン始動制御では、ステップ S 2 でエンジン E の今回のサイクルが始動 1 サイクル目であると判定された場合は (Y E S)、ステップ S 3 で実施の形態 1 の場合と同様に吸気バルブ 1 2 の開閉タイミングが遅角させられ、この後ステップ S 1 4 が実行される。そして、ステップ S 1 4 では、排気バルブ 1 3 が閉弁してから吸気バルブ 1 2 が開弁を開始するまでの期間、すなわち非オーバーラップ期間と、吸気バルブ 1 2 が開弁を開始した後の期間の 2 つの期間に分割して燃料噴射が行われる。

10

#### 【0045】

すなわち、図 7 に示すように、排気バルブ 1 3 の開閉タイミングは通常タイミング  $M_1$  に設定される。他方、吸気バルブ 1 2 の開閉タイミングは、通常タイミング  $M_2$  (破線) から所定のクランク角度 (例えば、クランク角で  $20 \sim 60^\circ$ ) だけ遅角され、1 サイクル目用のタイミング  $M_3$  (実線) に変更される。

#### 【0046】

そして、第 1 回目の燃料噴射は、 $J_1$  で示すように、吸気上死点後において排気バルブ 1 3 及び吸気バルブ 1 2 がともに閉じられ、ピストン 4 の下降に伴って燃焼室 5 内が真空に近い状態となっており、燃焼室 5 内に噴射された燃料が減圧沸騰により急激に気化するので、燃料を効果的に気化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができる。

20

#### 【0047】

他方、第 2 回目の燃料噴射は、 $J_2$  で示すように、1 サイクル目用のタイミング  $M_3$  で開弁される吸気バルブ 1 2 の開弁時期よりやや遅角側の時点に設定される。この場合、実施の形態 1 の場合 (ステップ S 4) と同様に、燃料は、燃焼室 5 内の非常に強い乱れの空気中に噴射されるので、燃料の気化ないしは霧化が促進され、燃焼室 5 内における燃料と空気のミキシングが非常に良好となる。

30

#### 【0048】

その他の点については、実施の形態 1 と同様である。かくして、実施の形態 2 によれば、非オーバーラップ期間では、減圧沸騰により燃料を気化させて燃料と空気のミキシングを良くすることができ、他方吸気バルブ 1 2 が開弁を開始した後の期間では、真空に近い状態にある燃焼室 5 内に高速で流入する乱れの強い空気により、燃料の気化ないしは霧化を促進して、燃焼室 5 内における燃料と空気のミキシングを良くすることができる。このため、実施の形態 1 に比べて、エンジン始動時における燃料と空気のミキシングを一層良くすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

40

#### 【0049】

【図 1】本発明の実施の形態 1 又は実施の形態 2 に係るエンジンのシステム構成を示す一部断面正面図である。

【図 2】図 1 に示すエンジンのバルブタイミング可変機構の一部断面側面図である。

【図 3】図 1 に示すエンジンの制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 に係るエンジン始動制御の制御手順を示すフローチャートである。

【図 5】本発明の実施の形態 2 に係るエンジン始動制御の制御手順を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の実施の形態 1 に係るエンジンの始動 1 サイクル目における吸気バルブ及

50

び排気バルブの開閉タイミング及び燃料噴射タイミングを示す図である。

【図 7】本発明実施の形態 2 に係るエンジンの始動 1 サイクル目における吸気バルブ及び排気バルブの開閉タイミング及び燃料噴射タイミングを示す図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係るエンジンの始動 2 サイクル目以降における吸気バルブ及び排気バルブの開閉タイミング及び燃料噴射タイミングを示す図である。

【図 9】燃焼室内の圧力（筒内圧）のクランク角に対する変化特性を示すグラフである。

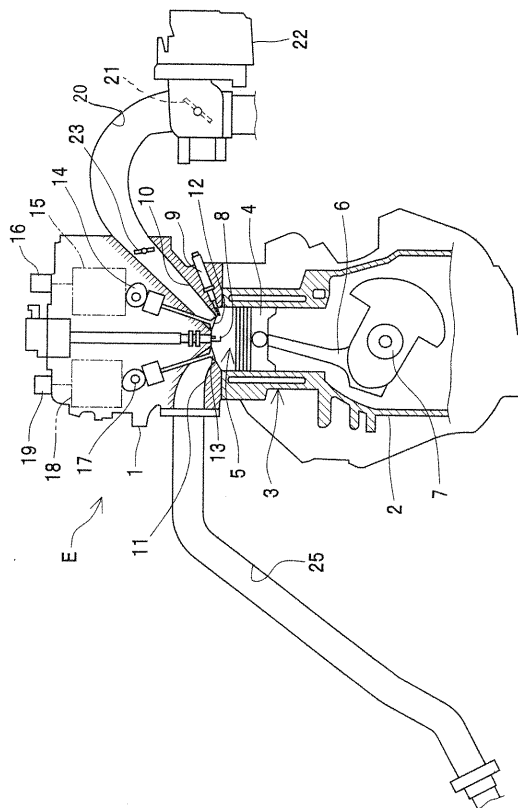
【図 10】燃焼室内に流入する吸入空気の流速のクランク角に対する変化特性を示すグラフである。

【符号の説明】

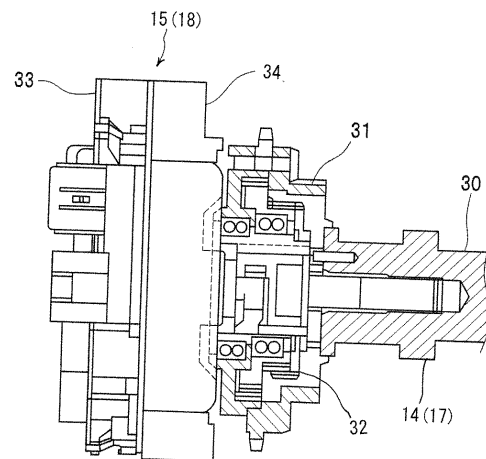
【0050】

E エンジン、C コントロールユニット、1 シリンダヘッド、2 シリンダブロック、3 気筒、4 ピストン、5 燃焼室、6 コネクティングロッド、7 クランクシャフト、8 点火プラグ、9 燃料噴射弁、10 吸気ポート、11 排気ポート、12 吸気バルブ、13 排気バルブ、14 吸気バルブカム、15 吸気バルブタイミング可変機構、16 吸気バルブコントローラ、17 排気バルブカム、18 排気バルブタイミング可変機構、19 排気バルブコントローラ、20 吸気通路、21 スロットル弁、22 スロットルボディ、23 タンブルスワールコントロールバルブ、25 排気通路、30 カムシャフト、31 カムスプロケット部、32 リンク機構、33 VVT モータ、34 チェーンケース、41 エアフローセンサ、42 エンジン回転数センサ、43 クランク角センサ、44 スロットル開度センサ、45 エンジン水温センサ、46 スタータスイッチ。

【図 1】



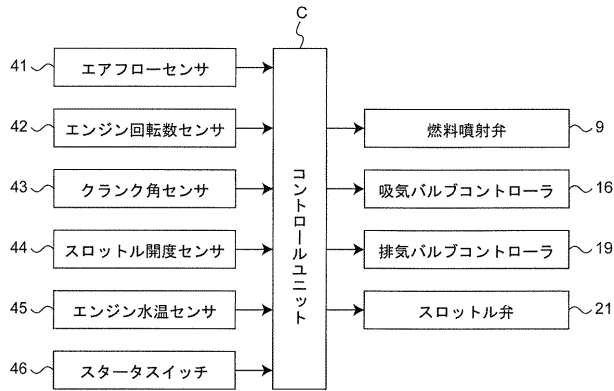
【図 2】



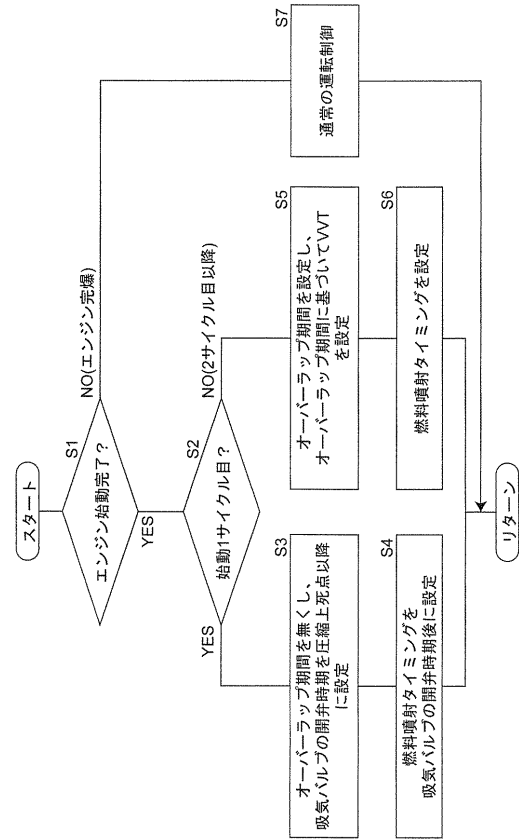
10

20

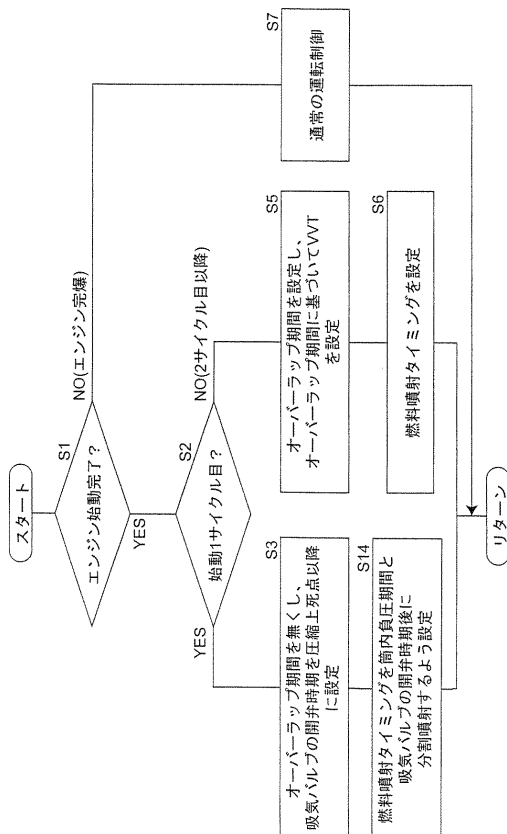
【図 3】



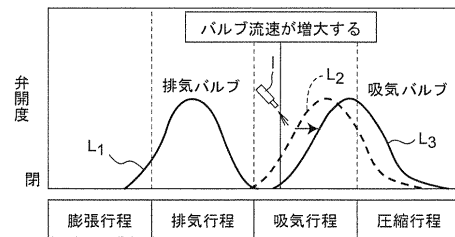
【図 4】



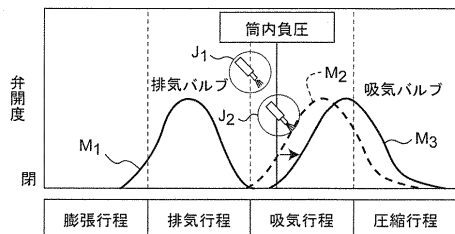
【図 5】



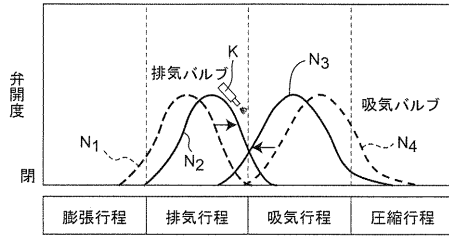
【図 6】



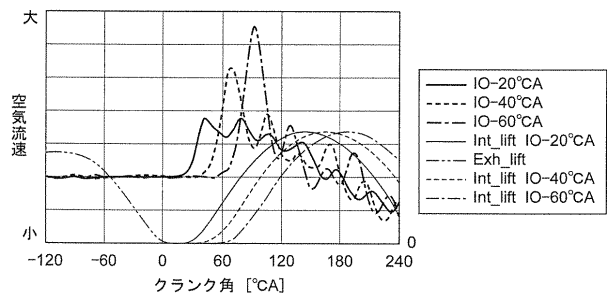
【図 7】



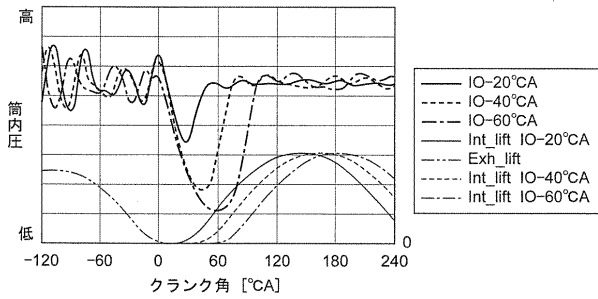
【図 8】



【図 10】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 友巳

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

(72)発明者 中山 佳映

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

F ターム(参考) 3G092 AA01 AA06 AA11 AB02 BB01 BB06 DA01 DA02 DA03 EA04  
EC01 FA22 GA01 HA01Z HA06Z HA12Z HA13Z HB01Z HB02Z HE01Z  
HE03Z HE08Z HF05Z  
3G301 HA01 HA04 HA19 JA26 KA01 MA11 MA18 ND01 PA01Z PA11Z  
PB03Z PB05Z PE01Z PE03Z PE08Z PE10Z PF16Z