

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5560237号  
(P5560237)

(45) 発行日 平成26年7月23日 (2014. 7. 23)

(24) 登録日 平成26年6月13日 (2014. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/34 (2006. 01)

F O 2 D 41/34 H

F O 2 D 41/06 (2006. 01)

F O 2 D 41/06 3 3 O A

F O 2 D 41/32 (2006. 01)

F O 2 D 41/32 C

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-140062 (P2011-140062)  
 (22) 出願日 平成23年6月24日 (2011. 6. 24)  
 (65) 公開番号 特開2013-7314 (P2013-7314A)  
 (43) 公開日 平成25年1月10日 (2013. 1. 10)  
 審査請求日 平成25年2月25日 (2013. 2. 25)

(73) 特許権者 509186579  
 日立オートモティブシステムズ株式会社  
 茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0 番地  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (74) 代理人 100098660  
 弁理士 戸田 裕二  
 (74) 代理人 100091720  
 弁理士 岩崎 重美  
 (72) 発明者 押領司 一浩  
 茨城県日立市大みか町七丁目1 番 1 号  
 株式会社 日立製作  
 所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の燃焼室へ流入する空気量を検出して出力する空気量検出装置と、  
 前記燃焼室へ燃料を供給する燃料噴射装置と、  
 燃料と空気の混合気に点火するための点火装置を備えた筒内噴射式内燃機関を制御する  
筒内噴射式内燃機関の制御装置において、

前記空気量検出装置の出力に基づいて一サイクル中の燃料総噴射量を算出し、  
 一サイクル中に燃料の分割噴射を行い、火炎伝播に続いて自着火を引き起こして燃焼さ  
せ、

前記燃料総噴射量の半分未満を噴射する第一の噴射と、  
 前記総噴射量と前記第一の噴射で噴射される燃料量との差分に相当する量を前記第一の  
 噴射よりも後のタイミングで噴射する第二の噴射と、を行い、  
 前記第二の噴射後前記内燃機関の圧縮上死点前に前記点火装置による点火制御を実施し  
、前記第一の噴射は前記内燃機関の吸気行程中に行われ、  
前記点火制御は前記内燃機関の圧縮行程中に行われ、  
前記第一の噴射により前記燃焼室内に形成される混合気の当量比が、0.2 から 0.4 の  
範囲となるように、前記第一の噴射の燃料噴射量を設定することを特徴とする筒内噴射式  
内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

内燃機関の燃焼室へ流入する空気量を検出して出力する空気量検出装置と、

10

20

前記燃焼室へ燃料を供給する燃料噴射装置と、  
燃料と空気の混合気に点火するための点火装置を備えた筒内噴射式内燃機関を制御する筒内噴射式内燃機関の制御装置において、  
前記空気量検出装置の出力に基づいて一サイクル中の燃料総噴射量を算出し、  
一サイクル中に燃料の分割噴射を行い、火炎伝播に続いて自着火を引き起こして燃焼させ、  
前記燃料総噴射量の半分未満を噴射する第一の噴射と、  
前記総噴射量と前記第一の噴射で噴射される燃料量との差分に相当する量を前記第一の噴射よりも後のタイミングで噴射する第二の噴射と、を行い、  
前記第二の噴射後前記内燃機関の圧縮上死点前に前記点火装置による点火制御を実施し、  
前記第一の噴射は前記内燃機関の吸気行程中に行われ、  
前記点火制御は前記内燃機関の圧縮行程中に行われ、  
前記第一の噴射により前記燃焼室内に形成される混合気は、火炎伝播不能かつ自着火可能であることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置。

10

【請求項 3】

前記第一の噴射は前記内燃機関の吸気行程中に行われ、  
前記点火制御は前記内燃機関の圧縮行程中に行われ、  
前記第一の噴射により前記燃焼室内に形成される混合気の着火遅れ時間が、  
前記内燃機関の回転周期よりも短いことを特徴とする  
請求項 1 または 2 いずれか一項記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

20

【請求項 4】

前記内燃機関の冷却水の温度を検出する温度検出装置を備え、  
前記温度検出装置の出力に基づき触媒未活性状態と判断した際に、  
前記第一の噴射および前記第二の噴射を含む分割噴射を行い、  
前記第二の噴射後前記内燃機関の圧縮上死点前に、  
前記点火制御を実施することを特徴とする  
請求項 3 に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記内燃機関は排気ガスを燃焼室へ導入する量を制御する排気ガス調整弁を備え、  
前記内燃機関のロッキングを抑制するために、  
前記排気ガス制御装置により燃焼室に導入する排気ガス量を増減する制御を行うこと  
を特徴とする請求項 3 から 4 いずれか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

30

【請求項 6】

前記内燃機関の振動を直接または間接的に検出する振動検出装置を備え、  
前記振動検出装置にて振動を検出した際に、振動を検出する前に比べて前記第二の噴射を開始する時期を進角化する制御を行うことを特徴とする  
請求項 3 から請求項 5 いずれか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記内燃機関は、熱発生率の検出値の履歴に少なくとも二つのピーク値を有することを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

40

【請求項 8】

前記熱発生率の検出値は前記内燃機関の筒内圧力を検出するセンサの信号に基づき検出することを特徴とする請求項 7 に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

前記第二の噴射は前記内燃機関の圧縮行程中に行われ、前記第二の噴射により前記燃焼室内に形成される混合気は、火炎伝播可能であることを特徴とする請求項 1 から 8 いずれか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、筒内噴射式内燃機関の制御装置及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等に使用される内燃機関（エンジン）において排気成分の低減が必須課題である。エンジンの排気成分としては、未燃炭化水素（以下、HC）、窒素酸化物（以下、NO<sub>x</sub>）、一酸化炭素（以下、CO）及び、粒子状物質（Particulate Matter、以下、PM）がある。HC、NO<sub>x</sub>、COは、失火や燃焼温度の高温化、不完全燃焼によって生成する成分である。これらは、エンジン下流に設けた触媒を用いて無害化している。ただし、これらの成分を触媒によって無害化するには、触媒が活性化する温度に達している必要があり、特にエンジンの始動直後には触媒の活性化まで時間がかかる。HC、NO<sub>x</sub>、COを低減するため、内燃機関の下流に設けた排気触媒の早期活性化する技術として、エンジン始動後の冷機時に、圧縮行程中の燃料噴射によりエンジン筒内の混合気を成層化し、かつ、圧縮上死点後に点火する技術が知られており、例えば特許文献1がある。

10

【0003】

一方、PMは、ナノメートルサイズの粒子であり、エンジン筒内に局所的に形成される空燃比（空気量と燃料量の比）が理論（量論）空燃比よりも小さい混合気（リッチ混合気）が燃焼すると生成する。エンジンの冷機始動時には、エンジン壁面に付着した燃料がピストン等の壁面に形成した液膜（以下、燃料液膜）が、点火時期以降も残存し、火炎が壁面に近づいてきた後に、気化する。この結果、壁面近傍の燃料が十分に拡散・混合できず、壁面近傍に大量のリッチ混合気が形成される。これが燃焼してしまうため、大量のPMが排出されることとなる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-88875号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

大量のPMの排出を改善するには、点火時期より前に液膜を気化させることが必要となるが、液膜を気化させるには、エンジン壁面温度を高温化すれば良い。従来技術では、排気触媒の早期活性化は可能であるが、燃料が燃焼する際に放出する熱の大部分を触媒昇温に使用するため、エンジン壁面温度の早期高温化ができず、PMを削減できないという課題があった。このため、内燃機関の冷機始動時において排気触媒の早期活性化とエンジン壁面温度の早期高温化を両立する手段が必要であった。

30

【0006】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、本発明は排気触媒の早期活性化とエンジン壁面温度の早期高温化が両立することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため本発明は、内燃機関の燃焼室へ流入する空気量を検出して出力する空気量検出装置と、前記燃焼室へ燃料を供給する燃料噴射装置と、燃料と空気の混合気に点火するための点火装置を備え、前記空気量検出装置の出力に基づいて一サイクル中の燃料総噴射量を算出し、一サイクル中に燃料の分割噴射を行う筒内噴射式内燃機関の制御装置であって、前記燃料総噴射量の半分未満を噴射する第一の噴射と、前記総噴射量と前記第一の噴射で噴射される燃料量との差分に相当する量を前記第一の噴射よりも後のタイミングで噴射する第二の噴射と、を行い、前記第二の噴射後前記内燃機関の圧縮上死点前に前記点火装置による点火制御を実施することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の制御装置を提供する。

40

【発明の効果】

【0008】

50

本発明によれば、エンジン筒内に火炎伝播可能な領域と火炎伝播不可能かつ自着火可能な領域を形成し、点火を圧縮上死点より前に設定することで、燃料の一部を火炎伝播により燃焼させ、残りの燃料を自着火により燃焼させることができる。これにより燃焼期間を長期化でき、排気触媒の早期活性化とエンジン壁面の早期高温化を両立し、エンジンから排出されるHC、NO<sub>x</sub>、COとPMを削減できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施例におけるエンジンの構成図。

【図2】第1の実施例におけるECUの構成図。

【図3】火炎伝播限界の説明図。

【図4】自着火限界の説明図。

【図5】ハイブリッド燃焼による燃焼期間の長期化を実施する筒内の混合気状態。

【図6】ハイブリッド燃焼による燃焼期間の長期化を実施した際の熱発生履歴。

【図7】第1から第3の実施例における制御フローチャート。

【図8】第1の実施例における噴射及び点火制御のフローチャート。

【図9】冷却水温度及び排気温度と触媒温度の説明図。

【図10】自着火用混合気の目標空燃比の説明図。

【図11】燃料噴射量と噴射パルス幅の関係の説明図。

【図12】第1の実施例における各種信号波形と熱発生率の履歴。

【図13】第2及び第3の実施例におけるエンジンの構成図。

【図14】第2及び第3の実施例におけるECUの構成図。

【図15】第2の実施例における噴射、点火及びEGR調整バルブ制御のフローチャート。

。

【図16】外部EGRの導入による層流燃焼速度の変化の説明図。

【図17】第3の実施例における噴射、点火制御のフローチャート。

【図18】第3の実施例における各種信号波形、熱発生率の履歴。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図1から図18を用いて、本発明の第1から第3の実施例による筒内噴射式内燃機関の制御装置の構成及び動作について説明する。

【0011】

図1は、本発明の第1及び第2の実施例における筒内噴射式内燃機関の構成図である。エンジン100は、火花点火燃焼を実施する自動車用ガソリンエンジンである。吸入空気量を計測するエアフローセンサ1と、吸気流量を調整する電子制御スロットル2とが、吸気管6の各々の適宜位置に備えられている。また、エンジン100には、シリンダ7とピストン14とで囲われる燃焼室に燃料を噴射するインジェクタ3と、点火エネルギーを供給する点火プラグ4が、シリンダ7の各々の適宜位置に備えられている。また、吸気弁5aと筒内から排出される排気ガスを調整する排気弁5bで構成する可変動弁5が、シリンダ7の各々の適宜位置に備えられている。

【0012】

さらに、排気を浄化する三元触媒10と、空燃比検出器の一態様であって、三元触媒10の上流側にて排気空燃比を検出する空燃比センサ9と、排気温度検出器の一態様であって、三元触媒10の上流側にて排気の温度を計測する排気温度センサ11とが排気管8の各々の適宜位置に備えられる。また、クランク軸12には、回転角度を算出するためのクランク角度センサ13が備えられている。加えて、エンジンの冷却水の温度を計測する冷却水温度センサ15が備えられている。さらに、アクセル開度を検出するアクセル開度センサ16が備えられている。

【0013】

エアフローセンサ1、空燃比センサ9、排気温度センサ11、クランク角センサ13、冷却水温度センサ15及びアクセル開度センサ16から得られる信号は、エンジンコント

10

20

30

40

50

ロールユニット（ＥＣＵ）２０に送られる。アクセル開度センサ１６は、アクセルペダルの踏み込み量、すなわち、アクセル開度を検出する。ＥＣＵ２０は、アクセル開度センサ１６の出力信号に基づいて、要求トルクを演算する。すなわち、アクセル開度センサ１６は、エンジンへの要求トルクを検出する要求トルク検出センサとして用いられる。また、ＥＣＵ２０は、クランク角度センサ１３の出力信号に基づいて、エンジンの回転速度を演算する。ＥＣＵ２０は、上記各種センサの出力から得られるエンジンの運転状態に基づき、空気流量、燃料噴射量、点火時期、吸排気弁動作量のエンジンの主要な作動量を最適に演算する。

#### 【００１４】

ＥＣＵ２０で演算された燃料噴射量は開弁パルス信号に変換され、インジェクタ３に送られる。また、ＥＣＵ２０で演算された点火時期で点火されるように、点火プラグ駆動信号が点火プラグ４に送られる。また、ＥＣＵ２０で演算されたスロットル開度は、スロットル駆動信号として電子制御スロットル２に送られる。また、ＥＣＵ２０で演算された吸排気弁の開閉弁時期で、吸排気弁が開閉弁するように、可変動弁駆動信号として、可変動弁５に送られる。

#### 【００１５】

図２は、本発明の第１から第２の実施形態による筒内噴射式内燃機関の制御装置の構成を示すシステムブロック図である。

#### 【００１６】

エアフローセンサ１，空燃比センサ９，排気温度センサ１１，クランク角センサ１３，冷却水温度センサ１５，アクセル開度センサ１６の出力信号は、ＥＣＵ２０の入力回路２０ａに入力する。但し、入力信号はこれらだけに限られない。入力された各センサの入力信号は入出力ポート２０ｂ内の入力ポートに送られる。入出力ポート２０ｂに送られた値は、ＲＡＭ２０ｃに保管され、ＣＰＵ２０ｅで演算処理される。演算処理内容を記述した制御プログラムは、ＲＯＭ２０ｄに予め書き込まれている。

#### 【００１７】

制御プログラムに従って演算された各アクチュエータの作動量を示す値は、ＲＡＭ２０ｃに保管された後、入出力ポート２０ｂ内の出力ポートに送られ、各駆動回路を経て各アクチュエータに送られる。本実施形態の場合は、駆動回路として、電子スロットル駆動回路２０ｆ，インジェクタ駆動回路２０ｇ，点火出力回路２０ｈ，可変動弁駆動回路２０ｊがある。各回路は、それぞれ、電子制御スロットル２，インジェクタ３，点火プラグ４，可変動弁５を制御する。本実施形態においては、ＥＣＵ２０内に上記駆動回路を備えた装置であるが、これに限るものではなく、上記駆動回路のいずれかをＥＣＵ２０外に備えるものであってもよい。

#### 【００１８】

次に、図３から図６を用いて、火炎伝播と自着火を組み合わせたハイブリッド燃焼を用いた燃焼期間の長期化について説明する。ハイブリッド燃焼による燃焼期間の長期化には、燃料の燃焼特性である火炎伝播限界と自着火限界を利用する。まず、図３及び図４にて、火炎伝播限界と自着火限界について説明する。

#### 【００１９】

図３は、火炎伝播限界を説明する図である。火炎伝播に関する指標に、層流燃焼速度がある。炭化水素系燃料の層流燃焼速度は、量論混合比より過濃な条件（当量比１．１程度）で最大値をとり、特定の当量比範囲でのみ値を持つ。これは、当量比の条件によっては、混合気中を火炎が伝播できなくなるためである。火炎伝播が可能な当量比範囲の希薄側と過濃側の境界を、火炎伝播限界という。本発明では、希薄側の火炎伝播限界の当量比をＦＬと、過濃側の火炎伝播限界の当量比をＦＲと示す。ＦＬは、燃料の種類によって異なるが、炭化水素系の燃料では、ＦＬは大体０．４程度である。なお、当量比とは、燃料濃度の指標を意味する。

#### 【００２０】

図４は、自着火限界を説明する図である。燃料と酸化剤の混合気の自着火特性に関する

10

20

30

40

50

指標に、着火遅れ時間がある。着火遅れ時間は、燃料と酸化剤が混ざり混合気を形成してから、急速な熱発生を生じるまでの時間である。着火遅れ時間は、燃料と酸化剤の種類、圧力、温度、当量比によって変化する。一般に、着火遅れ時間は、温度、圧力が大きい条件で小さい。また、当量比 1 近辺で最も小さくなり、当量比が小さい条件、大きい条件では着火遅れ時間が長くなる。特定のエンジン運転時に自着火が発生するかは、エンジン回転周期と着火遅れ時間の比較から判定できる。自着火するためには、少なくとも、エンジンの回転周期に比べ着火遅れ時間が短い必要がある。ここでは、エンジンの回転周期と着火遅れ時間が同等になる希薄側と過濃側の当量比を自着火限界という。特に、エンジンの回転周期と着火遅れ時間が同等になる希薄条件の当量比を  $I L$  と示す。 $I L$  は、燃料種によって変化するが、大体 0.2 程度である。通常の炭化水素系の燃料では、火炎伝播限界  $F L$  と自着火限界  $I L$  には、以下の関係がある。

$$F L > I L$$

... (1)

#### 【0021】

図 5 に、ハイブリッド燃焼による燃焼期間の長期化を実施する際のエンジン筒内の混合気状態を示す。混合気は、後述するように、エンジン筒内へ燃料を分割噴射し、各噴射の燃料噴射量と目標空燃比、噴射タイミングを制御することにより形成される。点火プラグ 4 周りに当量比が  $F L$  以上である火炎伝播用混合気 200 が形成される。また、火炎伝播用混合気 200 の周りには、当量比が  $F L$  未満である自着火用混合気 201 が形成される。自着火用混合気 201 が火炎伝播用混合気 200 よりも筒内で拡散が進んでいるのは、分割噴射の中で火炎伝播用混合気 200 よりも先の噴射により形成されるからである。詳細な分割噴射のタイミングは後述する。

#### 【0022】

ここで、点火プラグにより火炎伝播用混合気 200 に点火すると、まず、火炎伝播用混合気 200 の中を火炎が伝播し、燃焼が進む。自着火用混合気 201 の当量比は  $F L$  未満であるため、自着火用混合気 201 の中を火炎は伝播できない。そして、火炎伝播用混合気 200 の燃焼に伴う発熱により、エンジン筒内の温度、圧力が上昇し、自着火用混合気 201 が自着火して、火炎伝播用混合気 200 よりも遅れて燃焼する。これにより、燃焼期間が長期化し、壁面温度の上昇と、触媒温度の上昇が両立可能となる。このように、火炎伝播に引き続き自着火を引き起こす燃焼方式を本発明ではハイブリッド燃焼と呼ぶ。このときの熱発生履歴は、図 6 に示すように、二つのピーク値を持つ変化を示す。このうち前半の熱発生履歴のピークは火炎伝播により引き起こされ、また、後半の熱発生履歴のピークは自着火により引き起こされる。

#### 【0023】

ハイブリッド燃焼を実施するための、具体的なエンジンの制御方法を、図 7 から図 11 を用いて説明する。まず、図 7，図 8 を用いて、本実施例にて実行する制御の流れを示す。ステップ S1 にて、排気温度センサ 11 の出力に基づき排気温度、冷却水温度センサ 15 の出力に基づき冷却水温度、アクセル開度センサ 16 の出力に基づきエンジン要求トルクを検出する。続いてステップ S2 にて冷却水温度が判定温度  $T_w$  以上かを判定する。本実施例では、判定温度  $T_w$  を 80 と設定した。冷却水温度が判定温度  $T_w$  以上の場合、暖機条件と判断され、ステップ S4 に進み、ROM 20d に記録された暖機条件制御に基づき燃料噴射装置、点火装置、電子制御スロットル、可変動弁を制御する。ステップ S2 にて冷却水温度が判定温度  $T_w$  未満と判断した場合、ステップ S3 に進む。ステップ S3 では、検出した排気温度と冷却水温度に基づき推定した触媒温度が活性化温度に達しているかを判定する。ここで、触媒活性化温度は 300 と設定する。触媒が活性化温度に達しているかは、図 9 のような排気温度と冷却水温度のマップから推定することができる。ステップ S3 にて、触媒温度が活性化温度に達していないと判定した場合、ステップ S5 に進み、ROM 20d に記録された冷機条件制御に基づき、電子制御スロットル 2，インジェクタ 3，点火プラグ 4，可変動弁 5 を制御する。ステップ S3 にて、触媒温度が活性化温度に達していると判定した場合、ステップ S6 に進み、ROM 20d に記録されたハイブリッド燃焼制御に基づき、電子制御スロットル 2，インジェクタ 3，点火プラグ 4，

可変動弁 5 を制御する。このように、エンジンの冷却水温に基づき排気触媒が未活性状態かを検出し、未活性状態であれば、ハイブリッド燃焼を実施するように設定している。これにより、排気触媒が未活性の状態にて、排気触媒昇温とエンジン壁面昇温が両立できる。

#### 【 0 0 2 4 】

続いて、図 8 を用いてステップ S 6 の処理を説明する。まず、ステップ S 6 0 にて、エンジンの要求トルクに基づきスロットル開度を決定し、スロットルを制御する。次に、ステップ S 6 1 で、エアフローセンサ 1 の信号に基づき吸入空気量  $Q_{air}$  を検出する。続いてステップ S 6 2 で、目標空燃比  $(A/F)_t$  を設定する。目標空燃比  $(A/F)_t$  は、エンジン筒内に導入される空気量と燃料量の比の目標値である。本実施例では、一例として 16 に設定した。次に、ステップ S 6 3 にて、ステップ S 6 1 で検出した吸入空気量  $Q_{air}$  と目標空燃比  $(A/F)_t$  に基づき、一サイクルに噴射する燃料量（総噴射量） $Q_t$  を算出する。一サイクルに噴射する燃料量  $Q_t$  は、目標空燃比  $(A/F)_t$ ，吸入空気量  $Q_{air}$  を用いて、以下の式で求める。

$$Q_t = Q_{air} / (A/F)_t \quad \dots (2)$$

#### 【 0 0 2 5 】

続いて、ステップ S 6 4 に進み、一サイクル中一発目の燃料噴射により形成する自着火用混合気 201 の目標空燃比  $(A/F)_1$  を設定する。自着火用混合気 201 とは、火災伝播による燃焼は不可能であるが、自着火による燃焼が可能である特性を持つ混合気のことである。自着火用混合気 201 の目標空燃比  $(A/F)_1$  は、マップを用いて設定する。自着火用混合気 201 の目標空燃比  $(A/F)_1$  のマップを図 10 に示す。目標空燃比  $(A/F)_1$  を決めるためのマップは、エンジントルクとエンジン回転速度で整理されており、エンジン回転速度が小さく、要求トルクが大きいほど、小さい値を持つ分布となっている。マップは、ROM 20d に予め格納してある。自着火用混合気 201 の目標空燃比  $(A/F)_1$  は、火災伝播限界及び自着火限界に基づき決められている。このため、マップ上の値は、以下の式を満たすように自由に設定できる。

$$FL > (A/F)_{st} / (A/F)_1 > IL \quad \dots (3)$$

#### 【 0 0 2 6 】

式 (3) において、火災伝播限界の当量比  $FL$ 、自着火限界の当量比  $IL$ 、 $(A/F)_{st}$  は、量論混合比における空燃比である。 $(A/F)_{st}$  は、燃料がガソリンの場合、14.7 である。本実施例では燃料にガソリンを用いるので、 $(A/F)_{st}$  は、14.7 としている。

#### 【 0 0 2 7 】

続いてステップ S 6 5 に進み、ステップ S 6 4 で読み込んだ自着火用混合気 201 の目標空燃比  $(A/F)_1$  を用いて、吸気行程の噴射量  $Q_1$  を、以下の式で求める。

$$Q_1 = Q_{air} / (A/F)_1 \quad \dots (4)$$

#### 【 0 0 2 8 】

続いて、ステップ S 6 6 に進み、総噴射量  $Q_t$  と一発目の噴射量  $Q_1$  の差分から、二発目の噴射量  $Q_2$  を求める。

$$Q_2 = Q_t - Q_1 \quad \dots (5)$$

#### 【 0 0 2 9 】

続いて、ステップ S 6 7 で噴射時期、インジェクタ 3 を開弁駆動するための噴射パルス幅，点火時期を設定する。一発目の噴射開始時期は、自着火用混合気 201 が筒内で十分に拡散するように、吸気行程中に設定する。二発目の噴射時期は、一発目の噴射終了後から、圧縮上死点前までの任意の範囲で設定できるが、本実施例では例えば圧縮行程開始のタイミングに設定する。また、噴射パルス幅は、図 11 に示す噴射パルス幅と燃料噴射量の関係を整理したマップに基づき噴射パルス幅を決める。 $Q_1$  及び  $Q_2$  の噴射量に対応する噴射パルス幅をマップから計算し、一発目と二発目の噴射パルス幅を決定する。点火時期は、二発目の噴射完了時期から圧縮上死点の間に設定する。次にステップ S 6 8 に進み、ステップ S 6 1 からステップ S 6 7 までに ECU による演算で決定した噴射量，点火時

10

20

30

40

50

期に基づき、制御を実施する。

【 0 0 3 0 】

図 1 2 には、図 7 , 図 8 の制御に基づき動作させたときの、噴霧装置の駆動信号波形を示す。本実施例では、吸気行程中に一発目の噴射を実施し、吸気下死点から二発目の噴射を実施した。式 ( 3 ) を満たすように、一発目の噴射量  $Q_1$  と二発目の噴射量  $Q_2$  の関係から、一発目の噴射パルス幅  $t_1$  に比べ、二発目の噴射パルス幅  $t_2$  が大きい。また、圧縮上死点にピストンが達する前に、点火信号を ON にして、燃焼を開始するため、圧縮上死点前から熱発生が生じる。点火後、火炎伝播により混合気が燃焼することで発熱し、続いて、自着火の発生により発熱が生じる。このため燃焼期間が長期化し、熱発生率の履歴に 2 つのピークを有する。熱発生率の履歴は、筒内圧を検出するセンサの出力値から演算する。

10

【 0 0 3 1 】

以上、火炎伝播と自着火を組み合わせたハイブリッド燃焼を実施する筒内噴射式内燃機関の制御装置で、エンジン筒内に流入する空気量に基づき算出した 1 サイクルの間に噴射する燃料量 ( 総噴射量 ) の半分未満を一発目に噴射し、総噴射量と一発目に噴射した量の差分を二発目に噴射し、圧縮上死点前に点火を実施するように設定する。これにより、圧縮上死点前から燃焼を開始し、燃料の一部を火炎伝播により燃焼させ、残りの燃料を自着火により燃焼させることが可能となる。この結果、燃焼期間を長期化でき、排気触媒の早期活性化とエンジン壁面温度の早期高温化が両立できる。

【 0 0 3 2 】

20

図 1 3 から図 1 8 を用いて、本発明の第 2 及び第 3 の実施例を説明する。第 2 の実施例と第 3 の実施例は、エンジンと制御装置の構成が同じで、制御方法が異なる。以下、エンジンと制御装置の構成を説明した後、それぞれの実施例の制御方法を説明する。図 1 3 は、本発明の第 2 及び第 3 の実施例における筒内噴射式内燃機関の構成図である。第 2 及び第 3 の実施例の内燃機関には、第 1 の実施例に加え、排気ガスをエアフローセンサの上流側に戻すための EGR 配管 1 7 を設けている。EGR 配管 1 7 の途中には、排気ガスを冷却するための EGR クーラ 1 8 を設置する。また、EGR 配管には、エンジンに戻す排気ガスの量を調整するための EGR 調整バルブ 1 9 を設置する。さらに、エンジン 1 0 0 に、エンジン 1 0 0 の振動に基づきノック発生の有無を検知するノックセンサ 2 1 を設置する。ノックセンサ 2 1 の検出信号は、ECU 2 0 に入力される。図 1 4 は、第 2 及び第 3 の実施例による筒内噴射式内燃機関の制御装置の構成を示すシステムブロック図である。第 1 の実施例との違いは、EGR 調整バルブ 1 9 制御のため、CPU 2 0 e で演算処理された EGR 調整バルブ 1 9 を制御するための EGR 調整バルブ駆動回路 2 0 k を備える点、入力回路 2 0 a にノックセンサ 2 1 の信号が入力される点である。なお、本実施形態においては、ECU 2 0 内に上記駆動回路を備えた装置であるが、これに限るものではなく、上記駆動回路のいずれかを ECU 2 0 内に備えるものであってもよい。

30

【 0 0 3 3 】

第 2 の実施例では、図 7 と図 1 5 のフローチャートに沿って制御を実施する。第 1 の実施例とは、ステップ S 6 における制御内容が異なる。図 1 5 を用いて、第 2 の実施例におけるステップ S 6 の制御を説明する。図 8 と異なるステップ ( ステップ S 6 7 a , ステップ S 6 7 b , ステップ S 6 8 a ) について説明する。ステップ S 6 7 a では、ノックセンサ 2 1 の出力に基づきノック発生の有無を判定する。ノックの発生が無ければ、ステップ S 6 8 a に進み、ステップ S 6 7 で設定した噴射時期、噴射パルス幅、点火時期に基づき、噴射、点火等の制御を実施する。ステップ S 6 8 a で、ノックの発生が有りだと判定した場合、ステップ S 6 8 b に進み、EGR バルブ開弁量を現在の設定値よりも大きくする。続いて、ステップ S 6 8 a に進む。図 1 6 に示すように、外部 EGR を導入することで、導入しない場合に比べ、火炎伝播速度を小さくすることができる。この結果、エンジン筒内の温度、圧力の上昇を緩慢にでき、ノックの抑制が可能となる。

40

【 0 0 3 4 】

このように、エンジン筒内に導入する排気ガスの量を調整する排気ガス調整弁を備える

50



筒内噴射式内燃機関の制御装置において、外部 E G R 率を変化させることで、火炎伝播による燃焼と自着火による燃焼を緩慢化させ、燃焼期間を長期化できる。

#### 【 0 0 3 5 】

第 3 の実施例では、図 7 , 図 1 7 に示すフローチャートに基づき制御を実施する。第 2 の実施例とは、ステップ S 6 における制御内容が異なる。図 1 7 を用いて、第 3 の実施例におけるステップ S 6 の制御を説明する。第 3 の実施例で新しい部分は、ステップ S 6 7 c である。ステップ S 6 7 c では、ノックセンサ 2 1 の出力に基づきノックが発生したとの判定の後、2 発目の噴射時期を、S 6 7 で設定した値よりも進角化して設定する。ノックが発生した際の本実施例の制御に基づく、噴射信号、点火信号、発熱率は、図 1 8 に示す通りとなる。破線で示した噴射信号は、前サイクルでの噴射パルス信号である。本実施例では、ステップ S 6 7 b でノックが発生したと判定されたため、2 発目の噴射が進角化されている。この制御を実施すると、元々の設定に比べ、2 発目に噴射された燃料の拡散時間が増えることから、エンジン筒内の火炎伝播用混合気 2 0 0 の割合を増加し、自着火用混合気 2 0 1 の割合を減少させることができる。この結果、自着火により燃焼する混合気の割合が減少し、ノックを抑制することができる。本実施例は、噴射制御によりハイブリッド燃焼時のノック発生を避ける手段として有効である。

10

#### 【 0 0 3 6 】

このように、センサ信号から検出した振動に基づき、2 発目の噴射時期を振動が発生する前に比べて進角化することができる。これにより、火炎伝播で燃焼させる燃料量が増え、自着火で燃焼する燃料量が減る。この結果、ノックの発生によるエンジンの振動を抑制することが可能となる。

20

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 3 7 】

- 1 エアフローセンサ
- 2 電子制御スロットル
- 3 インジェクタ
- 4 点火プラグ
- 5 可変動弁
- 5 a 吸気弁
- 5 b 排気弁
- 6 吸気管
- 7 シリンダ
- 8 排気管
- 9 空燃比センサ
- 1 0 三元触媒
- 1 1 排気温度センサ
- 1 2 クランク軸
- 1 3 クランク角度センサ
- 1 4 ピストン
- 1 5 冷却水温度センサ
- 1 6 アクセル開度センサ
- 1 7 E G R 配管
- 1 8 E G R クーラ
- 1 9 E G R 調整バルブ
- 2 0 E C U
- 2 0 a 入力回路
- 2 0 b 入出力ポート
- 2 0 c R A M
- 2 0 d R O M
- 2 0 e C P U

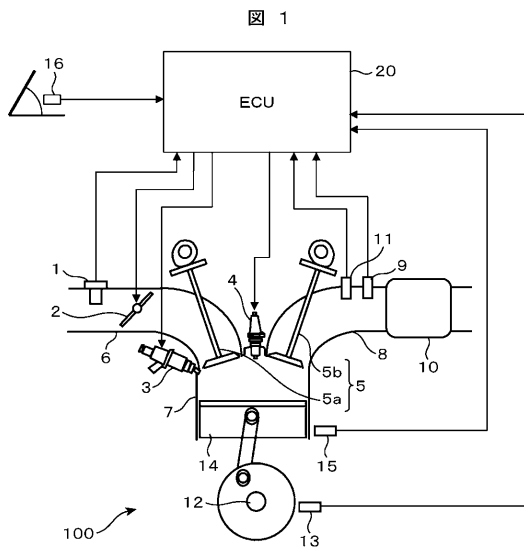
30

40

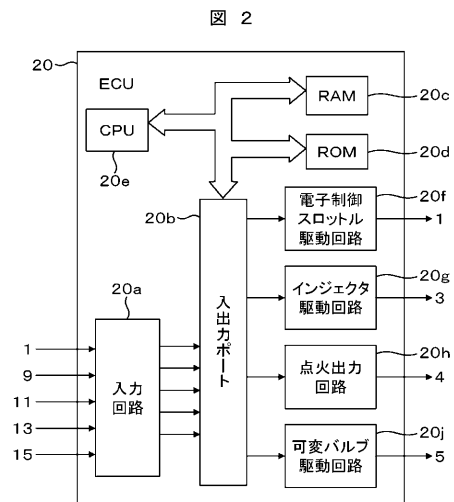
50

- 20 f 電子スロットル駆動回路
- 20 g インジェクタ駆動回路
- 20 h 点火出力回路
- 20 j 可変動弁駆動回路
- 20 k EGR調整バルブ駆動回路
- 21 ノックセンサ
- 100 エンジン

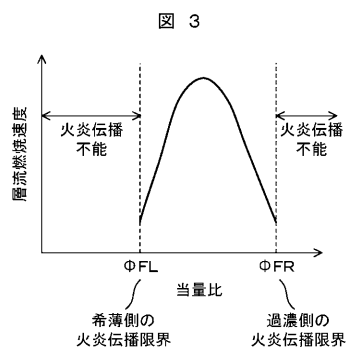
【図1】



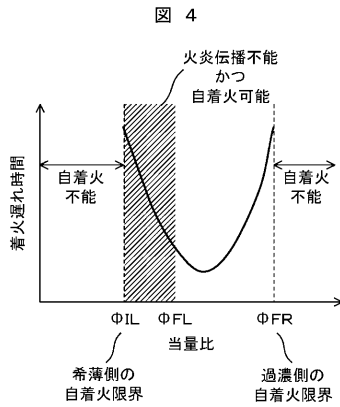
【図2】



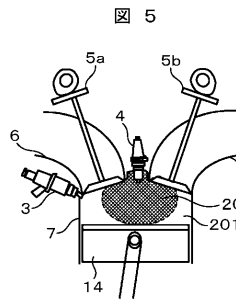
【図3】



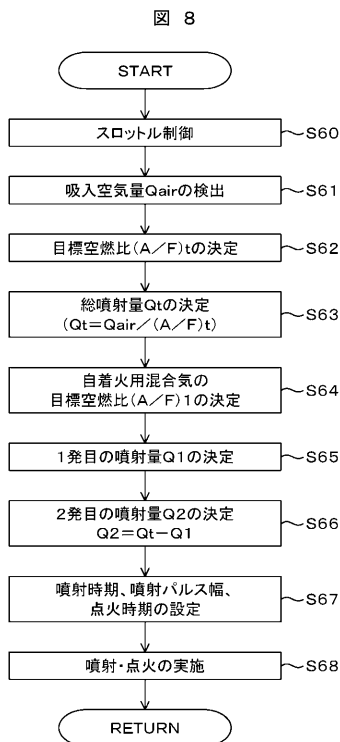
【図 4】



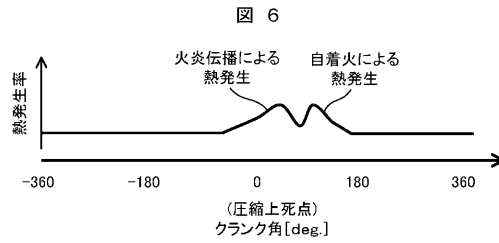
【図 5】



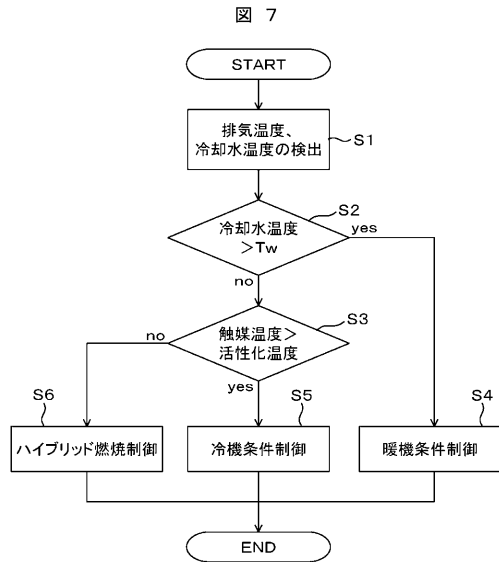
【図 8】



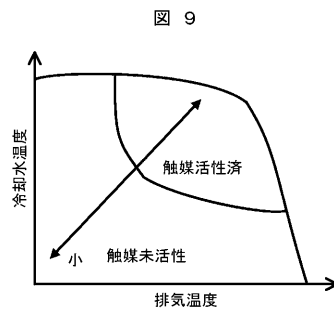
【図 6】



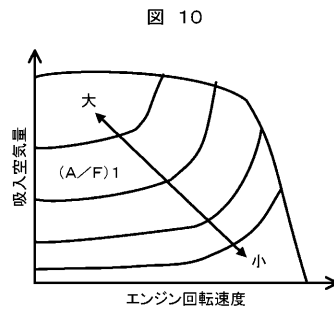
【図 7】



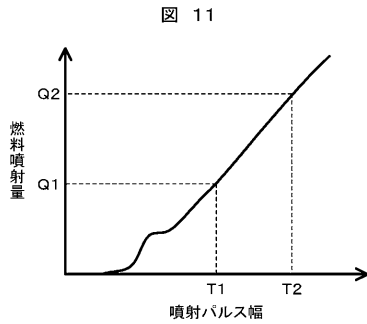
【図 9】



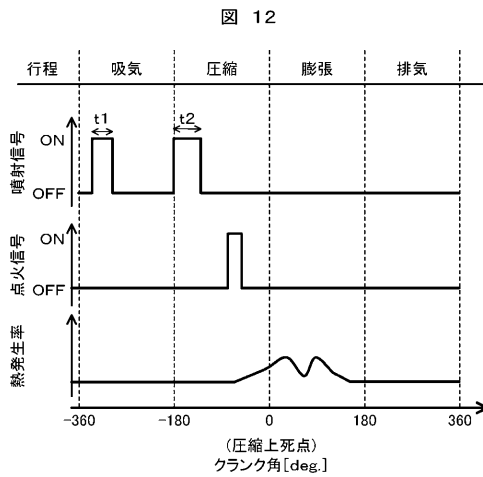
【図 10】



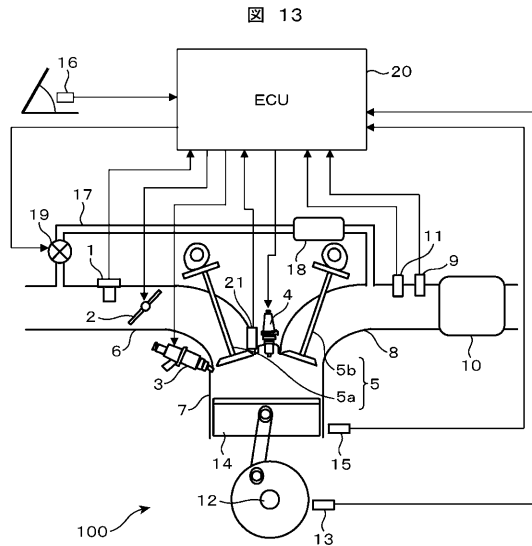
【図 1 1】



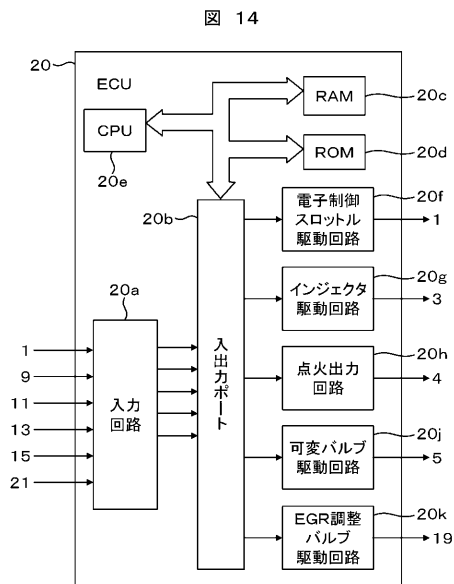
【図 1 2】



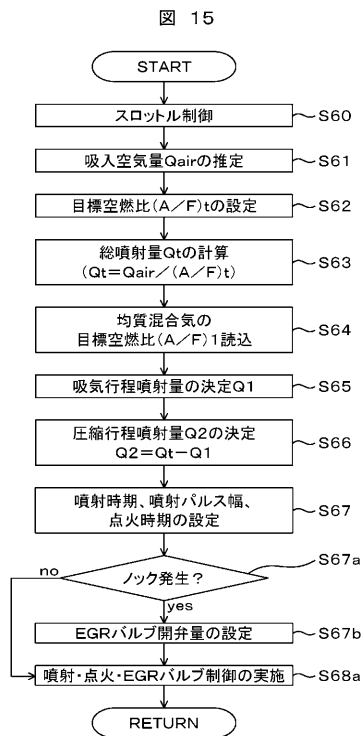
【図 1 3】



【図 1 4】

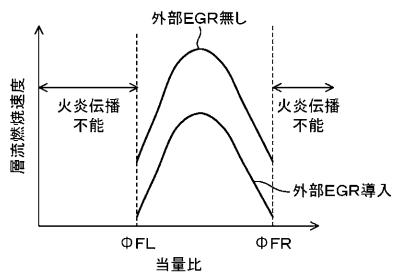


【図 1 5】



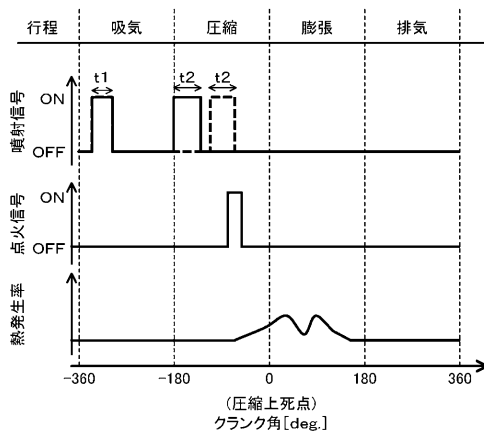
【図 16】

図 16

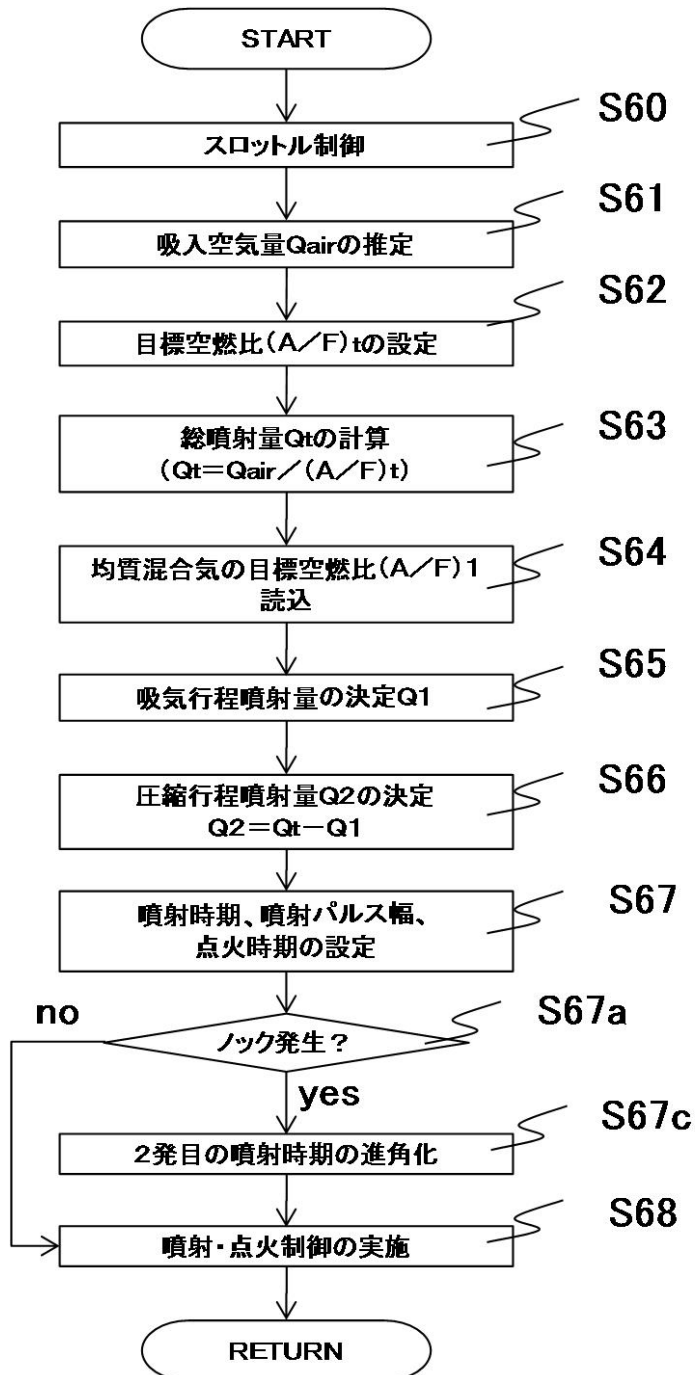


【図 18】

図 18



【図 17】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 助川 義寛  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
所内 株式会社 日立製作所 日立研究
- (72)発明者 木原 裕介  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
所内 株式会社 日立製作所 日立研究
- (72)発明者 岡本 多加志  
茨城県ひたちなか市高場2520番地  
式会社内 日立オートモティブシステムズ株

審査官 竹下 和志

- (56)参考文献 特開2006-169994(JP, A)  
特許第3325230(JP, B2)  
特開2002-256924(JP, A)  
特開2003-049691(JP, A)  
特開平11-264333(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02D 41/00 - 41/40