

(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2017-190736

(P2017-190736A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F O 2 D 19/12 (2006.01)	F O 2 D 19/12 A	3 G O 2 3
F O 2 D 41/02 (2006.01)	F O 2 D 41/02 3 5 1	3 G O 9 2
F O 2 D 41/34 (2006.01)	F O 2 D 41/34 C	3 G 3 0 1
F O 2 D 41/38 (2006.01)	F O 2 D 41/38 B	3 G 3 8 4
F O 2 D 41/40 (2006.01)	F O 2 D 41/40 A	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-81107 (P2016-81107)
 (22) 出願日 平成28年4月14日 (2016. 4. 14)

(71) 出願人 000002082
 スズキ株式会社
 静岡県浜松市南区高塚町 3 0 0 番地
 (74) 代理人 110001520
 特許業務法人日誠国際特許事務所
 (72) 発明者 ▲吉▼村 佳
 静岡県浜松市南区高塚町 3 0 0 番地 スズ
 キ株式会社内
 Fターム(参考) 3G023 AA01 AB01 AC04 AG03
 3G092 AA01 AA06 AA11 AA17 AB02
 AB17 BB01 DA01 DA07 DC08
 EA01 EA02 EA03 EA04 EA07
 EC01 EC09 FA15 GA14 HA06Z
 HC01Z HE01Z HE03Z HF09Z

最終頁に続く

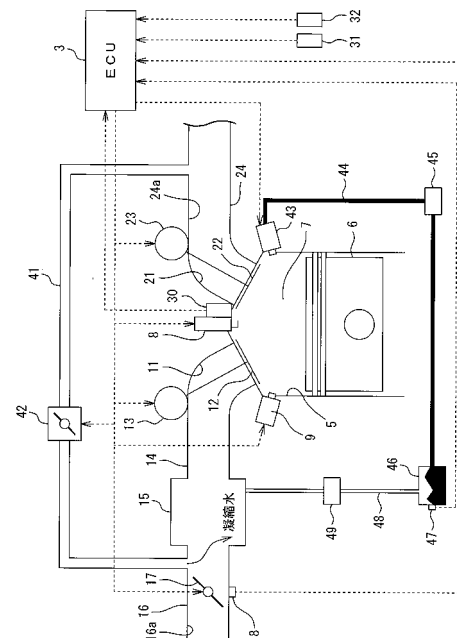
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】水噴射による過剰な燃焼抑制とその結果生じる失火のリスクを回避することができる内燃機関の制御装置を提供すること。

【解決手段】筒内圧力を把握するための筒内圧センサ 3 0 と、水を収容した水タンク 4 6 と、水タンク 4 6 内の水を水噴射インジェクタ 4 3 へ圧送するポンプ 4 5 と、開弁することで燃焼室 7 内に水を噴射する水噴射インジェクタ 4 3 と、S I 燃焼から H C C I 燃焼へ切り替える場合、新気が気筒内に流入して安定なリーン H C C I 運転となるまでの所定サイクル数 Y の間、最大筒内圧が目標最大筒内圧になるように水噴射を行なわせる E C U 3 と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

火花点火燃焼と圧縮自着火燃焼とが切り替え可能に構成された内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の気筒内の圧力を検出する筒内圧センサと、

前記火花点火燃焼から前記圧縮自着火燃焼へ切り替える場合に、前記気筒内の新気量が前記圧縮自着火燃焼に必要な量となるまで、前記気筒内の最大筒内圧が目標値となるように前記気筒内へ水噴射を行なわせる制御部と、を備える内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記水噴射に使用する水の量が所定量未満である場合は、前記火花点火燃焼から前記圧縮自着火燃焼への切り替えを行なわない請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

10

【請求項 3】

前記制御部は、過去の前記火花点火燃焼から前記圧縮自着火燃焼への切り替え時の前記水噴射の水量に基づいて前記使用所定量を算出する請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、1 回の前記火花点火燃焼から前記圧縮自着火燃焼への切り替え時の積算水噴射量が、積算水噴射量所定値以上となった場合、前記水噴射を停止させる請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置。

20

【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関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ガソリンエンジン等の内燃機関の燃焼形態としては、点火プラグからの火花放電により強制的に混合気を着火させる S I (Spark Ignition) 燃焼が広く一般的であったが、近年、気筒内に高温の既燃ガスを導入して混合気を自着火させる予混合圧縮自着火燃焼を燃焼形態として利用するガソリンエンジンの開発が進められている。ここで、予混合圧縮自着火燃焼は、H C C I (Homogeneous Charge Compression Ignition) 燃焼と称される。

30

【0003】

このような H C C I 燃焼機能を備える内燃機関において、排気行程から吸気行程にかけて吸気弁と排気弁とをともに閉じて、排ガスを内部 E G R (Exhaust Gas Recirculation) ガスとして燃焼室に封鎖させる負のバルブオーバーラップ (N V O : Negative Valve Overlap) 期間を設け、内部 E G R ガスにより燃焼室内の温度である筒内温度を高温にするものがある。

【0004】

S I 燃焼と H C C I 燃焼を切り替える内燃機関において、S I 燃焼から H C C I 燃焼へ切り替える際に、N V O 期間を増やすことで内部 E G R 量を増やしている。S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替え直後は、S I 燃焼による排気の温度が高いため、H C C I 燃焼開始時の着火時期が許容値以上に早期化する。この着火時期の早期化によって、燃焼温度が高温となるとともに圧力上昇率が増大することにより、振動の増大や騒音の悪化が発生する。

40

【0005】

特許文献 1 では、火花点火式燃焼から圧縮着火式燃焼へ切り替える際に、排気温度に基づいて内部 E G R 量等の操作量を補正し、排気温度が所定値以内となったときに各操作量を圧縮着火式燃焼の設定値としている。

【0006】

50

また、特許文献 2 では、火花点火運転から自着火運転へと運転を切り換えるとき、運転切換え直前の最後の火花点火に基づく燃焼により生成された燃焼ガスが燃焼室から排出され始めた後の所定のタイミングにて水などの液体を 1 回または 2 回噴射するようにしている。

【 0 0 0 7 】

噴射する水は、車両内の水タンクに貯蔵され、そこへユーザが水を充填したり、外部 EGR や排気管で凝縮する水をタンクに貯めたりして運用されている。また、水の噴射量は、エンジン負荷やエンジン回転数によって決定される（段落 0 0 8 4 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 4 7 4 7 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 7 0 8 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、上述の特許文献 1 に記載のものでは、内燃機関が高負荷で運転されている場合は、内部 EGR ガス温度が高いため、HCCI 燃焼開始時に急峻な燃焼が発生する。その結果、最大筒内圧が増加し、燃焼騒音の悪化や振動の増大が発生する。

【 0 0 1 0 】

20

また、上述の特許文献 2 に記載のものでは、SI 燃焼から HCCI 燃焼への切り替えを多用するような状況では、水タンク中の水量が不足し、SI 燃焼から HCCI 燃焼への切り替え時に必要な水を噴射できず、上述の問題を解決できない。

【 0 0 1 1 】

一方、内燃機関の冷却水温や吸気温が低く、HCCI 燃焼が発生しにくい状況では、水噴射により失火する恐れがある。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明は、水噴射による過剰な燃焼抑制とその結果生じる失火のリスクを回避することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 1 3 】

上記課題を解決するため本発明は、火花点火燃焼と圧縮自着火燃焼とが切り替え可能に構成された内燃機関の制御装置であって、前記内燃機関の気筒内の圧力を検出する筒内圧センサと、前記火花点火燃焼から前記圧縮自着火燃焼へ切り替える場合に、前記気筒内の新気量が前記圧縮自着火燃焼に必要な量となるまで、前記気筒内の最大筒内圧が目標値となるように前記気筒内へ水噴射を行なわせる制御部と、を備えるものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

このように本発明によれば、水噴射による過剰な燃焼抑制とその結果生じる失火のリスクを回避することができる内燃機関の制御装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の概略構成図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の目標最大筒内圧を求めるマップの例を示すグラフである。

【図 3】図 3 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の噴射指令時間を求めるマップの例を示すグラフである。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の着火前筒内温度予測マップの例を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の水噴射量マップの例を

50

示すグラフである。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の水噴射制御処理の手順を示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の水噴射量決定ロジックの手順を示すフローチャートである。

【図 8】図 8 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の水噴射制御処理による水噴射インジェクタの動作を示すタイムチャートである。

【図 9】図 9 は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の水噴射制御処理による最大筒内圧の変化を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る内燃機関の制御装置について詳細に説明する。

【0017】

図 1 において、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置を搭載した車両 1 は、内燃機関型のエンジン 2 と、制御部としての ECU (Electronic Control Unit) 3 とを含んで構成される。

【0018】

エンジン 2 には、気筒としてのシリンダ 5 が形成されている。シリンダ 5 には、このシリンダ 5 内を上下に往復動可能なピストン 6 が収納されている。また、シリンダ 5 の上部には、燃焼室 7 が設けられている。この燃焼室 7 には、シリンダ 5 の内部の圧力である筒内圧力を把握するための筒内圧センサ 30 が設けられている。

20

【0019】

エンジン 2 は、シリンダ 5 内でピストン 6 が 2 往復する間に、吸気行程、圧縮行程、膨張行程および排気行程からなる一連の 4 行程を行なう、いわゆる 4 サイクルのガソリンエンジンである。

【0020】

また、ピストン 6 は、不図示のコネクティングロッドを介してクランクシャフトと連結している。コネクティングロッドは、ピストン 6 の往復運動をクランクシャフトの回転運動に変換するようになっている。

30

【0021】

また、燃焼室 7 には、点火プラグ 8 と、インジェクタ 9 が設けられている。点火プラグ 8 は、燃焼室 7 内に電極を突出させた状態で配設され、ECU 3 によってその点火時期が制御されるようになっている。インジェクタ 9 は、図示しない燃料タンクから燃料ポンプによって供給された燃料を燃焼室 7 内に噴射する、いわゆる筒内噴射式の燃料噴射弁である。

【0022】

エンジン 2 には、吸気ポート 11 と、排気ポート 21 が設けられている。吸気ポート 11 は、燃焼室 7 と後述する吸気通路 16a とを連通するようになっている。また、吸気ポート 11 には、吸気弁 12 が設けられている。

40

【0023】

吸気弁 12 は、吸気通路 16a と燃焼室 7 とを連通または遮断するように開閉されるようになっている。吸気弁 12 の開閉は、吸気側可変動弁機構 13 によって行なわれるようになっている。

【0024】

吸気側可変動弁機構 13 としては、例えば電磁石とスプリング等から構成された電磁アクチュエータにより吸気弁 12 の開閉を行なう電磁式の可変動弁機構を用いることができる。具体的には、吸気側可変動弁機構 13 は、電磁石の励磁によって吸気弁 12 に固定された可動部を吸引することで、スプリングによって常時閉弁方向に付勢されている吸気弁 12 を開弁方向に移動させるようになっている。

50

【 0 0 2 5 】

なお、吸気側可変動弁機構 1 3 としては、電磁アクチュエータに替えて油圧アクチュエータを用いた油圧式の可変動弁機構を用いてもよい。また、吸気側可変動弁機構 1 3 として、主カムおよび副カム等のカム部材を用いて吸気弁 1 2 の開閉時期を変更可能な機械式の可変動弁機構を用いても構わない。

【 0 0 2 6 】

さらに、この吸気側可変動弁機構 1 3 は、例えば電磁石に対する励磁電流が ECU 3 によって調整されることにより、吸気弁 1 2 の開閉時期とともに吸気弁 1 2 のリフト量を連続的に変化させることが可能な構成であってもよい。

【 0 0 2 7 】

また、吸気ポート 1 1 には、吸気マニホールド 1 4 が接続されている。吸気マニホールド 1 4 の吸気が流れる吸気方向の上流側には、サージタンク 1 5 が設けられている。

【 0 0 2 8 】

サージタンク 1 5 の吸気方向の上流側には、吸気管 1 6 が接続されている。この吸気管 1 6 の内部には、吸気ポート 1 1 と連通する吸気通路 1 6 a が形成されている。吸気通路 1 6 a には、電子制御式のスロットルバルブ 1 7 が設けられている。スロットルバルブ 1 7 は、ECU 3 に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 9 】

スロットルバルブ 1 7 は、ECU 3 からの指令信号に応じてスロットル開度が制御されることで、エンジン 2 の吸入空気量を調整するようになっている。スロットルバルブ 1 7 には、スロットル開度を検出するスロットル開度センサ 1 8 が設けられている。

【 0 0 3 0 】

一方、排気ポート 2 1 には、排気弁 2 2 が設けられている。排気弁 2 2 は、後述する排気通路 2 4 a と燃焼室 7 とを連通または遮断するように開閉されるようになっている。排気弁 2 2 の開閉は、排気側可変動弁機構 2 3 によって行なわれるようになっている。

【 0 0 3 1 】

排気側可変動弁機構 2 3 は、上述した吸気側可変動弁機構 1 3 と同様の構成であるため、詳細な説明を省略するが、電磁石の励磁、非励磁が ECU 3 によって制御されることで、排気弁 2 2 の開閉時期が任意に変更される。なお、排気側可変動弁機構 2 3 として、電磁アクチュエータに替えて油圧アクチュエータを用いた油圧式の可変動弁機構を用いてもよい。また、排気側可変動弁機構 2 3 として、主カムおよび副カム等のカム部材を用いて排気弁 2 2 の開閉時期を変更可能な機械式の可変動弁機構を用いても構わない。したがって、ECU 3 は、排気弁 2 2 の開弁期間を容易に調整することができる。

【 0 0 3 2 】

また、排気ポート 2 1 には、排気管 2 4 が接続されている。この排気管 2 4 の内部には、排気ポート 2 1 と連通する排気通路 2 4 a が形成されている。

【 0 0 3 3 】

このエンジン 2 には、吸気通路 1 6 a と排気通路 2 4 a とを連通する排気還流管 4 1 が設けられている。排気還流管 4 1 は、排気の一部を吸気側に還流させる EGR を行なわせるようになっている。この排気還流管 4 1 には、排気の還流量を調整する排気還流制御弁としての EGR バルブ 4 2 が設けられている。

【 0 0 3 4 】

EGR バルブ 4 2 は、ECU 3 に電氣的に接続されている。EGR バルブ 4 2 は、ECU 3 からの指令信号に応じてバルブ開度が制御されることで、吸気側に還流させる排気ガスの量を調整するようになっている。

【 0 0 3 5 】

燃焼室 7 には、水噴射インジェクタ 4 3 が設けられている。水噴射インジェクタ 4 3 は、水供給管 4 4 を介してポンプ 4 5 に接続されている。ポンプ 4 5 は、水を収容した水タンク 4 6 に接続されている。水タンク 4 6 には、水タンク 4 6 内の水の量を検出する水量センサ 4 7 が設けられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

ポンプ 4 5 は、水タンク 4 6 内の水を水噴射インジェクタ 4 3 へ圧送する。これにより、水噴射インジェクタ 4 3 は、E C U 3 からの駆動信号に応答して開弁したとき、燃焼室 7 内に水を噴射する。

【 0 0 3 7 】

水タンク 4 6 は、水補給管 4 8 を介してフィルタ 4 9 に接続されている。フィルタ 4 9 は、サージタンク 1 5 に接続される。これにより、排気還流管 4 1 で発生した凝縮水が、サージタンク 1 5 を介してフィルタ 4 9 に流入し、フィルタ 4 9 によってろ過されて、水タンク 4 6 に貯められる。

【 0 0 3 8 】

E C U 3 は、C P U (Central Processing Unit) と、R A M (Random Access Memory) と、R O M (Read Only Memory) と、フラッシュメモリと、入力ポートと、出力ポートとを備えたコンピュータユニットによって構成されている。

【 0 0 3 9 】

このコンピュータユニットの R O M には、各種制御定数や各種マップ等とともに、当該コンピュータユニットを E C U 3 として機能させるためのプログラムが記憶されている。すなわち、C P U が R O M に記憶されたプログラムを実行することにより、当該コンピュータユニットは、E C U 3 として機能する。

【 0 0 4 0 】

E C U 3 の入力ポートには、上述した、スロットル開度センサ 1 8、筒内圧センサ 3 0、水量センサ 4 7 に加え、アクセル開度センサ 3 1、クランク角度センサ 3 2 等の各種センサ類が接続されている。

【 0 0 4 1 】

アクセル開度センサ 3 1 は、例えば加速要求時等に運転者によって操作される図示しないアクセルペダルの開度であるアクセル開度を検知するようになっている。また、クランク角度センサ 3 2 は、クランクシャフトの回転角度を検知するようになっている。E C U 3 は、クランク角度センサ 3 2 から入力される検知結果に基づきエンジン回転数を算出するようになっている。

【 0 0 4 2 】

一方、E C U 3 の出力側には、前述した点火プラグ 8、インジェクタ 9、吸気側可変動弁機構 1 3、スロットルバルブ 1 7、排気側可変動弁機構 2 3、E G R バルブ 4 2、水噴射インジェクタ 4 3 等の各種制御対象類が接続されている。

【 0 0 4 3 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転状態に応じて S I 燃焼と H C C I 燃焼とを切り替えるようになっている。具体的には、E C U 3 は、エンジン回転数及びエンジン負荷をパラメータとする燃焼領域マップを参照することにより、エンジン 2 の運転領域が S I 燃焼領域および H C C I 燃焼領域のいずれにあるかを判断し、この判断に基づき S I 燃焼を行なうか H C C I 燃焼を行なうかを選択するようになっている。燃焼領域マップは、予め実験等により求められ、E C U 3 の R O M に記憶されている。

【 0 0 4 4 】

E C U 3 は、アクセル開度センサ 3 1 から入力されたアクセル開度やクランク角度センサ 3 2 から入力される検知結果から算出したエンジン回転数などに基づき機関負荷としてのエンジン負荷を算出するようになっている。

【 0 0 4 5 】

E C U 3 は、H C C I 燃焼を行なう H C C I モードでは、エンジン回転数及びエンジン負荷に基づいて、運転者から要求されたエンジン負荷を出力するための吸気弁 1 2 及び排気弁 2 2 のバルブタイミングやインジェクタ 9 による燃料噴射量を決定する。

【 0 0 4 6 】

また、E C U 3 は、H C C I モードでは、排気行程から吸気行程にかけて吸気弁 1 2 及び排気弁 2 2 をともに閉じる封鎖期間 (N V O 期間) を設定するようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

E C U 3 は、S I 燃焼から H C C I 燃焼へ切り替えるとき、燃焼室 7 内に水を噴射させて筒内圧を目標の筒内圧まで下げて、安定なリーン H C C I 燃焼とする。

【 0 0 4 8 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転領域が H C C I 燃焼領域であると判定してから、予め設定された所定サイクルの間、水噴射インジェクタ 4 3 により燃焼室 7 に水を噴射させる。E C U 3 は、火花点火の燃焼による燃焼ガスが燃焼室 7 から排出され始めた後の所定のタイミングで水噴射インジェクタ 4 3 により燃焼室 7 に水を噴射させる。

【 0 0 4 9 】

所定サイクルは、H C C I 燃焼への切り替えが開始されることによるスロットル開度の増加によって大量の新気が気筒内に流入し、安定なリーン H C C I 運転となるまでのサイクル数である。このサイクル数は、吸気行程から排気行程までの 4 行程を 1 サイクルとしている。

【 0 0 5 0 】

E C U 3 は、例えば、新気がピストン速度と同じ速度で気筒内に入るとして、スロットルバルブ 1 7 から吸気弁 1 2 までの距離を L [m]、ピストン速度を v [m/s]、エンジン回転数を N_e [rpm] として、以下の数 1 により所定サイクル数 Y を算出する。

【 0 0 5 1 】

【数 1】

$$Y = \frac{L \cdot N_e}{v \cdot 60 \cdot 2}$$

【 0 0 5 2 】

所定のタイミングは、予め実験等により求められ、E C U 3 の R O M に記憶されている。

【 0 0 5 3 】

これにより、安定なリーン H C C I 運転となるまでの所定サイクル数の間に水噴射を行なうことができるとともに、所定サイクルをエンジン諸元やエンジン回転数に応じて一意的に決めることができる。

【 0 0 5 4 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転領域が H C C I 燃焼領域であると判定したとき、水量センサ 4 7 の検出する水タンク 4 6 の水量が、予め設定された所定量未満であれば、H C C I 燃焼を行なわない。

【 0 0 5 5 】

水タンク 4 6 の水量の所定量は、例えば、水噴射インジェクタ 4 3 による燃焼室 7 への水噴射の水量を記憶しておき、水量の平均値と標準偏差 σ を求め、平均値に 2σ を加算した値を水量の所定量とする。つまり、正規分布に当てはめたときの切り替え毎の噴射水量のバラつきを求め、切り替えの 95% の回数で水量が不足しないようにする。

【 0 0 5 6 】

これにより、水噴射ができない状況下での S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替えによる筒内圧増大を抑えることができる。

【 0 0 5 7 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転領域が H C C I 燃焼領域であると判定したときのエンジン負荷とエンジン回転数に基づいて、H C C I 燃焼への切り替え時の目標となる最大筒内圧である目標最大筒内圧を算出する。

【 0 0 5 8 】

E C U 3 は、例えば、図 2 に示すような、エンジン負荷とエンジン回転数とから目標最大筒内圧が決まるマップにより目標最大筒内圧を算出する。このマップは、予め実験等により求められ、E C U 3 の R O M に記憶されている。目標最大筒内圧は、エンジン負荷が高いほど高く、エンジン回転数が高いほど高く設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転領域が H C C I 燃焼領域であると判定したときのエンジン負荷とエンジン回転数に基づいて最初の水噴射の水噴射量を算出する。

【 0 0 6 0 】

E C U 3 は、例えば、図 3 に示すような、エンジン負荷とエンジン回転数とから水噴射インジェクタ 4 3 への噴射指令時間が決まるマップにより噴射指令時間を求め、水噴射量を決める。このマップは、予め実験等により求められ、E C U 3 の R O M に記憶されている。水噴射の噴射指令時間は、エンジン負荷が高くエンジン回転数が低い程、長くなるように設定される。

【 0 0 6 1 】

エンジン負荷が高い程、噴射指令時間を長くするのは、燃料噴射量が多いので最大筒内圧が増加しやすいためである。エンジン回転数が低い程、噴射指令時間を長くするのは、混合気が圧縮される時間が長いため、燃焼が急峻となり最大筒内圧が増加しやすいためである。

【 0 0 6 2 】

E C U 3 は、2 回目以降の水噴射量は、エンジン負荷とエンジン回転数と最大筒内圧の現在値と目標最大筒内圧とに基づいて算出する。

【 0 0 6 3 】

E C U 3 は、例えば、図 4 に示すような、エンジン負荷とエンジン回転数と最大筒内圧とから着火前筒内温度が決まる着火前筒内温度予測マップにより、現在の最大筒内圧による着火前筒内温度と、目標最大筒内圧による着火前筒内温度との偏差を算出する。着火前筒内温度予測マップは、予め実験等により求められ、E C U 3 の R O M に記憶されている。着火前筒内温度は、最大筒内圧が高いほど高く設定される。

【 0 0 6 4 】

E C U 3 は、例えば、図 5 に示すような、エンジン負荷とエンジン回転数と着火前筒内温度偏差から噴射水量が決まる水噴射量マップにより水噴射量を算出する。水噴射マップは、噴射した水が持つ蒸発潜熱が筒内ガスを冷却する温度幅に対応したもので、熱力学に基づいた計算によって求めることができる。水噴射量マップは、E C U 3 の R O M に記憶されている。

【 0 0 6 5 】

E C U 3 は、算出した水噴射量に基づいて水噴射インジェクタ 4 3 の噴射指令時間を算出し、水噴射インジェクタ 4 3 を制御する。

【 0 0 6 6 】

E C U 3 は、最大筒内圧の現在値が目標最大筒内圧を下回る場合は、水噴射が必要ないと判定し、水噴射を行なわないようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

これにより、水噴射による過剰な燃焼抑制とその結果生じる失火のリスクを回避することができる。

【 0 0 6 8 】

E C U 3 は、エンジン 2 の運転領域が H C C I 燃焼領域であると判定して水噴射を始めてから水噴射を続けている間、積算水噴射量を算出する。E C U 3 は、積算水噴射量が最小筒内容積に調整係数 X を乗算した積算水噴射量所定値を超えた場合、水噴射を停止する。調整係数 X は、安全係数に対応しており、ゼロから 1 の間の値をとる。調整係数 X は、0 . 8 程度の値とするのが好適である。

【 0 0 6 9 】

これにより、ウォーターハンマーのリスクを回避しつつ、水噴射を利用した S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替えを行なうことができる。

【 0 0 7 0 】

以上のように構成された本実施形態に係る内燃機関の制御装置による水噴射制御処理について、図 6 及び図 7 を参照して説明する。なお、以下に説明する水噴射制御処理は、E

10

20

30

40

50

C U 3 が動作を開始すると開始され、予め設定された時間間隔で実行される。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 において、E C U 3 は、エンジン負荷及びエンジン回転数が H C C I 運転領域内か否かを判定する。H C C I 運転領域内でないと判定した場合、E C U 3 は、処理を終了する。

【 0 0 7 2 】

H C C I 運転領域内であると判定した場合、ステップ S 2 において、E C U 3 は、水タンク 4 6 の水量が所定量以上であるか否かを判定する。水タンク 4 6 の水量が所定量以上でないと判定した場合、E C U 3 は、処理を終了する。

【 0 0 7 3 】

水タンク 4 6 の水量が所定量以上であると判定した場合、ステップ S 3 において、E C U 3 は、エンジン負荷とエンジン回転数とから目標最大筒内圧を算出する。このとき、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切替制御が始まったことを示すフラグをオンにして、他の処理が識別できるようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 4 において、E C U 3 は、排気弁 2 2 の閉時期を進角させる。

ステップ S 5 において、E C U 3 は、吸気弁 1 2 の開時期を遅角させる。

【 0 0 7 5 】

このようにして、E C U 3 は、H C C I 運転に必要な残留ガスを気筒内に多く捕捉するための N V O 期間を設ける。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 6 において、E C U 3 は、スロットル開度を増し、リーンな H C C I 運転への移行を開始する。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 7 において、E C U 3 は、エンジン負荷とエンジン回転数とから初回の水噴射の噴射指令時間を算出する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 8 において、E C U 3 は、水噴射インジェクタ 4 3 を開弁させる。ステップ S 9 において、E C U 3 は、水噴射の噴射指令時間によりタイマーをかけ待ち合わせる。タイマーの時間が満了すると、E C U 3 は、ステップ S 1 0 において、水噴射インジェクタ 4 3 を閉弁させる。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 において、E C U 3 は、積算水噴射量が最小筒内容積に調整係数 X を乗算した値未満であるか否かを判定する。積算水噴射量が最小筒内容積に調整係数 X を乗算した値未満でないと判定した場合、E C U 3 は、ステップ S 1 6 に処理を進める。

【 0 0 8 0 】

積算水噴射量が最小筒内容積に調整係数 X を乗算した値未満であると判定した場合、ステップ S 1 2 において、E C U 3 は、水噴射を行なったサイクルの最大筒内圧を現在の最大筒内圧として取得する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 3 において、E C U 3 は、図 7 に示す水噴射量決定ロジックにより算出された噴射指令時間を次の水噴射の噴射指令時間として更新する。

ステップ S 1 4 において、E C U 3 は、次サイクルの水噴射時期まで待機する。

【 0 0 8 2 】

次サイクルの水噴射時期になると、ステップ S 1 5 において、E C U 3 は、水噴射を所定サイクル数 Y だけ行なったか否かを判定する。水噴射を所定サイクル数 Y だけ行っていないと判定した場合、E C U 3 は、ステップ S 8 に戻って処理を続ける。

【 0 0 8 3 】

水噴射を所定サイクル数 Y だけ行なったと判定した場合、ステップ S 1 6 において、E C U 3 は、点火プラグ 8 による火花点火をオフにする。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 7 において、E C U 3 は、積算水噴射量をゼロにリセットして、処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

次に、図 7 を参照して、水噴射量決定ロジックを説明する。

ステップ S 2 1 において、E C U 3 は、着火前筒内温度予測マップを用いて着火前筒内温度偏差を算出する。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 2 において、E C U 3 は、水噴射量マップを用いて水噴射量を算出する。

ステップ S 2 3 において、E C U 3 は、水噴射量から水噴射の噴射指令時間を算出して、処理を終了する。

10

【 0 0 8 7 】

このような燃焼安定化処理による動作について図 8 及び図 9 を参照して説明する。図 8 に示すように、T 1 において、エンジン負荷及びエンジン回転数が H C C I 運転領域内であると判定されると、排気弁 2 2 の閉時期が進角され、吸気弁 1 2 の開時期が遅角され、N V O 期間が設けられる。

【 0 0 8 8 】

同時にスロットル開度が開けられ、新気が導入される。この新気が気筒内に流入して安定なリーン H C C I 運転となるまでの所定サイクル数 Y の間水噴射が行なわれる。

【 0 0 8 9 】

20

初回の水噴射の噴射指令時間は、エンジン負荷とエンジン回転数に基づいて算出される。

【 0 0 9 0 】

2 回目以降の噴射指令時間は、水噴射を行なったサイクルの最大筒内圧と目標最大筒内圧とに基づいて、最大筒内圧を目標最大筒内圧にするように算出される。

これにより、図 9 に示すように、内部 E G R 量は上昇し、最大筒内圧は低下していく。

【 0 0 9 1 】

そして、所定サイクル数 Y の間水噴射が行なわれると、最大筒内圧が目標最大筒内圧に近づき、内部 E G R ガス温度は低下し、A / F (空燃比) は上昇する。

【 0 0 9 2 】

30

所定サイクル数 Y の水噴射が終了すると、T 2 において点火プラグ 8 による火花点火がオフにされて、H C C I 運転への移行が完了する。

【 0 0 9 3 】

このように、上述の実施形態では、S I 燃焼から H C C I 燃焼へ切り替える場合、新気が気筒内に流入して安定なリーン H C C I 運転となるまでの所定サイクル数 Y の間、最大筒内圧が目標最大筒内圧になるように水噴射を行なわせる E C U 3 を備える。

【 0 0 9 4 】

これにより、水噴射による過剰な燃焼抑制とその結果生じる失火のリスクを回避することができる。また、安定なリーン H C C I 運転となるまで水噴射を行なうことができる。

【 0 0 9 5 】

40

また、E C U 3 は、水タンク 4 6 の水量が所定値未満の場合、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替えを行なわない。

【 0 0 9 6 】

これにより、水タンク 4 6 の水量が不足して水噴射を行なえなくなり、最大筒内圧が増大するリスクを回避することができる。

【 0 0 9 7 】

また、E C U 3 は、過去の S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替え時の水噴射量を記憶しておき、過去の水噴射量の平均と標準偏差から所定値を求める。

【 0 0 9 8 】

これにより、水タンク 4 6 の水量の所定値を必要最低限とすることができ、多くの機会

50

で S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替えを可能とすることができる。

【 0 0 9 9 】

また、E C U 3 は、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替えを開始してからの積算水噴射量が一定値以上となった場合、水噴射を停止する。

【 0 1 0 0 】

これにより、ウォーターハンマーのリスクを回避しつつ、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替え時の水噴射を実行することができる。

【 0 1 0 1 】

また、E C U 3 は、所定サイクル数 Y をスロットルバルブ 1 7 から吸気弁 1 2 までの距離 L、ピストン速度 v、エンジン回転数 N e から求める。

10

【 0 1 0 2 】

これにより、所定サイクル数 Y をエンジン諸元やエンジン回転数に応じて一意的に決めることができる。

【 0 1 0 3 】

なお、本実施形態においては、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切り替え時の水噴射時について示したが、水噴射を用いた急加速時の燃焼抑制やプレイグニッション抑制においても適用できる。

【 0 1 0 4 】

本発明の実施形態を開示したが、当業者によっては本発明の範囲を逸脱することなく変更が加えられうることは明白である。すべてのこのような修正及び等価物が次の請求項に含まれることが意図されている。

20

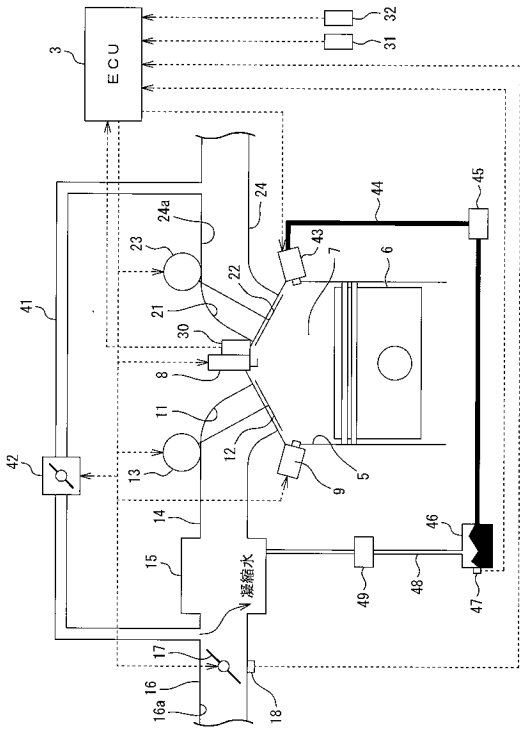
【符号の説明】

【 0 1 0 5 】

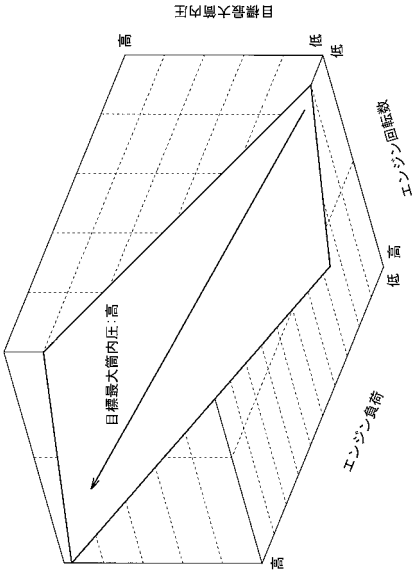
- 1 車両
- 2 エンジン（内燃機関）
- 3 E C U（制御部）
- 1 8 スロットル開度センサ
- 3 0 筒内圧センサ
- 3 1 アクセル開度センサ
- 3 2 クランク角度センサ
- 4 3 水噴射インジェクタ
- 4 4 水供給管
- 4 5 ポンプ
- 4 6 水タンク
- 4 7 水量センサ

30

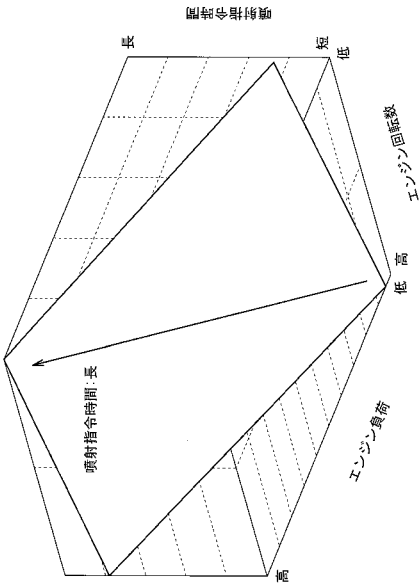
【 図 1 】



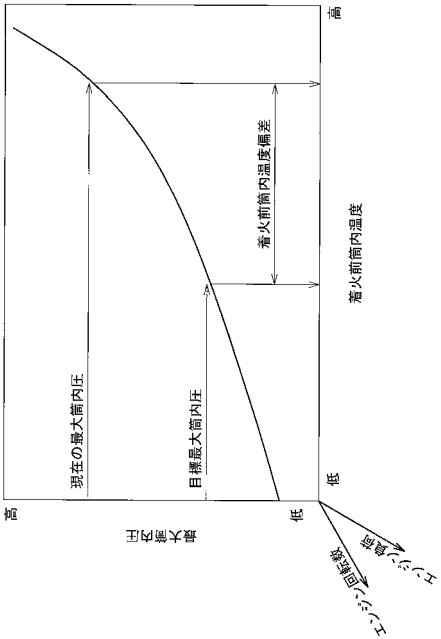
【 図 2 】



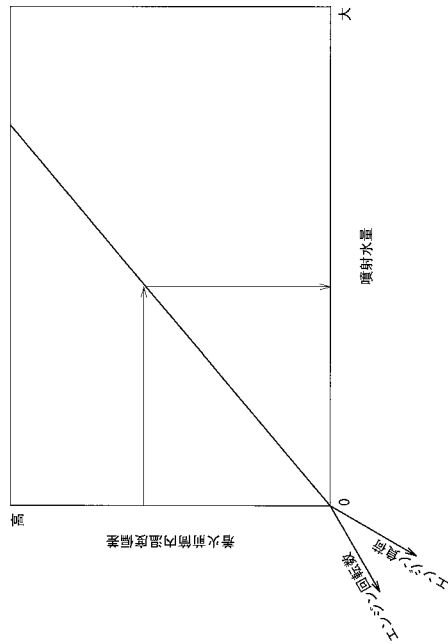
【 図 3 】



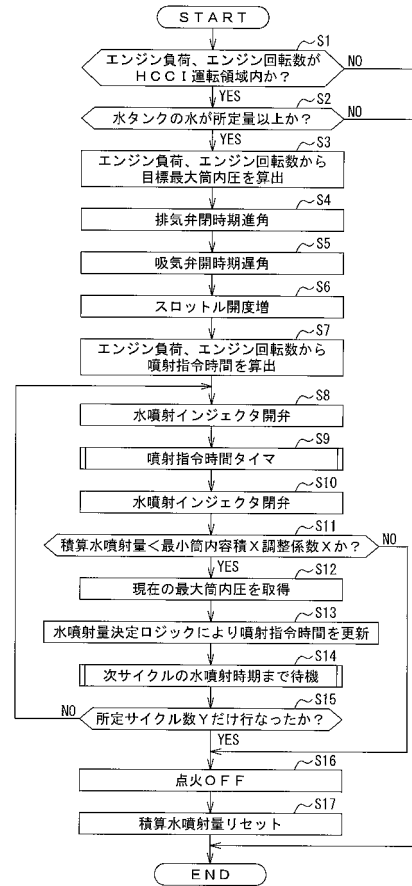
【 図 4 】



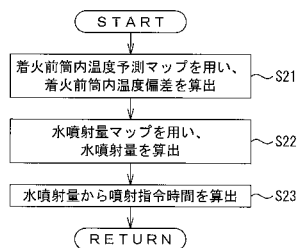
【図 5】



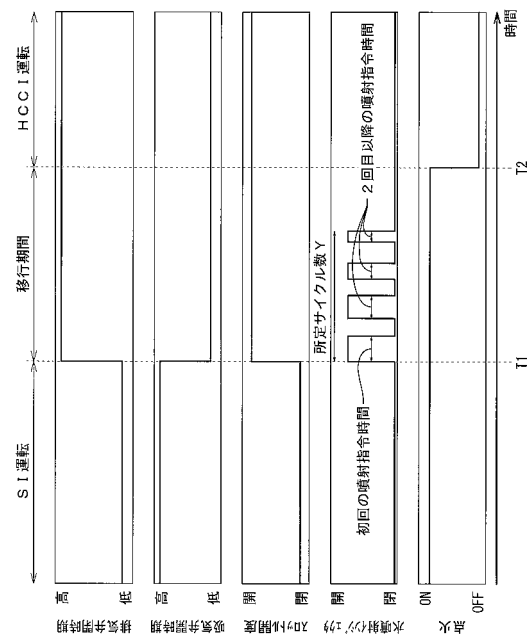
【図 6】



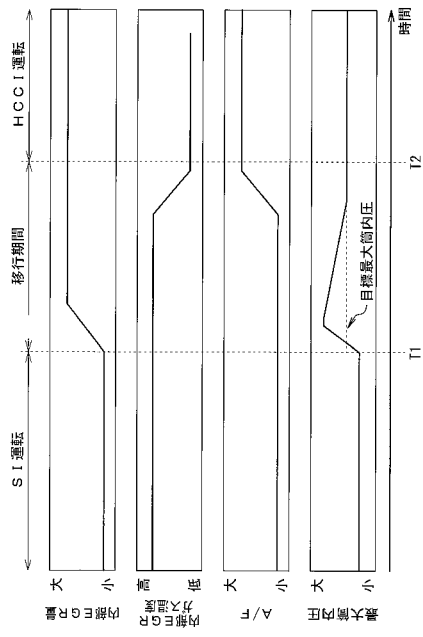
【図 7】



【図 8】



【図 9】



 フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)

F 0 2 D	45/00	(2006.01)	F 0 2 D	45/00	3 1 2 A
F 0 2 B	23/10	(2006.01)	F 0 2 D	45/00	3 4 5 A
			F 0 2 D	45/00	3 6 8 T
			F 0 2 D	45/00	3 6 8 Z
			F 0 2 B	23/10	3 2 0

F ターム (参考) 3G301 HA01 HA04 HA19 JA23 JA37 KA11 LA07 LB04 MA11 NC02
 ND01 NE01 NE06 NE17 PA11Z PC01Z PE03Z PF03Z PG00Z
 3G384 AA01 AA06 BA05 BA13 BA26 BA27 CA11 CA27 DA54 DA56
 EA01 EB01 EB02 EB08 EB17 ED04 EE31 FA04Z FA06Z FA29Z
 FA58Z