

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6915577号  
(P6915577)

(45) 発行日 令和3年8月4日(2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月19日(2021.7.19)

(51) Int. Cl. F 1  
**FO2D 41/02 (2006.01)** FO2D 41/02  
**FO2D 41/38 (2006.01)** FO2D 41/38  
**FO2D 41/40 (2006.01)** FO2D 41/40  
**FO2D 41/04 (2006.01)** FO2D 41/04

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-71626 (P2018-71626)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成30年4月3日(2018.4.3)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2019-183676 (P2019-183676A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	令和2年5月20日(2020.5.20)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100147555
			弁理士 伊藤 公一
		(74) 代理人	100123593
			弁理士 関根 宣夫
		(74) 代理人	100167461
			弁理士 上木 亮平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

機関本体と、

前記機関本体の燃焼室内で燃焼させるための燃料を噴射する燃料噴射弁と、  
を備える内燃機関を制御するための内燃機関の制御装置であって、

前記燃焼室内で段階的に2回の熱発生を生じさせて、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形が二山形状となるように、かつ、1回目の熱発生によって形成される前記圧力波形の一山目の第1ピーク値と、2回目の熱発生によって形成される前記圧力波形の二山目の第2ピーク値と、の比であるピーク比が所定範囲内に収まるように、少なくとも第1メイン燃料噴射と第2メイン燃料噴射とを順次実施して燃料を予混合圧縮着火燃焼させる燃焼制御部を備え、

前記燃焼制御部は、

前記第2メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第2着火遅れ時間を算出し、

前記燃料噴射弁から噴射する燃料量に対する噴射補正量が設定された場合において、前記第2着火遅れ時間が所定値未満のときは、前記噴射補正量を前記第2メイン燃料噴射の目標噴射量である第2目標噴射量に反映させ、前記第2着火遅れ時間が所定値以上のときは、前記噴射補正量を前記第1メイン燃料噴射の目標噴射量である第1目標噴射量と前記第2目標噴射量とに振り分けて反映させると共に、前記噴射補正量のうち、前記第2目標噴射量に振り分けられる第2振分量を、前記第1目標噴射量に振り分けられる第1振分

量よりも多くする、  
内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

機関本体と、

前記機関本体の燃焼室内で燃焼させるための燃料を噴射する燃料噴射弁と、  
を備える内燃機関を制御するための内燃機関の制御装置であって、

前記燃焼室内で段階的に 2 回の熱発生を生じさせて、筒内圧力上昇率の時間的変化を示す圧力波形が二山形状となるように、かつ、1 回目の熱発生によって形成される前記圧力波形の一山目の第 1 ピーク値と、2 回目の熱発生によって形成される前記圧力波形の二山目の第 2 ピーク値と、の比であるピーク比が所定範囲内に収まるように、少なくとも第 1  
メイン燃料噴射と第 2 メイン燃料噴射とを順次実施して燃料を予混合圧縮着火燃焼させる燃焼制御部を備え、

前記燃焼制御部は、

前記第 1 メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第 1 着火遅れ時間を算出し、

前記第 2 メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第 2 着火遅れ時間を算出し、

前記燃料噴射弁から噴射する燃料量に対する噴射補正量が設定された場合において、前記第 2 着火遅れ時間が所定値未満のときは、前記噴射補正量を前記第 2 メイン燃料噴射の目標噴射量である第 2 目標噴射量に反映させ、前記第 2 着火遅れ時間が前記所定値以上のときは、前記噴射補正量のうち、前記第 1 メイン燃料噴射の目標噴射量である第 1 目標噴射量に振り分けられる第 1 振分量と、前記第 2 目標噴射量に振り分けられる第 2 振分量との比が、前記第 1 着火遅れ時間と、前記第 2 着火遅れ時間との比の逆比となるように、前記噴射補正量を第 1 目標噴射量と前記第 2 目標噴射量とに振り分ける、

内燃機関の制御装置。

【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】

特許文献 1 には、従来の内燃機関の制御装置として、熱発生率の時間的変化を示す燃焼波形（熱発生率パターン）の形状が二山形状となるように、メイン燃料噴射を第 1 メイン燃料噴射と第 2 メイン燃料噴射とに分けて実施して予混合圧縮着火燃焼（PCCI；Premix Charged Compressive Ignition）を行うものが開示されている。この従来の内燃機関の制御装置は、機関本体の温度（冷却水温）が基準温度よりも低いときにはプレ噴射を実施するように構成されており、さらにプレ噴射を実施する際には、機関低負荷時にはプレ噴射の噴射量分だけ第 2 メイン燃料噴射の噴射量を減らし、機関高負荷時にはプレ噴射の噴射量分だけ第 1 メイン燃料噴射の噴射量を減らすように構成されていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 078617 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、熱発生率の時間的変化を示す燃焼波形の形状は、第 1 メイン燃料噴射、及び第 2 メイン燃料噴射によって噴射された各燃料の着火遅れ時間に応じて変化する。そのため、熱発生率の時間的変化を示す燃焼波形、ひいては筒内圧力上昇率の時間的変化を示す圧力波形（筒内圧力上昇率パターン）の形状が所望の形状となるように、第 1 メイン

10

20

30

40

50

燃料噴射及び第2メイン燃料噴射の各目標噴射量を設定している場合には、着火遅れ時間を考慮せずに各目標噴射量を補正してしまうと、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形の形状を所望の形状に維持することができなくなるおそれがある。

【0005】

本発明はこのような問題点に着目してなされたものであり、第1メイン燃料噴射、及び第2メイン燃料噴射を実施して予混合圧縮着火燃焼を行う場合において、燃料噴射弁から噴射する燃料量に対して補正量が設定されたとしても、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形の形状を所望の形状に維持することを目的とする。

【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、本発明のある態様によれば、機関本体と、機関本体の燃焼室内で燃焼させるための燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備える内燃機関を制御するための内燃機関の制御装置が、燃焼室内で段階的に2回の熱発生を生じさせて、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形が二山形状となるように、かつ、1回目の熱発生によって形成される圧力波形の一山目の第1ピーク値と、2回目の熱発生によって形成される圧力波形の二山目の第2ピーク値と、の比であるピーク比が所定範囲内に収まるように、少なくとも第1メイン燃料噴射と第2メイン燃料噴射とを順次実施して燃料を予混合圧縮着火燃焼させる燃焼制御部を備える。燃焼制御部は、第2メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第2着火遅れ時間を算出し、燃料噴射弁から噴射する燃料量に対する噴射補正量が設定された場合において、第2着火遅れ時間が所定値未満のときは、噴射補正量を第2メイン燃料噴射の目標噴射量である第2目標噴射量に反映させ、第2着火遅れ時間が所定値以上のときは、噴射補正量を前第1メイン燃料噴射の目標噴射量である第1目標噴射量と第2目標噴射量とに振り分けて反映させると共に、噴射補正量のうち、第2目標噴射量に振り分けられる第2振分量を、第1目標噴射量に振り分けられる第1振分量よりも多くするように構成される。

また、本発明の別の態様によれば、機関本体と、機関本体の燃焼室内で燃焼させるための燃料を噴射する燃料噴射弁と、を備える内燃機関を制御するための内燃機関の制御装置が、燃焼室内で段階的に2回の熱発生を生じさせて、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形が二山形状となるように、かつ、1回目の熱発生によって形成される圧力波形の一山目の第1ピーク値と、2回目の熱発生によって形成される圧力波形の二山目の第2ピーク値と、の比であるピーク比が所定範囲内に収まるように、少なくとも第1メイン燃料噴射と第2メイン燃料噴射とを順次実施して燃料を予混合圧縮着火燃焼させる燃焼制御部を備える。燃焼制御部は、第1メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第1着火遅れ時間を算出し、第2メイン燃料噴射によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第2着火遅れ時間を算出し、燃料噴射弁から噴射する燃料量に対する噴射補正量が設定された場合において、第2着火遅れ時間が所定値未満のときは、噴射補正量を第2メイン燃料噴射の目標噴射量である第2目標噴射量に反映させ、第2着火遅れ時間が所定値以上のときは、噴射補正量のうち、第1メイン燃料噴射の目標噴射量である第1目標噴射量に振り分けられる第1振分量と、第2目標噴射量に振り分けられる第2振分量との比が、第1着火遅れ時間と、第2着火遅れ時間との比の逆比となるように、噴射補正量を第1目標噴射量と第2目標噴射量とに振り分けるように構成される。

【発明の効果】

【0007】

本発明のこの態様によれば、第1メイン燃料噴射、及び第2メイン燃料噴射を実施して予混合圧縮着火燃焼を行う場合において、燃料噴射弁から噴射する燃料量に対して補正量が設定されたとしても、第2着火遅れ時間が所定値未満のときには噴射補正量が第2目標噴射量に反映されるので、筒内圧力上昇率の時間的变化を示す圧力波形の形状を所望の形状に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

20

30

40

50

【図1】図1は、本発明の一実施形態による内燃機関、及び内燃機関を制御する電子制御ユニットの概略構成図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態による内燃機関の機関本体の断面図である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態による燃焼制御を実施して燃焼室内で燃料を燃焼させた場合のクランク角と熱発生率との関係を示した図である。

【図4】図4は、本発明の一実施形態による燃焼制御を実施して燃焼室内で燃料を燃焼させた場合のクランク角と筒内圧力上昇率との関係を示した図である。

【図5】図5は、燃料噴射弁から1回だけ燃料を噴射して予混合圧縮着火燃焼を実施した場合の熱発生率パターンのピーク値と、着火遅れ時間との関係を、燃料噴射量が多いときと少ないときとで比較して示した図である。

10

【図6】図6は、噴射補正量が設定されていないときの熱発生率パターン（実線）と、第2着火遅れ時間が所定値未満の場合に、噴射補正量を全て第2目標噴射量に反映させたときの熱発生率パターン（破線）とを、比較して示した図である。

【図7】図7は、噴射補正量が設定されていないときの筒内圧力上昇率パターン（実線）と、第2着火遅れ時間が所定値未満の場合に、噴射補正量を全て第2目標噴射量に反映させたときの筒内圧力上昇率パターン（破線）とを、比較して示した図である。

【図8】図8は、噴射補正量が設定されていないときの熱発生率パターン（太実線）と、第2着火遅れ時間が所定値以上の場合に、噴射補正量を全て第2目標噴射量に反映させたときの熱発生率パターン（細実線）と、第2着火遅れ時間が所定値以上の場合に、噴射補正量を第1目標噴射量及び第2目標噴射量に均等に振り分けて反映させたときの熱発生率パターン（破線）と、を比較して示した図である。

20

【図9】図9は、噴射補正量が設定されていないときの筒内圧力上昇率パターン（太実線）と、第2着火遅れ時間が所定値以上の場合に、噴射補正量を全て第2目標噴射量に反映させたときの筒内圧力上昇率パターン（細実線）と、第2着火遅れ時間が所定値以上の場合に、噴射補正量を第1目標噴射量及び第2目標噴射量に均等に振り分けて反映させたときの筒内圧力上昇率パターン（破線）と、を比較して示した図である。

【図10】図10は、本発明の一実施形態による燃焼制御について説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

30

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同様な構成要素には同一の参照番号を付す。

【0010】

図1は、本発明の一実施形態による内燃機関100、及び内燃機関100を制御する電子制御ユニット200の概略構成図である。図2は、内燃機関100の機関本体1の断面図である。

【0011】

図1に示すように、内燃機関100は、複数の気筒10を備える機関本体1と、燃料供給装置2と、吸気装置3と、排気装置4と、吸気動弁装置5と、排気動弁装置6と、を備える。

40

【0012】

機関本体1は、各気筒10に形成される燃焼室11内（図2参照）で燃料を燃焼させて、例えば車両などを駆動するための動力を発生させる。機関本体1には、気筒毎に一对の吸気弁50と一对の排気弁60とが設けられる。

【0013】

燃料供給装置2は、電子制御式の燃料噴射弁20と、デリバリパイプ21と、サプライポンプ22と、燃料タンク23と、圧送パイプ24と、燃圧センサ211と、を備える。

【0014】

燃料噴射弁20は、燃焼室11内に直接燃料を噴射することができるように、各気筒10の燃焼室11に臨むように各気筒10に1つ設けられる。燃料噴射弁20の開弁時間（

50

噴射量)及び開弁時期(噴射時期)は電子制御ユニット200からの制御信号によって変更され、燃料噴射弁20が開弁されると燃料噴射弁20から燃焼室11内に直接燃料が噴射される。

【0015】

デリバリパイプ21は、圧送パイプ24を介して燃料タンク23に接続される。圧送パイプ24の途中には、燃料タンク23に貯蔵された燃料を加圧してデリバリパイプ21に供給するためのサプライポンプ22が設けられる。デリバリパイプ21は、サプライポンプ22から圧送されてきた高圧燃料を一時的に貯蔵する。燃料噴射弁20が開弁されると、デリバリパイプ21に貯蔵された高圧燃料が燃料噴射弁20から燃焼室11内に直接噴射される。

10

【0016】

サプライポンプ22は、吐出量を変更することができるように構成されており、サプライポンプ22の吐出量は、電子制御ユニット200からの制御信号によって変更される。サプライポンプ22の吐出量を制御することで、デリバリパイプ21内の燃料圧力、すなわち燃料噴射弁20の噴射圧が制御される。

【0017】

燃圧センサ211は、デリバリパイプ21に設けられる。燃圧センサ211は、デリバリパイプ21内の燃料圧力、すなわち各燃料噴射弁20から各気筒10内に噴射される燃料の圧力(噴射圧)を検出する

【0018】

吸気装置3は、燃焼室11内に空気を導くための装置であって、燃焼室11内に吸入される空気の状態(吸気圧力(過給圧)、吸気温度、EGR(Exhaust Gas Recirculation)ガス量)を変更することができるように構成されている。すなわち吸気装置3は、燃焼室11内の酸素密度を変更することができるように構成されている。吸気装置3は、エアクリーナ30と、吸気管31と、ターボチャージャ32のコンプレッサ32aと、インタクーラ33と、吸気マニホールド34と、電子制御式のスロットル弁35と、エアフローメータ212と、EGR通路36と、EGRクーラ37と、EGR弁38と、を備える。

20

【0019】

エアクリーナ30は、空気中に含まれる砂などの異物を除去する。

【0020】

吸気管31は、一端がエアクリーナ30に連結され、他端が吸気マニホールド34のサージタンク34aに連結される。

30

【0021】

ターボチャージャ32は過給機の種類であり、排気のエネルギーを利用して空気を強制的に圧縮し、その圧縮した空気を各燃焼室11に供給する。これにより充填効率が高められるので、機関出力が増大する。コンプレッサ32aは、ターボチャージャ32の一部を構成する部品であり、吸気管31に設けられる。コンプレッサ32aは、同軸上に設けられた後述するターボチャージャ32のタービン32bによって回されて、空気を強制的に圧縮する。なおターボチャージャ32に替えて、クランクシャフト(図示せず)の回転力を利用して機械的に駆動される過給機(スーパーチャージャ)を用いても良い。

40

【0022】

インタクーラ33は、コンプレッサ32aよりも下流の吸気管31に設けられ、コンプレッサ32aによって圧縮されて高温となった空気を冷却する。

【0023】

吸気マニホールド34は、サージタンク34aと、サージタンク34aから分岐して機関本体1の内部に形成されている各吸気ポート14(図2参照)の開口に連結される複数の吸気枝管34bと、を備える。サージタンク34aに導かれた空気は、吸気枝管34b、及び吸気ポート14を介して各燃焼室11内に均等に分配される。このように、吸気管31、吸気マニホールド34及び各吸気ポート14が、各燃焼室11内に空気を導くための吸気通路を形成する。サージタンク34aには、サージタンク34a内の圧力(吸気圧

50

力)を検出するための圧力センサ213と、サージタンク34a内の温度(吸気温度)を検出するための温度センサ214と、が取り付けられている。

【0024】

スロットル弁35は、インタクーラ33とサージタンク34aとの間の吸気管31内に設けられる。スロットル弁35は、スロットルアクチュエータ35aによって駆動され、吸気管31の通路断面積を連続的又は段階的に変化させる。スロットルアクチュエータ35aによってスロットル弁35の開度を調整することで、各燃焼室11内に吸入される空気の流量を調整することができる。

【0025】

エアフローメータ212は、コンプレッサ32aよりも上流側の吸気管31内に設けられる。エアフローメータ212は、吸気通路内を流れて最終的に各燃焼室11内に吸入される空気の流量(以下「吸入空気量」という。)を検出する。

10

【0026】

EGR通路36は、後述する排気マニホールド40と吸気マニホールド34のサージタンク34aとを連通し、各燃焼室11から排出された排気の一部を圧力差によってサージタンク34aに戻すための通路である。以下、EGR通路36に流入した排気のことを「EGRガス」といい、筒内ガス量に占めるEGRガス量の割合、すなわち排気の還流率のことを「EGR率」という。EGRガスをサージタンク34a、ひいては各燃焼室11に還流させることで、燃焼温度を低減させて窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の排出を抑えることができる。

20

【0027】

EGRクーラ37は、EGR通路36に設けられる。EGRクーラ37は、EGRガスを、例えば走行風や冷却水などによって冷却するための熱交換器である。

【0028】

EGR弁38は、EGRクーラ37よりもEGRガスの流れ方向下流側のEGR通路36に設けられる。EGR弁38は、連続的又は段階的に開度を調整することができる電磁弁であり、その開度は電子制御ユニット200によって制御される。EGR弁38の開度を制御することで、サージタンク34aに還流させるEGRガスの流量が調節される。すなわち、吸入空気量や吸気圧力(過給圧)等に応じてEGR弁38の開度を適切な開度に制御することで、EGR率を任意の値に制御することができる。

30

【0029】

排気装置4は、各燃焼室内で生じた排気を浄化して外気に排出するための装置であって、排気マニホールド40と、排気管41と、ターボチャージャ32のタービン32bと、排気後処理装置42と、を備える。

【0030】

排気マニホールド40は、機関本体1の内部に形成されている各排気ポート15(図2参照)の開口と連結される複数の排気枝管と、排気枝管を集合させて1本にまとめた集合管と、を備える。

【0031】

排気管41は、一端が排気マニホールド40の集合管に連結され、他端が開口端となっている。各燃焼室11から排気ポートを介して排気マニホールド40に排出された排気は、排気管41を流れて外気に排出される。

40

【0032】

タービン32bは、ターボチャージャ32の一部を構成する部品であり、排気管41に設けられる。タービン32bは、排気のエネルギーによって回されて、同軸上に設けられたコンプレッサ32aを駆動する。

【0033】

タービン32bの外側には、可変ノズル32cが設けられている。可変ノズル32cは絞り弁として機能し、可変ノズル32cのノズル開度(弁開度)は電子制御ユニット200によって制御される。可変ノズル32cのノズル開度を変化させることでタービン32

50

bを駆動する排気の流速を変化させることができる。すなわち、可変ノズル32cのノズル開度を変化させることで、タービン32bの回転速度を変化させて過給圧を変化させることができる。具体的には、可変ノズル32cのノズル開度を小さくする(可変ノズル32cを絞る)と、排気の流速が上がってタービン32bの回転速度が増大し、過給圧が増大する。

【0034】

排気後処理装置42は、タービン32bよりも下流側の排気管41に設けられる。排気後処理装置42は、排気を浄化した上で外気に排出するための装置であって、有害物質を浄化する各種の触媒(例えば三元触媒)を担体に担持させたものである。

【0035】

吸気動弁装置5は、各気筒10の吸気弁50を開閉駆動するための装置であって、機関本体1に設けられる。本実施形態による吸気動弁装置5は、吸気弁50の開閉時期を制御できるように、例えば電磁アクチュエータによって吸気弁50を開閉駆動するように構成される。

【0036】

排気動弁装置6は、各気筒10の排気弁60を開閉駆動するための装置であって、機関本体1に設けられる。本実施形態による排気動弁装置6は、排気弁60の開閉時期を制御できるように、例えば電磁アクチュエータによって排気弁60を開閉駆動するように構成される。

【0037】

なお、吸気動弁装置5及び排気動弁装置6としては、電磁アクチュエータに限らず、例えばカムシャフトによって吸気弁50又は排気弁60を開閉駆動するように構成し、当該カムシャフトの一端部に油圧制御によってクランクシャフトに対するカムシャフトの相対位相角を変更する可変動弁機構を設けることによって、吸気弁50又は排気弁60の開閉時期を制御できるようにしてもよい。

【0038】

電子制御ユニット200は、デジタルコンピュータから構成され、双方性バス201によって互いに接続されたROM(リードオンリメモリ)202、RAM(ランダムアクセスメモリ)203、CPU(マイクロプロセッサ)204、入力ポート205及び出力ポート206を備える。

【0039】

入力ポート205には、前述した燃圧センサ211などの出力信号が、対応する各AD変換器207を介して入力される。また入力ポート205には、機関負荷を検出するための信号として、アクセルペダル220の踏み込み量(以下「アクセル踏込量」という。)に比例した出力電圧を発生する負荷センサ221の出力電圧が、対応するAD変換器207を介して入力される。また入力ポート205には、機関回転速度などを算出するための信号として、機関本体1のクランクシャフトが例えば15°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ222の出力信号が入力される。このように入力ポート205には、内燃機関100を制御するために必要な各種センサの出力信号が入力される。

【0040】

出力ポート206は、対応する駆動回路208を介して、燃料噴射弁20などの各制御部品に接続される。

【0041】

電子制御ユニット200は、入力ポート205に入力された各種センサの出力信号に基づいて、各制御部品を制御するための制御信号を出力ポート206から出力して内燃機関100を制御する。以下、電子制御ユニット200が実施する内燃機関100の制御、特に燃焼室11内における燃料の燃焼制御について説明する。

【0042】

図3は、機関運転状態(機関回転速度及び機関負荷)が一定の定常運転時において、本実施形態による燃焼制御を実施して燃焼室11内で燃料を燃焼させた場合のクランク角と

10

20

30

40

50

熱発生率との関係を示した図である。また図4は、この場合のクランク角と筒内圧力上昇率との関係を示した図である。

【0043】

なお熱発生率 $(dQ/d)$  [ J / deg . CA ]とは、燃料を燃焼させたときに生じる単位クランク角あたりの熱量、すなわち単位クランク角あたりの熱発生量 $Q$ のことである。以下の説明では、このクランク角と熱発生率との関係を示した燃焼波形、すなわち熱発生率の時間的変化を示す燃焼波形のことを「熱発生率パターン」という。また筒内圧力上昇率 $(dP/d)$  [ kPa / deg . CA ]とは、筒内圧力 $P$  [ kPa ]のクランク角微分値のことである。以下の説明では、このクランク角と筒内圧力上昇率との関係を示した圧力波形、すなわち筒内圧力上昇率の時間的変化を示す圧力波形のことを「筒内圧力

10

【0044】

電子制御ユニット200は、機関負荷に応じた要求トルクを出力するために行われるメイン燃料噴射を第1メイン燃料噴射G1と第2メイン燃料噴射G2とに分けて順次実施して機関本体1の運転を行う。

【0045】

このとき本実施形態では、第1メイン燃料噴射G1によって燃焼室11内に噴射された燃料(以下「第1メイン燃料」という。)、及び第2メイン燃料噴射G2によって燃焼室11内に噴射された燃料(以下「第2メイン燃料」という。)が、それぞれ燃料噴射後に空気との予混合期間をある程度置いた上で燃焼する予混合圧縮着火燃焼を起こすように、各燃料噴射G1、G2の噴射量と噴射時期とを制御して、段階的に2回の熱発生が生じるようにしている。

20

【0046】

すなわち図3に示すように、主に第1メイン燃料が燃焼したときの熱発生によって熱発生率パターンの一山目の燃焼波形X1が形成され、その後、主に第2メイン燃料が燃焼したときの熱発生によって熱発生率パターンの二山目の燃焼波形X2が形成されるように各燃料噴射G1、G2の噴射量と噴射時期とを制御して、熱発生率パターンが二山形状となるようにしている。

【0047】

そしてこれにより、図4に示すように、主に第1メイン燃料が燃焼したときの熱発生によって筒内圧力上昇率パターンの一山目の圧力波形Y1が形成され、その後、主に第2メイン燃料が燃焼したときの熱発生によって筒内圧力上昇率パターンの二山目の圧力波形Y2が形成されるようにして、熱発生率パターンと共に筒内圧力上昇率パターンも二山形状となるようにしている。

30

【0048】

このように、適切な時間を空けて段階的に2回の熱発生を生じさせることで、1回目の熱発生によって生じる圧力波(本実施形態では主に第1メイン燃料の燃焼時に生じる圧力波)の位相に対して、2回目の熱発生に生じる圧力波(本実施形態では主に第2メイン燃料の燃焼時に生じる圧力波)の位相をずらすことができる。そのため、例えば1回目の圧力波の位相に対して、2回目の位相を逆位相にするなど、2つの圧力波の位相を適切にずらすことで、燃焼騒音の原因となるこれら2つの圧力波を重ね合わせた実際の圧力波の振幅を小さくすることができる。

40

【0049】

そして1回目の熱発生によって生じる圧力波の振幅の大きさは、筒内圧力上昇率パターンの一山目の圧力波形Y1のピーク値(以下「第1ピーク値」という。)P1の大きさと比例関係にあり、同様に2回目の熱発生によって生じる圧力波の振幅の大きさは、筒内圧力上昇率パターンの二山目の圧力波形Y2のピーク値(以下「第2ピーク値」という。)P2の大きさと比例関係にある。したがって、第1ピーク値P1と第2ピーク値P2の大きさが同じとき(すなわちP1:P2=1:1のとき)に、燃焼騒音の低減効果が最も大きくなる。

50

## 【 0 0 5 0 】

そこで本実施形態では、図 4 に示すように、第 1 ピーク値  $P_1$  と第 2 ピーク値  $P_2$  の大きさがほぼ同じになるように、具体的には第 1 ピーク値  $P_1$  と第 2 ピーク値  $P_2$  との比の値 ( $= P_1 / P_2$  ; 以下「ピーク比」という。)  $PR$  が所定範囲内 (例えば 0.9 から 1.1 の範囲内) に収まるように、各燃料噴射  $G_1$ 、 $G_2$  の噴射量と噴射時期とを制御している。これにより、予混合圧縮着火燃焼を実施して機関本体 1 を運転させたときの燃焼騒音を効果的に抑制することができる。

## 【 0 0 5 1 】

このように本実施形態による電子制御ユニット 200 は、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンが所望の形状 (二山形状、かつ、ピーク比  $PR$  が所定範囲内に収まっている形状) となるように、機関運転状態に基づいて、各燃料噴射  $G_1$ 、 $G_2$  の目標噴射量  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、及び目標噴射時期  $A_1$ 、 $A_2$  を、予め実験等によって設定された目標値に制御している。なお以下の説明では、第 1 メイン燃料噴射  $G_1$  の目標噴射量  $Q_1$ 、目標噴射時期  $A_1$  のことを、必要に応じてそれぞれ第 1 目標噴射量  $Q_1$ 、第 1 目標噴射時期  $A_1$  という。また、第 2 メイン燃料噴射  $G_2$  の目標噴射量  $Q_2$ 、目標噴射時期  $A_2$  のことを、必要に応じてそれぞれ第 2 目標噴射量  $Q_2$ 、第 1 目標噴射時期  $A_2$  という。

10

## 【 0 0 5 2 】

ところで、機関運転中には、これらの目標値に対して補正量が設定される場合があり、その一つとして、燃料噴射弁 20 から噴射する燃料量 (目標噴射量) に対する補正量 (以下「噴射補正量」という。)  $q$  が挙げられ、例えば気筒間補正量や車両制振用補正量など

20

## 【 0 0 5 3 】

気筒間補正量は、各燃料噴射弁 20 に対する目標噴射量が同じであったとしても、個体バラつきや経時劣化などが原因で、実際に各燃料噴射弁 20 から噴射される燃料量にバラつきが生じる場合があるため、このようなバラつきを抑制するために設定される補正量である。車両制振用補正量は、車両の加減速時には機関本体 1 の出力トルクの変化によって車両の前後方向に機関本体 1 が振動するため、このような振動を抑制するために設定される補正量である。

## 【 0 0 5 4 】

ここで各燃料噴射  $G_1$ 、 $G_2$  の目標噴射量  $Q_1$ 、 $Q_2$  は、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンが所望の形状となるように、予め実験等によって設定された目標値である。したがって、このような噴射補正量  $q$  が設定されたときには、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンが所望の形状となるように、当該噴射補正量  $q$  を第 1 目標噴射量  $Q_1$ 、及び第 2 目標噴射量  $Q_2$  に対して適切に反映させなければ、燃焼騒音が増大してしまうおそれがある。

30

## 【 0 0 5 5 】

すなわち本実施形態のように、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンが所望の形状となるようにメイン燃料噴射を第 1 メイン燃料噴射  $G_1$  と第 2 メイン燃料噴射  $G_2$  とに分けて順次実施している場合には、噴射補正量  $q$  が設定されたときに、噴射補正量  $q$  を目標噴射量  $Q_1$ 、及び目標噴射量  $Q_2$  に対してどのように反映させるかが

40

## 【 0 0 5 6 】

図 5 は、燃料噴射弁 20 から 1 回だけ燃料を噴射して予混合圧縮着火燃焼を実施した場合の熱発生率パターンのピーク値と、着火遅れ時間 (燃焼室 11 内に噴射された燃料が自着火に至るまでの時間) [ms] との関係を示した図である。

## 【 0 0 5 7 】

図 5 に示すように、燃料噴射量が多いときと少ないときとで各熱発生率パターンのピーク値を比較した場合、着火遅れ時間が所定値よりも短いときには、ピーク値の大きさにほとんど差がないことが分かる。そして着火遅れ時間が所定値よりも長くなるにつれて

50

、徐々にピーク値の大きさに差が生じ始めてその差が大きくなっていくことが分かる。

【0058】

これは、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの着火遅れ時間 が短くなると、燃料噴射弁20から噴射された燃料のうちの一部の燃料については、空気との予混合度合いが不十分となって、当該燃料が予混合圧縮着火燃焼というよりも拡散燃焼に近い燃焼形態で燃焼してしまうことに起因するものと考えられる。

【0059】

予混合圧縮着火燃焼は、燃料噴射後に空気との予混合期間をある程度置いた上で、燃焼室11内に拡散させた燃料(予混合気)を多点で同時期に自着火させる燃焼形態であるため、燃焼室11内に噴射した燃料を燃料噴射後にほぼ遅れなく燃焼させていく拡散燃焼と比較して、燃焼速度が速くなって燃焼期間が短くなる。そのため、予混合圧縮着火燃焼を実施した場合は、拡散燃焼を実施した場合よりも熱発生率パターンのピーク値が大きくなる傾向にある。そして熱発生率パターンのピーク値は、基本的に予混合圧縮着火燃焼する燃料量に依存し、当該燃料量が多くなるほど高くなる傾向にある。

10

【0060】

したがって図5に示すように、着火遅れ時間 が所定値よりも短いときは、燃料噴射量の大小にかかわらず、概ね一定の燃料が予混合圧縮着火燃焼を起こし、残りの燃料が拡散燃焼に近い燃焼形態で燃焼するために、各熱発生率パターンの各ピーク値の大きさにほとんど差が生じていないものと考えられる。そして着火遅れ時間 が所定値よりも長くなるにつれて、燃料噴射量が多くなるほど予混合圧縮着火燃焼を起こす燃料が多くなるため、各ピーク値の大きさに差が生じ始めてその差が大きくなっているものと考えられる。

20

【0061】

このように、発明者らの鋭意研究の結果、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの着火遅れ時間 が或る所定値よりも短い場合には、燃料噴射量を増減させても熱発生率パターンのピーク値、ひいては筒内圧力上昇率パターンのピーク値がほとんど変化しないことがわかった。

【0062】

そして本実施形態のように、メイン燃料噴射を第1メイン燃料噴射G1と第2メイン燃料噴射G2とに分けて順次実施している場合、第2メイン燃料噴射G2は第1メイン燃料噴射G1の後に実施されるので、第2メイン燃料の着火遅れ時間(以下「第2着火遅れ時間」という。) 2は、第1メイン燃料の着火遅れ時間(以下「第1着火遅れ時間」という。) 1よりも短くなる。

30

【0063】

そこで本実施形態では、第2着火遅れ時間 2が所定値未満の場合には、噴射補正量qを全て第2目標噴射量Q2に反映させることとした。

【0064】

図6及び図7は、噴射補正量qが設定されていないときの熱発生率パターン及び筒内圧力上昇率パターン(実線)と、第2着火遅れ時間 2が所定値未満の場合に、噴射補正量q(図6及び図7に示す例では減量補正值)を全て第2目標噴射量Q2に反映させたときの熱発生率パターン及び筒内圧力上昇率パターン(破線)とを、比較して示した図である。

40

【0065】

図6及び図7に破線で示すように、第2着火遅れ時間 2が所定値未満の場合には、噴射補正量qを全て第2目標噴射量Q2に反映させることで、熱発生率パターンの二山目の燃焼波形X2のピーク値、ひいては筒内圧力上昇率パターンの第2ピーク値P2の大きさをほとんど変化させずに済むことが分かる。したがって、噴射補正量qが設定されたとしても、第2着火遅れ時間 2が所定値未満の場合には、噴射補正量qを第2目標噴射量Q2に反映させることで、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状を所望の形状に維持することができる。

【0066】

50

一方で、第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合に、噴射補正量 $q$ を全て第2目標噴射量 $Q_2$ に反映させてしまうと、熱発生率パターン $X_2$ の二山目の燃焼波形 $X_2$ のピーク値が変化し、ひいては筒内圧力上昇率パターン $P_2$ の第2ピーク値 $P_2$ が変化してしまう。したがって第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合には、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状が所望の形状に維持されるように、噴射補正量 $q$ を第1目標噴射量 $Q_1$ 、及び第2目標噴射量 $Q_2$ に対して適切に振り分ける必要がある。

【0067】

図8及び図9は、噴射補正量 $q$ が設定されていないときの熱発生率パターン及び筒内圧力上昇率パターン(太実線)と、第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合に、噴射補正量 $q$ (図8及び図9に示す例では減量補正值)を全て第2目標噴射量 $Q_2$ に反映させたときの熱発生率パターン及び筒内圧力上昇率パターン(細実線)と、第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合に、噴射補正量 $q$ を第1目標噴射量 $Q_1$ 及び第2目標噴射量 $Q_2$ に均等に振り分けて反映させたときの熱発生率パターン及び筒内圧力上昇率パターン(破線)と、を比較して示した図である。

【0068】

図8及び図9に細実線で示すように、第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合に、噴射補正量 $q$ を全て第2目標噴射量 $Q_2$ に反映させてしまうと、噴射補正量 $q$ が減量補正值のときは、熱発生率パターン $X_2$ の二山目の燃焼波形 $X_2$ のピーク値が大幅に低下し、筒内圧力上昇率パターン $P_2$ の第2ピーク値 $P_2$ が大幅に低下してしまう。その結果、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状を所望の形状に維持することができなくなる。

【0069】

そのため、例えば噴射補正量 $q$ を第1目標噴射量 $Q_1$ 及び第2目標噴射量 $Q_2$ に均等に振り分けて反映させることも考えられる。

【0070】

しかしながら前述した通り、第2メイン燃料噴射 $G_2$ は第1メイン燃料噴射 $G_1$ の後に実施されるので、第2着火遅れ時間 $t_{2}$ は第1着火遅れ時間 $t_{1}$ よりも短くなる(逆を言えば、第1着火遅れ時間 $t_{1}$ は第2着火遅れ時間 $t_{2}$ よりも長くなる)。

【0071】

そのため図8に破線で示すように、噴射補正量 $q$ を第1目標噴射量 $Q_1$ 及び第2目標噴射量 $Q_2$ に均等に振り分けて反映させると、熱発生率パターン $X_2$ の二山目の燃焼波形 $X_2$ のピーク値に対して、一山目の燃焼波形 $X_1$ のピーク値が過剰に変化してしまう。したがって、図8及び図9に破線で示すように、噴射補正量 $q$ が減量補正值のときは、熱発生率パターン $X_2$ の二山目の燃焼波形 $X_2$ のピーク値に対して、一山目の燃焼波形 $X_1$ のピーク値が大幅に低下してしまい、筒内圧力上昇率パターン $P_1$ の第1ピーク値 $P_1$ が第2ピーク値 $P_2$ よりも大幅に小さくなってしまう。

【0072】

したがって第2着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合には、第1着火遅れ時間 $t_{1}$ 、及び第2着火遅れ時間 $t_{2}$ のそれぞれの長さに基づいて、噴射補正量 $q$ を目標噴射量 $Q_1$ 、及び目標噴射量 $Q_2$ に対して適切に振り分ける必要がある。

【0073】

そこで本実施形態では、噴射補正量 $q$ のうち、第1目標噴射量に振り分ける分を第1振分量 $q_1$ とし、第2目標噴射量に振り分ける分を第2振分量 $q_2$ とすると、第2メイン燃料の着火遅れ時間 $t_{2}$ が所定値以上の場合には、第1振分量 $q_1$ と第2振分量 $q_2$ との比が、第1着火遅れ時間 $t_{1}$ と第2着火遅れ時間 $t_{2}$ との比の逆比となるように、すなわち $q_1 : q_2 = 1 / t_1 : 1 / t_2 (= t_2 : t_1)$ となるように、噴射補正量 $q$ を第1目標噴射量 $Q_1$ と第2目標噴射量 $Q_2$ とに振り分けることとした。

【0074】

これにより、着火遅れ時間 $t_{2}$ の短い第2メイン燃料噴射 $G_2$ の目標噴射量 $Q_2$ に振り分けられる第2振分量 $q_2$ が、着火遅れ時間の長い第1メイン燃料噴射 $G_1$ の目標噴射量 $Q_1$

10

20

30

40

50

1 に振り分けられる第 1 振分量  $q_1$  よりも多くなるように、第 1 着火遅れ時間  $t_{11}$  及び第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  のそれぞれの長さに基づいて、各振分量  $q_1$ 、 $q_2$  を適切に調節することができる。そのため、筒内圧力上昇率パターンの第 1 ピーク値  $P_1$  及び第 2 ピーク値  $P_2$  の変化をほぼ同じ程度に調節することができるので、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状を所望の形状に維持することができる。

【0075】

図 10 は、この本実施形態による燃焼制御について説明するフローチャートである。電子制御ユニット 200 は、本ルーチンを機関運転中に所定の演算周期で繰り返し実行する。

【0076】

ステップ S1 において、電子制御ユニット 200 は、クランク角センサ 222 の出力信号に基づいて算出された機関回転速度と、負荷センサ 221 によって検出された機関負荷と、を読み込み、機関運転状態を検出する。

【0077】

ステップ S2 において、電子制御ユニット 200 は、第 1 メイン燃料噴射 G1 の目標噴射量  $Q_1$ 、及び第 2 メイン燃料噴射 G2 の目標噴射量  $Q_2$  を設定する。本実施形態では電子制御ユニット 200 は、予め実験等によって作成されたテーブルを参照し、少なくとも機関負荷に基づいて、目標噴射量  $Q_1$ 、及び目標噴射量  $Q_2$  を設定する。

【0078】

ステップ S3 において、電子制御ユニット 200 は、第 1 メイン燃料噴射 G1 の目標噴射時期  $A_1$ 、及び第 2 メイン燃料噴射 G2 の目標噴射時期  $A_2$  を設定する。本実施形態では電子制御ユニット 200 は、予め実験等によって作成されたテーブルを参照し、機関運転状態に基づいて、目標噴射時期  $A_1$ 、及び目標噴射時期  $A_2$  を設定する。

【0079】

ステップ S4 において、電子制御ユニット 200 は、噴射補正量  $q$  が設定されているか否かを判断する。具体的には電子制御ユニット 200 は、本ルーチンとは別途に機関運転中に随時算出されている噴射補正量  $q$  の値を読み込み、当該噴射補正量  $q$  の値がゼロ以外であれば、噴射補正量  $q$  が設定されていると判断してステップ S5 の処理に進む。一方で電子制御ユニット 200 は、噴射補正量  $q$  の値がゼロであれば、噴射補正量  $q$  が設定されていないと判断してステップ S10 の処理に進む。

【0080】

ステップ S5 において、電子制御ユニット 200 は、第 1 着火遅れ時間  $t_{11}$  及び第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  を推定する。本実施形態では電子制御ユニット 200 は、吸入空気量や吸気圧力、吸気温度、EGR 率（酸素密度）などの筒内環境状態に基づいて、着火遅れ時間の予測モデル（例えば Livengood-Wu の積分式を利用した予測モデル等）を使用して、第 1 着火遅れ時間  $t_{11}$  及び第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  を推定している。

【0081】

ステップ S6 において、電子制御ユニット 200 は、第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  が所定未満か否かを判定する。電子制御ユニット 200 は、第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  が所定値未満であれば、ステップ S7 の処理に進む。一方で電子制御ユニット 200 は、第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  が所定値以上であれば、ステップ S8 の処理に進む。

【0082】

ステップ S7 において、電子制御ユニット 200 は、噴射補正量  $q$  の全てを第 2 目標噴射量  $Q_2$  に反映させて、第 2 目標噴射量  $Q_2$  のみを補正する。

【0083】

ステップ S8 において、電子制御ユニット 200 は、第 1 着火遅れ時間  $t_{11}$  及び第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  に基づいて、第 1 振分量  $q_1$  及び第 2 振分量  $q_2$  を算出する。本実施形態では電子制御ユニット 200 は、第 1 振分量  $q_1$  と第 2 振分量  $q_2$  との比が、第 1 着火遅れ時間  $t_{11}$  と第 2 着火遅れ時間  $t_{12}$  との比の逆比となるように、噴射補正量  $q$  を第 1 振分量  $q_1$  及び第 2 振分量  $q_2$  に分割する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 4 】

ステップ S 9 において、電子制御ユニット 2 0 0 は、第 1 振分量  $q_1$  を第 1 目標噴射量  $Q_1$  に反映させると共に、第 2 振分量  $q_2$  を第 2 目標噴射量  $Q_2$  に反映させて、第 1 目標噴射量  $Q_1$  及び第 2 目標噴射量  $Q_2$  の双方を補正する。

## 【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 0 において、電子制御ユニット 2 0 0 は、第 1 メイン燃料噴射 G 1 の噴射量、及び噴射時期を、それぞれ第 1 目標噴射量  $Q_1$ 、及び第 1 目標噴射時期 A 1 に制御すると共に、第 2 メイン燃料噴射 G 2 の噴射量、及び噴射時期を、それぞれ第 2 目標噴射量  $Q_2$ 、及び第 1 目標噴射時期 A 2 に制御して、予混合圧縮着火燃焼を実施する。

## 【 0 0 8 6 】

以上説明した本実施形態によれば、機関本体 1 と、機関本体 1 の燃焼室 1 1 内で燃焼させるための燃料を噴射する燃料噴射弁 2 0 と、を備える内燃機関 1 0 0 を制御するための電子制御ユニット 2 0 0 (制御装置) が、燃焼室 1 1 内で段階的に 2 回の熱発生を生じさせて、筒内圧力上昇率の時間的変化を示す圧力波形が二山形状となるように、かつ、1 回目の熱発生によって形成される圧力波形の一山目の第 1 ピーク値  $P_1$  と、2 回目の熱発生によって形成される圧力波形の二山目の第 2 ピーク値  $P_2$  と、の比であるピーク比  $PR$  が所定範囲内に収まるように、少なくとも第 1 メイン燃料噴射 G 1 と第 2 メイン燃料噴射 G 2 とを順次実施して燃料を予混合圧縮着火燃焼させる燃焼制御部を備える。

## 【 0 0 8 7 】

そして燃焼制御部は、第 2 メイン燃料噴射 G 2 によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第 2 着火遅れ時間  $t_{2}$  を算出する第 2 着火遅れ時間算出部を備え、燃料噴射弁 2 0 から噴射する燃料量に対する噴射補正量  $q$  が設定されたときは、第 2 着火遅れ時間  $t_{2}$  が所定値未満であれば、噴射補正量  $q$  を第 2 メイン燃料噴射 G 2 の目標噴射量である第 2 目標噴射量  $Q_2$  に反映させるように構成される。

## 【 0 0 8 8 】

第 2 着火遅れ時間が所定値未満のときは、第 2 メイン燃料噴射 G 2 によって噴射された燃料と空気との予混合期間が短く、予混合圧縮着火燃焼させることが可能な燃料に限られるため、噴射補正量  $q$  を第 2 目標噴射量  $Q_2$  に反映させることで、熱発生率パターンの二山目の燃焼波形  $X_2$  のピーク値、ひいては筒内圧力上昇率パターンの第 2 ピーク値  $P_2$  の大きさをほとんど変化させずに済む。そのため、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状を所望の形状に維持することができ、燃焼騒音の悪化を抑制することができる。

## 【 0 0 8 9 】

また本実施形態による燃焼制御部は、燃料噴射弁 2 0 から噴射する燃料量に対する噴射補正量  $q$  が設定された場合において、第 2 着火遅れ時間  $t_{2}$  が所定値以上のときは、噴射補正量  $q$  を第 1 メイン燃料噴射 G 1 の目標噴射量である第 1 目標噴射量  $Q_1$  と第 2 目標噴射量  $Q_2$  とに振り分けて反映させると共に、噴射補正量  $q$  のうち、第 2 目標噴射量  $Q_2$  に振り分けられる第 2 振分量  $q_2$  を、第 1 目標噴射量  $Q_1$  に振り分けられる第 1 振分量  $q_1$  よりも多くするように構成される。

## 【 0 0 9 0 】

具体的には燃焼制御部は、第 1 メイン燃料噴射 G 1 によって噴射される燃料の着火遅れ時間の推定値である第 1 着火遅れ時間  $t_{1}$  を算出する第 1 着火遅れ時間算出部をさらに備え、第 2 着火遅れ時間  $t_{2}$  が所定値以上のときは、噴射補正量  $q$  のうち、第 1 目標噴射量  $Q_1$  に振り分けられる第 1 振分量  $q_1$  と、第 2 目標噴射量  $Q_2$  に振り分けられる第 2 振分量  $q_2$  との比が、第 1 着火遅れ時間  $t_{1}$  と、第 2 着火遅れ時間  $t_{2}$  との比の逆比となるように、噴射補正量  $q$  を第 1 目標噴射量  $Q_1$  と第 2 目標噴射量  $Q_2$  とに振り分けるように構成される。

## 【 0 0 9 1 】

これにより、着火遅れ時間の短い第 2 メイン燃料噴射 G 2 の目標噴射量  $Q_2$  に振り分けられる第 2 振分量  $q_2$  が、着火遅れ時間の長い第 1 メイン燃料噴射 G 1 の目標噴射量  $Q_1$

10

20

30

40

50

に振り分けられる第1振分量  $q_1$  よりも多くなるように、第1着火遅れ時間  $t_1$  及び第2着火遅れ時間  $t_2$  のそれぞれの長さに基づいて、各振分量  $q_1$ 、 $q_2$  を適切に調節することができる。そのため、筒内圧力上昇率パターンの第1ピーク値  $P_1$  及び第2ピーク値  $P_2$  の変化をほぼ同じ程度に調節することができるので、予混合圧縮着火燃焼を実施したときの筒内圧力上昇率パターンの形状を所望の形状に維持することができ、燃焼騒音の悪化を抑制することができる。

【0092】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

10

【0093】

例えば上記の実施形態において、第1メイン燃料噴射  $G_1$  及び第2メイン燃料噴射  $G_2$  に加えて、パイロット噴射やプレ噴射等のメイン燃料噴射以外の燃料噴射を実施するようにしても良い。

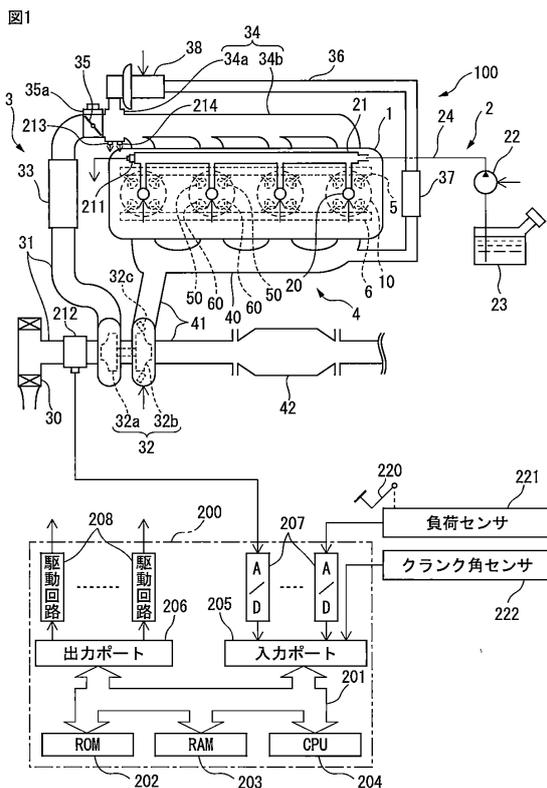
【符号の説明】

【0094】

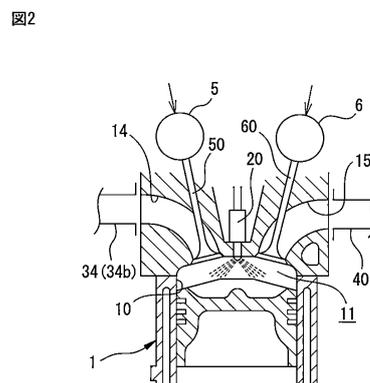
- 1 機関本体
- 11 燃焼室
- 20 燃料噴射弁
- 100 内燃機関
- 200 電子制御ユニット（制御装置）

20

【図1】

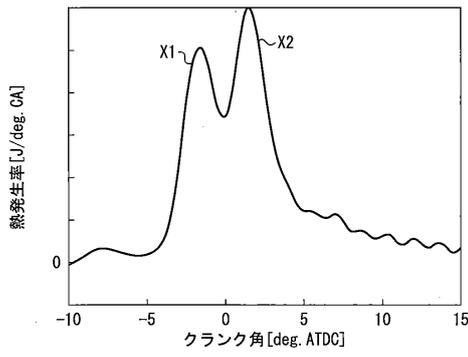


【図2】



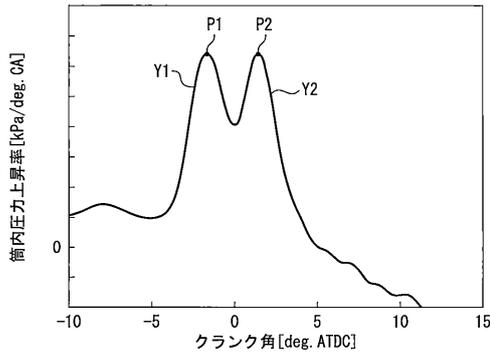
【 図 3 】

図3



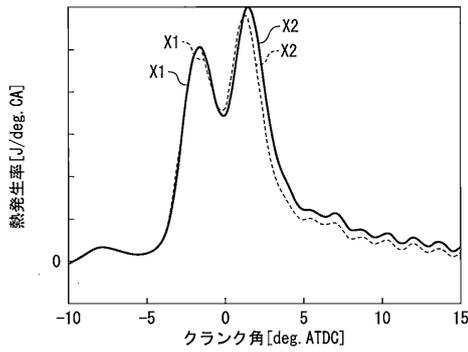
【 図 4 】

図4



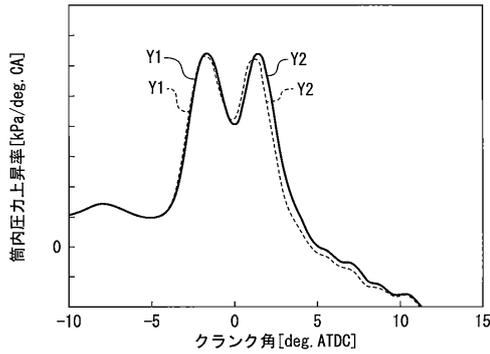
【 図 6 】

図6



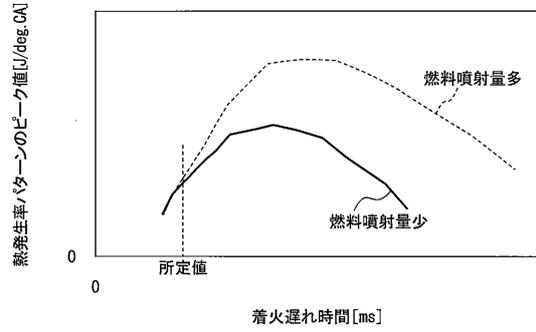
【 図 7 】

図7



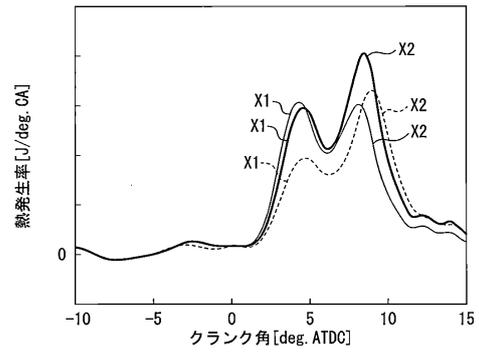
【 図 5 】

図5



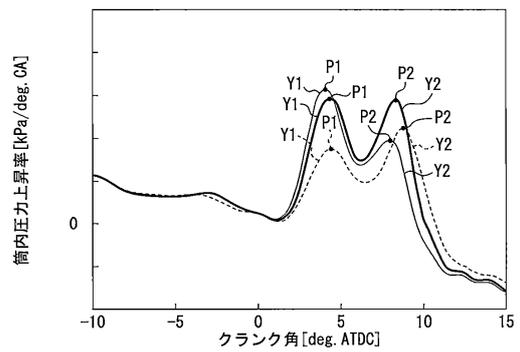
【 図 8 】

図8



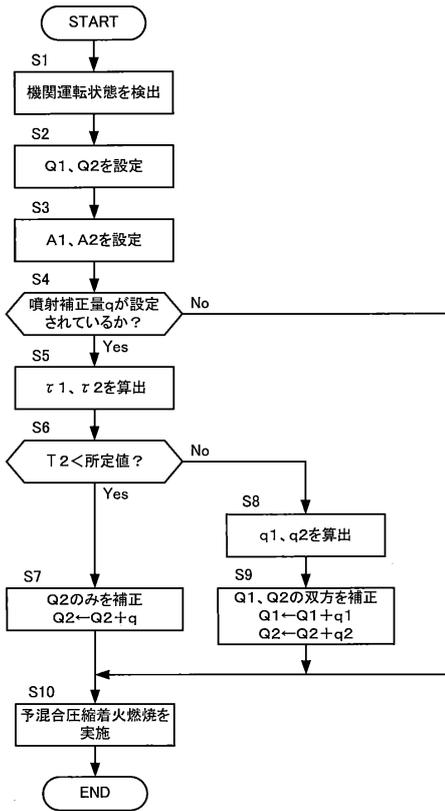
【 図 9 】

図9



【図10】

図10



---

フロントページの続き

(72)発明者 清水 肇  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 家喜 健太

(56)参考文献 特開2012-189001(JP,A)  
特開2009-150280(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02D 13/00 45/00  
F02B 23/10