

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5895570号
(P5895570)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月11日 (2016. 3. 11)

(51) Int. Cl.	F I
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 E
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02 33OK
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 41/34 C
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2D 41/34 B
	FO2D 19/02 D
請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2012-25719 (P2012-25719)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成24年2月9日 (2012. 2. 9)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2013-160215 (P2013-160215A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成25年8月19日 (2013. 8. 19)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成26年4月11日 (2014. 4. 11)		弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100155789
			弁理士 栗田 恭成
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100143063
			弁理士 安藤 悟
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ガスエンジン制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス燃料を用いて燃焼室(25)で燃焼を行わせるガスエンジン(10)と、前記ガスエンジンにおけるガス燃料の供給態様を制御するガス供給制御手段(40)と、燃料を貯蔵する圧力容器(51)と、を備えるガスエンジン制御システムであって、

前記ガスエンジンは、

吸気ポート(11a)に設けられ、前記燃焼室の吸気側開口部を開閉する吸気バルブ(21)と、

燃料供給元(L1)から供給されるガス燃料を、前記吸気ポートよりも上流側の吸気通路部(12)に供給する燃料供給装置(14)と、

前記燃料供給装置に対する燃料供給とは別系統で燃料供給され、所定噴射圧の燃料を前記吸気ポートにて噴射する燃料噴射弁(15)と、

前記燃焼室内において点火火花を生じさせる点火プラグ(26)と、
を有し、

前記燃料噴射弁は、前記吸気ポートにおいて、前記吸気バルブの開弁による開放隙間部分を介して前記点火プラグに向けて燃料が噴射されるように設けられており、

前記ガス供給制御手段は、

前記ガスエンジンの1燃焼に要する燃料量として、前記燃料供給装置により前記吸気通路部に供給する第1燃料量(Q1)と、前記燃料噴射弁により前記吸気ポートに噴射する第2燃料量(Q2)とを算出し、それら各燃料量に基づいて前記燃料供給装置及び前記燃

料噴射弁の燃料量制御を実施する燃料量制御手段と、

前記吸気バルブの開弁期間における後半時期に、前記燃料噴射弁により燃料が噴射されるよう燃料噴射時期を制御する噴射時期制御手段と、
を有しており、

前記圧力容器は、前記所定噴射圧に相当する圧力で燃料を貯蔵し、

前記圧力容器から前記燃料噴射弁に対して液体の状態での燃料を供給し、前記燃料噴射弁において、前記圧力容器から供給される燃料を前記吸気ポートにて噴射させることを特徴とするガスエンジン制御システム。

【請求項 2】

前記燃料量制御手段は、前記第 1 燃料量と前記第 2 燃料量とを、第 1 燃料量 > 第 2 燃料量となるようにして各々算出する請求項 1 に記載のガスエンジン制御システム。

10

【請求項 3】

前記燃料量制御手段は、前記ガスエンジンでリーン燃焼が行われるように前記第 1 燃料量と前記第 2 燃料量とを算出する請求項 1 又は 2 に記載のガスエンジン制御システム。

【請求項 4】

前記噴射時期制御手段は、前記吸気バルブの開弁タイミングを基準として、その閉弁タイミングで燃料噴射が完了するように前記燃料噴射時期を制御する請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のガスエンジン制御システム。

【請求項 5】

前記圧力容器には、前記燃料供給元から供給されるガス燃料とは成分が異なる燃料が貯蔵されており、

20

前記圧力容器に貯蔵されている燃料の方が、前記燃料供給元から供給されるガス燃料よりも着火性に優れている請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のガスエンジン制御システム。

【請求項 6】

前記圧力容器に貯蔵されている燃料についてその燃料性状情報を記憶部 (40b) に記憶させておき、

前記ガス供給制御手段は、前記記憶部に記憶されている燃料性状情報に基づいて燃料供給制御を実施する請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のガスエンジン制御システム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスエンジン制御システムに係り、特にコジェネレーションシステムの定置式ガスエンジンに好適に用いることのできる制御システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、コジェネレーションシステムでは、天然ガスを燃料とする定置式の小型ガスエンジンが用いられ、そのガスエンジンとしては、コスト面での制約等から、一般に構成が簡易なポート噴射式エンジンが採用されている。また、上記のガスエンジンでは、運転効率を高めるべくリーン燃焼が採用されており、着火性の低い天然ガスを使う場合にもその天然ガスを好適にリーン燃焼させるべく、燃焼室内で混合気を成層化するなど種々の技術が検討されている。

40

【0003】

燃焼室内で混合気を成層化する技術として、例えば特許文献 1 では、ポート噴射式エンジンにおいて、ピストンが下死点を過ぎた後に吸気バルブが閉じる構成とし、圧縮行程であってピストンが下死点近傍にあるときに燃料噴射弁により吸気ポートに燃料を噴射して、点火プラグ周りの燃料が相対的に濃くなるように制御している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2004-353463号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1の技術は、体積エネルギー密度が高い液体燃料（ガソリン等）には適用可能であるが、液体燃料に比べて体積エネルギー密度が小さい天然ガス等のガス燃料に適用することは困難である。なぜなら、ピストンが下死点近傍にあるときという限られた期間に、エンジンが必要とする燃料（液体燃料と同等量の燃料）を気体燃料で噴射供給するためには、気体燃料の噴射率を大幅に高めなければならない。そのためには、燃料噴射弁の開口面積を非常に大きくするか、又はガス燃料の供給圧を直噴式エンジンと同程度まで高圧にする必要が生じ、コストアップを招いてしまう。

10

【0006】

本発明は、コストアップを招くことなく、ガスエンジンでの燃焼を好適化することができるガスエンジン制御システムを提供することを主たる目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

【0008】

本発明におけるガスエンジン制御システムでは、ガスエンジンは、吸気ポート（11a）に設けられ、燃焼室の吸気側開口部を開閉する吸気バルブ（21）と、燃料供給元（L1）から供給されるガス燃料を、吸気ポートよりも上流側の吸気通路部（12）に供給する燃料供給装置（14）と、燃料供給装置に対する燃料供給とは別系統で燃料供給され、所定噴射圧の燃料を吸気ポートにて噴射する燃料噴射弁（15）と、燃焼室内において点火火花を生じさせる点火プラグ（26）と、を有している。また、燃料噴射弁は、吸気ポートにおいて、吸気バルブの開弁による開放隙間部分を介して点火プラグに向けて燃料が噴射されるように設けられている。

20

【0009】

そして、ガス供給制御手段は、ガスエンジンの1燃焼に要する燃料量として、燃料供給装置により吸気通路部に供給する第1燃料量（Q1）と、燃料噴射弁により吸気ポートに噴射する第2燃料量（Q2）とを算出し、それら各燃料量に基づいて燃料供給装置及び燃料噴射弁の燃料量制御を実施する（燃料量制御手段）。また、吸気バルブの開弁期間における後半時期に、燃料噴射弁により燃料が噴射されるよう燃料噴射時期を制御する（噴射時期制御手段）。

30

【0010】

天然ガスを原料とする都市ガス等、ガス燃料を用いるガスエンジンでは、燃焼安定性が低いことが懸念されている。この点、上記のとおり燃料供給装置と燃料噴射弁とが設けられており、燃料噴射弁が、吸気バルブの開弁による開放隙間部分を介して点火プラグに向けて燃料を噴射するものであり、さらに、吸気バルブの開弁期間における後半時期に燃料噴射弁により燃料が噴射される構成としたため、吸気バルブの閉弁後において燃焼室内に当量比の分布が形成され、点火プラグ周りの混合気を局所的に濃くすることができる。これにより、ガス燃料について燃焼室内での着火性を向上させ、ひいては燃焼安定性を高めることができる。

40

【0011】

また、ガスエンジンに対する燃料の供給は、燃料供給装置と燃料噴射弁との2系統により行われ、燃料噴射弁による燃料供給は、1燃焼に要する燃料量（総燃料量）のうち一部に限られる。そのため、燃料噴射弁による燃料噴射時期が吸気バルブの開弁期間の後期に限られるとしても、その限られた期間において所望の量の燃料を燃料噴射弁により噴射供給させることが可能となる。以上により、コストアップを招くことなく、ガスエンジンでの燃焼を好適化することができる。

【0012】

50

また、燃料量制御手段は、前記第1燃料量と前記第2燃料量とを、第1燃料量 > 第2燃料量となるようにして各々算出するとよい（請求項2）。

【0013】

上記構成によれば、ガスエンジンの燃焼に要する燃料量のうち大部分が、燃料供給装置の燃料供給により賄われ、残り一部が、燃料噴射弁の燃料噴射により賄われる。この場合、上記のとおり燃料噴射弁が、吸気バルブの開弁による開放隙間部分を介して点火プラグに向けて燃料を噴射するものであることを併せ考えると、その燃料噴射弁による燃料噴射量が比較的少量であっても、燃焼室内における着火性を高めることが可能となる。ゆえに、燃料噴射量を必要最小限にすることで燃費改善を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0014】

【図1】 発明の実施の形態におけるエンジン制御システムの概略を示す構成図。

【図2】 エンジン運転時における燃料供給動作を説明するためのタイムチャート。

【図3】 燃料供給制御処理を示すフローチャート。

【図4】 別の実施形態においてエンジン制御システムの概略を示す構成図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態は、コージェネレーションシステムに用いられる小型のガスエンジンについて具体化しており、同エンジンは発電用エンジンとして用いられる。また、本実施形態のガスエンジンは、定置式エンジンであり、都市ガス供給設備から本コージェネレーションシステムに供給される都市ガス（メタンを主成分とする天然ガス）を燃料として運転される。

20

【0016】

図1において、エンジン10は、火花点火式の多気筒ガスエンジンであり、エンジン本体11に吸気管12と排気管13とが接続されている。吸気管12には、ガス配管L1、L2を介して供給されるガス燃料（都市ガス）を吸気管12内に供給（放出）するガス供給弁14が設けられている。このガス供給弁14が燃料供給装置に相当し、エンジン運転中においてガス供給弁14の弁開度が調整されることにより吸気管12に対する燃料供給量が調整される。

【0017】

30

なお、ガス配管L1、L2のうち上流側のガス配管L1は、ガス供給源のガス貯蔵タンク等から本コージェネレーションシステムが設置される建物までガス燃料を給送する給送配管であり、このガス配管L1が燃料供給元に相当する。本システムでは、大気圧付近の低圧状態でガス燃料を供給するようになっており、ガス供給圧、すなわちガス供給弁14に供給されるガス圧力は、大気圧よりも僅かに高い程度で、110kPa（1.1気圧程度）となっている。

【0018】

ガス供給弁14は、ガス燃料を流通させるガス通路と、そのガス通路の開口面積を可変調整可能な弁体と、弁体を所望のリフト位置に駆動させるソレノイド等の駆動部とを有する比例制御弁であり、弁体リフト量に応じて通路開口面積を変更することで吸気管12内へのガス供給量（ガス放出量）を調整する。この場合、通路開口面積を大きくすることで吸気管12内へのガス供給量が増加し、通路開口面積を小さくすることで吸気管12内へのガス供給量が減少する。ガス供給弁14は、吸気管12において吸入空気を各気筒に分配するマニホールド部分よりも上流側、すなわち吸気管集合部に設けられている。なお、ガス供給弁14は、スロットル弁（図示略）の下流側に設けられ、吸気負圧によりガス燃料を吸気管12内に放出するものであるとよい。

40

【0019】

エンジン10が運転中となるエンジン運転状態下では、吸気管12内において、吸気管上流部から流れてくる新気とガス供給弁14により供給されるガス燃料とが混合され、その混合気が吸気管下流側に給送される。

50

【 0 0 2 0 】

エンジン本体 1 1 の吸気ポート 1 1 a には、第 2 の燃料供給手段として電磁駆動式の燃料噴射弁 1 5 が設けられている。燃料噴射弁 1 5 には、配管 1 6 を介して電気駆動式のコンプレッサ 1 7 が接続されており、コンプレッサ 1 7 にて所定の噴射圧に加圧されたガス燃料が燃料噴射弁 1 5 から吸気ポート 1 1 a に噴射される。つまり、燃料噴射弁 1 5 には、ガス供給弁 1 4 に対する燃料供給とは別系統でガス燃料が供給されるようになっている。コンプレッサ 1 7 は、ガス配管 L 2 から供給されるガス燃料を例えば 2 0 0 ~ 3 0 0 k P a (2 ~ 3 気圧程度) に加圧する。燃料噴射弁 1 5 は、噴射信号に応じて開閉し、その噴射信号の長さ (パルス長) に応じて燃料噴射量が調整されるようになっている。

【 0 0 2 1 】

エンジン本体 1 1 の吸気ポート 1 1 a 及び排気ポート 1 1 b には、それぞれ吸気バルブ 2 1 及び排気バルブ 2 2 が設けられている。吸気バルブ 2 1 は燃焼室 2 5 の吸気側開口部を開閉し、排気バルブ 2 2 は燃焼室 2 5 の排気側開口部を開閉する。これら各バルブ 2 1 , 2 2 はカム軸 2 3 , 2 4 の回転に応じて開閉動作し、吸気バルブ 2 1 の開動作により吸気管 1 2 内の空気が燃焼室 2 5 内に導入され、排気バルブ 2 2 の開動作により燃焼後の排気が排気管 1 3 に排出される。

【 0 0 2 2 】

エンジン本体 1 1 には気筒ごとに点火プラグ 2 6 が取り付けられている。点火プラグ 2 6 は、エンジン本体 1 1 のヘッド部分において燃焼室 2 5 の略中央となる位置に設けられ、燃焼室 2 5 内に点火電極が露出した状態で取り付けられている。点火プラグ 2 6 には、点火コイル等よりなる点火装置 2 7 を通じて、所望とする点火時期において高電圧が印加される。この高電圧の印加により、各点火プラグ 2 6 の対向電極間に火花放電が発生し、燃焼室 2 5 内の混合気が着火され燃焼に供される。その他、エンジン本体 1 1 には、エンジンシリンダ内を往復動するピストン 2 8 と、ピストン 2 8 の往復動に応じて回転するクランク軸 2 9 とが設けられている。

【 0 0 2 3 】

排気管 1 3 には、排気を浄化するための触媒 3 1 が設けられている。触媒 3 1 は、例えば酸化触媒からなる。また、排気管 1 3 には、触媒上流側において、排気を検出対象として混合気の当量比 (= 燃空比) を検出する当量比センサ 3 2 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

E C U 4 0 は、C P U 4 0 a や、R O M、R A M 等からなるメモリ 4 0 b よりなる周知のマイクロコンピュータを主体として構成され、R O M に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、都度のエンジン運転状態に応じてエンジン 1 0 の各種制御を実施する。具体的には、E C U 4 0 には、上述の当量比センサ 3 2 以外に、エンジン回転速度を検出する回転速度センサ 4 1 や、吸気管内圧力等をエンジン負荷として検出する負荷センサ 4 2 が接続されており、これら各センサの検出信号が E C U 4 0 に逐次入力される。なお、エンジン負荷として、コジェネレーションシステムにおける発電の要求量を検出することも可能である。そして、E C U 4 0 は、それら入力した各種検出信号に基づいて、ガス供給弁 1 4 によるガス燃料の供給量や、燃料噴射弁 1 5 による燃料噴射量及び燃料噴射時期、点火プラグ 2 6 による点火時期等について各々制御指令値を算出するとともに、この制御指令値に基づいてガス供給弁 1 4、燃料噴射弁 1 5、点火装置 2 7 等の駆動を制御する。

【 0 0 2 5 】

ガス供給弁 1 4 の制御について述べると、このガス供給弁 1 4 は、ガス燃料をガス配管 L 1 , L 2 から供給されるガス圧力のまま、すなわち低圧状態のまま吸気管 1 2 に供給するものであり、都度の燃料供給の要求量に応じて弁開度、すなわち通路開口面積が制御される。本実施形態では、ガス供給弁 1 4 の弁開度はデューティ比に応じて制御される構成となっており、E C U 4 0 は、燃料供給の要求量に応じてデューティ指令値を算出し、そのデューティ指令値によりガス供給弁 1 4 の状態を制御する。

【 0 0 2 6 】

これに対し、燃料噴射弁 15 は、ガス配管 L1, L2 から供給されるガス燃料よりも高圧の状態ではガス燃料を噴射するものであり、所定の噴射率を確保できることから、気筒ごとの吸気行程において、都度の燃料噴射の要求量に応じて噴射時間が制御される。

【0027】

ここで、ガス燃料として用いられる都市ガスは、そのガス供給圧が低いために体積エネルギー密度が小さい。また、都市ガスは、そもそも熱量のみが管理され、着火性が管理されないものであるため、エンジン 10 において着火性にばらつきが生じる。そしてこれらの要因により、都市ガスを燃料とするエンジン 10 では燃焼安定性の悪化が懸念される。なお、都市ガスでは、熱量調整のために LPG 等の他の可燃ガスが混合されている。

【0028】

また、本実施形態では、エンジン 10 において当量比を例えば 0.5 とするリーン燃焼を行わせることとしている。この当量比 = 0.5 は、小型の天然ガスエンジンにおいて一般に燃焼安定性等を考慮して設定される当量比 (0.6 ~ 0.7 程度) よりもリーンであり、コジェネレーションシステムにおいて当量比を一層リーンにすることで運転コストの低減を実現できる一方、やはり燃焼安定性の点で懸念が生じる。なお、当量比を一層リーンにすることで、排気中の NOx 量を低減できることのメリットも得られる。

【0029】

そこで、本実施形態では、ガス燃料として都市ガスを用いしかも当量比を 0.5 とした上での燃焼安定性を実現すべく、上記のとおり 2 系統の燃料供給手段によりエンジン 10 への燃料供給を行うこととしている。特に、燃料噴射弁 15 の燃料噴射により、燃焼室 25 内において点火プラグ周りの燃料を局所的に濃くし、いわゆる成層化を行うようにしている。つまり、燃料噴射弁 15 から噴射されるガス燃料により、燃焼室 25 内に当量比の分布を形成し、燃料の着火性を改善するようにしている。

【0030】

具体的には、吸気バルブ 21 の開弁による開放隙間部分を介して点火プラグ 26 (詳しくはプラグ点火電極付近) に向けて燃料が噴射されるようにして、吸気ポート 11a に燃料噴射弁 15 が設けられている。そして、燃料噴射弁 15 の燃料噴射制御として、吸気バルブ 21 の開弁期間における後半時期に燃料噴射を行わせるようにしている。これにより、燃焼室 25 内において当量比の分布が形成され、点火プラグ 26 による点火時の着火性が向上する。

【0031】

図 2 は、エンジン運転時における燃料供給動作を説明するためのタイムチャートである。図 2 では、横軸をクランク角位置として、吸気バルブ 21 及び排気バルブ 22 のバルブリフトと、ガス供給弁 14 の弁開度と、燃料噴射弁 15 の噴射信号と、点火信号とを示している。なお、バルブリフトや噴射信号、点火信号については 1 気筒分の挙動を示している。

【0032】

ガス供給弁 14 は、エンジン運転中は開放状態のまま保持されており、吸気管 12 の集合部に対する燃料供給が継続的に実施されている。この場合、都度のエンジン運転状態に応じてガス供給弁 14 の弁開度が調整されている。そして、吸気行程において吸気バルブ 21 が開放されると、吸気管 12 のマニホールド部を通じて各気筒の燃焼室 25 内にガス燃料が流入する。なお、図示の状態では、ガス供給弁 14 が一定開度のまま保持されている。

【0033】

一方、燃料噴射弁 15 は、吸気バルブ 21 の開弁期間における後半時期に気筒ごとの噴射信号に応じて開弁駆動され、その開弁に伴い吸気ポート 11a での燃料噴射が行われる。この場合特に、吸気バルブ 21 の閉弁タイミング (図の t2) で燃料噴射が終了するよう、その閉弁タイミングと噴射時間 TA とに基づいて燃料噴射の開始時期 (図の t1) が制御されるようになっている。例えば、燃料噴射の開始時期は、BTDC 270°CA ~ BTDC 230°CA の期間内のタイミングで制御される。

10

20

30

40

50

【0034】

そして、燃料噴射後、圧縮TDC付近のタイミングt3では点火プラグ26による点火が行われる。この場合、燃焼室25内においては、ガス供給弁14により供給されたガス燃料が均質に充填されているのに加え、燃料噴射弁15から噴射されたガス燃料によって点火プラグ周りが局所的に濃くなっており、当量比の分布が形成されている。そして、その局所的に濃くなった燃料に対して点火プラグ26による点火が実施されることで、ガス燃料の着火性が良好なものとなっている。

【0035】

図3は、燃料供給制御処理を示すフローチャートであり、本処理はECU40により例えば所定の時間周期で繰り返し実行される。

10

【0036】

図3において、ステップS11では、エンジン回転速度やエンジン負荷（例えば吸気管内圧力）、当量比といったエンジン運転状態を読み込み、続くステップS12では、都度のエンジン運転状態に基づいて、エンジン10に対する1燃焼ごとの要求燃料量を算出する。この要求燃料量は、エンジン10の要求トルクに相当する燃料量である。このとき、エンジン回転速度とエンジン負荷とに基づいて基本燃料量を算出するとともに、目標当量比に対する実当量比のずれ量に基づいて基本燃料量を補正し、その補正した結果を最終の要空燃料量とする。当量比制御に関して、本実施形態では目標当量比を0.5としており、当量比=0.5でのリーン燃焼が実施されるよう要求燃料量が算出される。

【0037】

20

その後、ステップS13では、上記算出した要求燃料量について、ガス供給弁14により供給する燃料量Q1と、燃料噴射弁15により噴射する燃料量Q2との分配を実施する。燃料量Q1は、ガス供給弁14による供給燃料のうち吸気バルブ21の開弁期間中に燃焼室25内に取り込まれる燃料量であり、燃料量Q2は、各気筒に対して燃料噴射弁15により噴射される燃料量である。

【0038】

本実施形態では、各気筒の燃焼に必要な燃料量として、大部分をガス供給弁14により供給し、残り一部を燃料噴射弁15により供給するようにしており、例えばQ1:Q2=8:2としている。なお、本実施形態では、燃料量Q1、Q2の分配比率をあらかじめ定めた所定比率としているが、その比率はQ1:Q2=8:2以外に、9:1、7:3等に

30

【0039】

適宜変更してもよく、要はQ1>Q2になっていればよい。

その後、ステップS14では、ステップS13で算出した燃料量Q1に基づいてガス供給弁14の要求開度を算出する。続くステップS15では、ガス供給弁14の要求開度を開度指令値（デューティ指令値）に変換し、その開度指令値をガス供給弁14に対して出力する。

【0040】

また、ステップS16では、ステップS13で算出した燃料量Q2に基づいて燃料噴射弁15による噴射時間を算出する。続くステップS17では、燃料噴射弁15による噴射時期を算出する。このとき、吸気バルブ21の開弁タイミングで燃料噴射が終了するよう、その開弁タイミングと噴射時間とに基づいて燃料噴射の開始時期を算出する。最後に、ステップS18では、噴射時間と噴射時期とに基づいて噴射指令値（噴射パルス）を算出し、その噴射指令値を燃料噴射弁15に対して出力する。

40

【0041】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【0042】

低圧の都市ガスを燃料として用いるエンジン10では、燃焼安定性が低いことが懸念されている。この点、上記のとおり燃料噴射弁15が、吸気バルブ21の開弁による開放隙間部分を介して点火プラグ26に向けて燃料を噴射するものであり、さらに吸気バルブ21の開弁期間における後期に燃料噴射弁15によりガス燃料が噴射されるため、吸気バル

50

ブ 2 1 の閉弁後において燃焼室 2 5 内に当量比の分布を形成し、点火プラグ周りの混合気を局所的に濃くすることができる。これにより、ガス燃料について燃焼室 2 5 内での着火性を向上させ、ひいては燃焼安定性を高めることができる。

【 0 0 4 3 】

また、エンジン 1 0 に対する燃料供給は、ガス供給弁 1 4 と燃料噴射弁 1 5 との 2 系統により行われ、燃料噴射弁 1 5 による燃料供給は、1 燃焼に要する要求燃料量（総燃料量）のうち一部に限られる。そのため、燃料噴射弁 1 5 による燃料噴射時期が吸気バルブ 2 1 の開弁時期の後期に限られるとしても、その限られた期間において所望の量の燃料を燃料噴射弁 1 5 により噴射供給させることが可能となる。以上により、コストアップを招くことなく、エンジン 1 0 での燃焼を最適化することができる。

10

【 0 0 4 4 】

定置式エンジンとして高効率化を図ることができるため、コジェネレーションシステムにおける効率改善を実現できる。ゆえに、エネルギーコストの大幅な改善が可能となる。

【 0 0 4 5 】

コジェネレーション用ガスエンジンとしては、大型エンジンにおいてガス高圧直噴や、軽油着火、副室式構造などの技術を用いることにより、点火に必要なエネルギーを大きくして燃焼を安定化する先行技術が存在する。ただし、こうした先行技術では、複雑でかつ高価な構成が不可欠になり、搭載スペースも必要になるのでシリンダ径の小さい小型エンジンでは使い難いという問題があった。この点、本実施形態の構成によれば、複雑でかつ高価な構成を用いることなく、所望とする燃焼性能を実現できる。

20

【 0 0 4 6 】

ガス供給弁 1 4 により供給する燃料量 Q_1 と、燃料噴射弁 1 5 により噴射する燃料量 Q_2 とを、 $Q_1 > Q_2$ となるようにして各々算出する構成とした。この場合、上記のとおり燃料噴射弁 1 5 が、吸気バルブ 2 1 の開弁による開放隙間部分を介して点火プラグ 2 6 に向けて燃料を噴射するものであることを考えると、その燃料噴射弁 1 5 による燃料噴射量が比較的少量であっても、燃焼室 2 5 内における着火性を高めることが可能となる。ゆえに、燃料噴射量を必要最小限にすることで燃費改善を図ることができる。

【 0 0 4 7 】

エンジン 1 0 においてリーン燃焼が行われるように燃料量 Q_1 , Q_2 を算出する構成とした。上記のとおり燃料噴射弁 1 5 の燃料噴射により燃焼室 2 5 内に当量比の分布が形成されること（すなわち燃焼室 2 5 内で成層化されること）で、リーン燃焼時における燃焼の安定性が高められる。この場合、エンジン 1 0 におけるリーン限界を上げることが可能となり、例えば、当量比 = 0 . 5 程度までリーン化が可能となる。また、当量比を小さくする（空気過剰率を大きくする）ことで燃焼温度が下がり、それにより NO_x 量を減少させることができる。

30

【 0 0 4 8 】

吸気バルブ 2 1 の閉弁タイミングを基準として、その閉弁タイミングで燃料噴射が完了するように燃料噴射時期を制御するようにした。この構成によれば、吸気バルブ 2 1 の開弁期間内における燃料噴射を極力遅くしつつも、燃料噴射弁 1 5 の噴射燃料を確実に燃焼室 2 5 内に流入させることができる。これにより、燃焼室 2 5 内に当量比の分布を形成する（すなわち燃焼室 2 5 内を成層化する）上で有利な構成となる。

40

【 0 0 4 9 】

コンプレッサ 1 7 により加圧されたガス燃料を、燃料噴射弁 1 5 により吸気ポートに噴射する構成とした。この構成によれば、ガス供給弁 1 4 と燃料噴射弁 1 5 とにはいずれも同じガス配管 L 1（燃料供給元）からガス燃料が供給される。この場合、ガス配管 L 1（燃料供給元）としては 1 つの燃料系統を有していればよく、燃焼室 2 5 に対する燃料供給が 2 系統で行われる構成であっても、その構成の煩雑化を極力抑えることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、コンプレッサ 1 7 では、吸気ポートでの噴射燃料が噴射の勢い（噴射力）で点火プラグ 2 6 まで到達できる程度にガス燃料が加圧されればよく、その加圧圧力は数気圧程

50

度でよい。そのため、簡易な構成での実現が可能である。

【 0 0 5 1 】

(他の実施形態)

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【 0 0 5 2 】

・上記実施形態では、コンプレッサ 17 によりガス燃料を所定の噴射圧に加圧し、その加圧燃料を燃料噴射弁 15 から噴射する構成としたが、これを図 4 のように変更してもよい。図 4 では、図 1 の構成との相違点として、コンプレッサ 17 に代えて、所定の噴射圧に相当する圧力で燃料を貯蔵するガスボンベ 51 が設けられている。ガスボンベ 51 は、10
高压ガス又は液化ガスを貯蔵する圧力容器であり、例えば 200 kPa で DME (ジメチルエーテル) が貯蔵されている。ガスボンベ 51 には、ガス配管 L1 から供給されるガス燃料 (都市ガス) とは成分が異なる燃料が貯蔵されており、ガスボンベ 51 に貯蔵されている燃料の方が、ガス配管 L1 から供給されるガス燃料よりも着火性に優れるものとなっている。

【 0 0 5 3 】

この場合、燃料噴射弁 15 は、ガスボンベ 51 から供給される燃料を吸気ポートにて噴射する。燃料噴射弁 15 の燃料噴射量や燃料噴射時期の制御としては、上記と同様の制御が実施される。

【 0 0 5 4 】

上記構成によれば、ガス配管 L1 (燃料供給元) から供給されるガス燃料よりも高压の20
状態で燃料噴射弁 15 にガス燃料を供給する構成として、コンプレッサ 17 等の加圧手段が不要であり、構成の簡素化を図ることができる。また、燃料噴射弁 15 による噴射燃料を、ガス配管 L1 からの供給燃料とは異なるガス燃料にすることが可能となる。そのため、燃焼安定性を好適化する上で、どのガス燃料を燃料噴射弁 15 で噴射させるようになるかを適宜選択できるようになる。

【 0 0 5 5 】

また、ガスボンベ 51 に貯蔵されている燃料 (すなわち、燃料噴射弁 15 による噴射燃料) の方が、ガス配管 L1 から供給されるガス燃料よりも着火性に優れるものであるため、点火プラグ 26 での着火性を高めることができる。これにより、燃焼安定性を一層向上させることができる。ガスボンベ 51 の貯蔵燃料 (燃料噴射弁 15 による噴射燃料) は都30
市ガスよりもセタン価の大きいガス燃料であればよく、DME 以外に LPG などであってもよい。

【 0 0 5 6 】

なお、DME、LPG などは液化しやすいため、圧力容器から燃料噴射弁 15 に対して液体の状態での燃料を供給し、燃料噴射弁 15 から噴射され燃焼室 25 内に達してから、燃料をガス化させるようにすることも可能である。

【 0 0 5 7 】

・図 4 の構成において、ガスボンベ 51 に貯蔵されている燃料についてその燃料性状情報を ECU 40 内のメモリ 40b (記憶部) に記憶させておき、その燃料性状情報に基づいて燃料供給制御を実施する構成としてもよい。メモリ 40b としては、例えば EEPROM が用いられるとよい。具体的には、ガスボンベ 51 内の貯蔵燃料が DME である場合、その DME の性状情報をメモリ 40b に記憶させておく。望ましくは、例えば都市ガスを標準燃料とした場合において、都市ガスと DME との特性の違いに応じた燃料量補正值が記憶されているとよい。40

【 0 0 5 8 】

燃料性状情報の取得に関して、ガスボンベ 51 の外側等にバーコード等のコード情報を付しておき、それを読み取り装置で読み取って ECU 40 側に送信する構成であってもよい。又は、燃料性状情報を記憶した IC メモリをガスボンベ 51 の外側等に貼り付けておき、その IC メモリ内の情報を ECU 40 により読み取る構成としてもよい。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

上記のように燃料性状情報をECU40内のメモリ40bに記憶させる構成によれば、ガスポンベ51に貯蔵されている燃料が、ガス配管L1からの供給燃料とは異なる場合において、それらの各燃料がどのように相違しているかを把握した上で燃料供給制御を実施できる。この場合、ECU40において燃料性状を正確に把握した上で、当量比の制御等を好適に実施できる。

【0060】

・上記実施形態では、エンジン10の1燃焼に要する要求燃料量（気筒ごとの総燃料量）を算出した後、その要求燃料量を、所定の分配比率でガス供給弁14による燃料量Q1と燃料噴射弁15による燃料量Q2とに分配したが、これを変更する。具体的には、1燃焼ごとの要求燃料量を算出するのに代えて、ガス供給弁14による燃料量Q1と、燃料噴射弁15による燃料量Q2とを個別に算出する構成であってもよい。例えば、エンジン回転速度とエンジン負荷とに基づいて燃料量Q1を算出する一方、当量比（又は空燃比）のフィードバック制御量に基づいて燃料量Q2を算出する構成とする（ $Q2 = \text{ベース量} + \text{フィードバック制御量}$ ）。この場合、燃料量Q1、Q2の分配比率は多少変動するが、上記同様、所望とするリーン燃焼を実施しつつ燃焼安定性の向上を図ることができる。

10

【0061】

・上記実施形態では、吸気バルブ21の閉弁タイミングで燃料噴射が終了するよう、その閉弁タイミングと噴射時間とに基づいて燃料噴射弁15の噴射開始時期を制御する構成としたが、これを変更し、吸気行程内においてあらかじめ定めた所定期間を燃料噴射弁15の噴射開始時期としてもよい。この場合、吸気バルブ21の開弁期間における後半時期に燃料噴射が行われるよう、BTDC270°CA又はそれ以後を、燃料噴射弁15の噴射開始時期とする。

20

【0062】

・上記実施形態において、コンプレッサ17による加圧圧力（すなわち燃料噴射弁15の噴射圧）を可変に設定する構成としてもよい。例えば、エンジン10の1燃焼に要する燃料量が所定以上になった場合に、コンプレッサ17による加圧圧力を高くする。又は、同燃料量が多いほど、コンプレッサ17による加圧圧力が高くなるように、目標圧力を可変設定する。

【0063】

・図1及び図4のいずれかのシステムにおいて、燃焼室25内にてスワール（横渦）を生成し、そのスワールの中央部分に、燃料噴射弁15によりガス燃料を噴射する構成としてもよい。例えば、エンジン10の吸気ポートに邪魔板等のスワール形成機構を設け、そのスワール形成機構により、燃焼室25の円筒内周面に沿うようにスワールを生じさせるとよい。この場合、ガス供給弁14により供給されるガス燃料が燃焼室25の円筒内周面に沿ってスワールとなり、その中央部分の点火プラグ付近に向けて燃料噴射弁15による燃料噴射が行われることで、燃焼室25内において当量比の分布が形成される（燃焼室25内が成層化される）。

30

【0064】

なお、スワールの形成手段としては、吸気バルブ21の操作に応じてスワールを形成する構成を採用してもよい。例えば、吸気行程において、気筒ごとに2つずつ設けられた吸気バルブのうち一方の吸気バルブを開、他方の吸気バルブを閉としてスワールを形成するようにしてもよい。

40

【0065】

・上記実施形態では、ガス供給弁14を吸気管12の集合部（マニホールド部よりも上流側）に設けたが、これを変更し、吸気マニホールドにおいて気筒ごとにそれぞれガス供給弁14を設ける構成であってもよい。

【0066】

・燃料供給元（ガス配管等）から供給されるガス燃料として、都市ガス以外に、廃棄物から生成した可燃性ガス（メタンが主体）を使用することも可能である。また、可燃性ガスを貯蔵するガスポンベを燃料供給元にすることで、定置式エンジン以外のガスエンジン

50

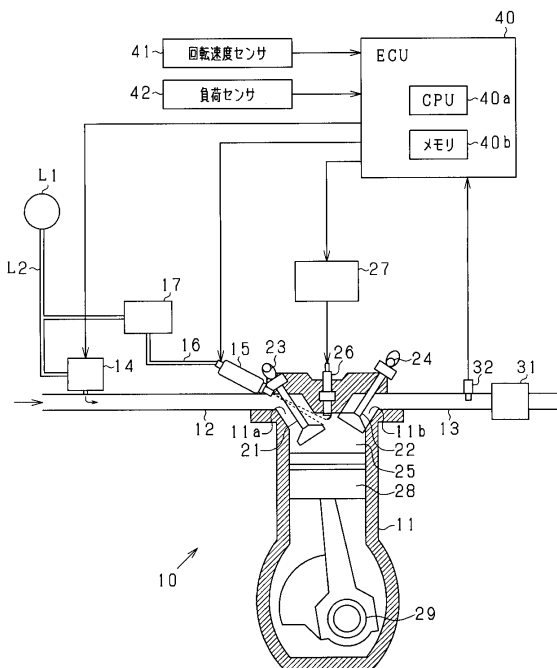
に適用するようにしてもよい。

【符号の説明】

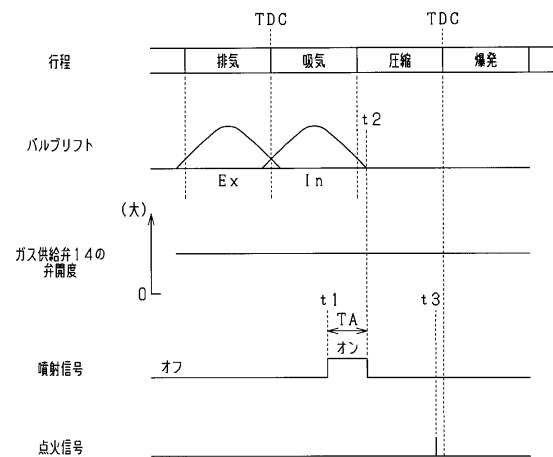
【0067】

10...エンジン(ガスエンジン)、11a...吸気ポート、12...吸気管(吸気通路部)、14...ガス供給弁(燃料供給装置)、15...燃料噴射弁、21...吸気バルブ、25...燃焼室、26...点火プラグ、40...ECU(ガス供給制御手段、燃料量制御手段、噴射時期制御手段)、L1...ガス配管(燃料供給元)。

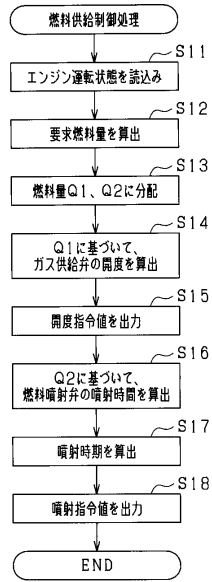
【図1】



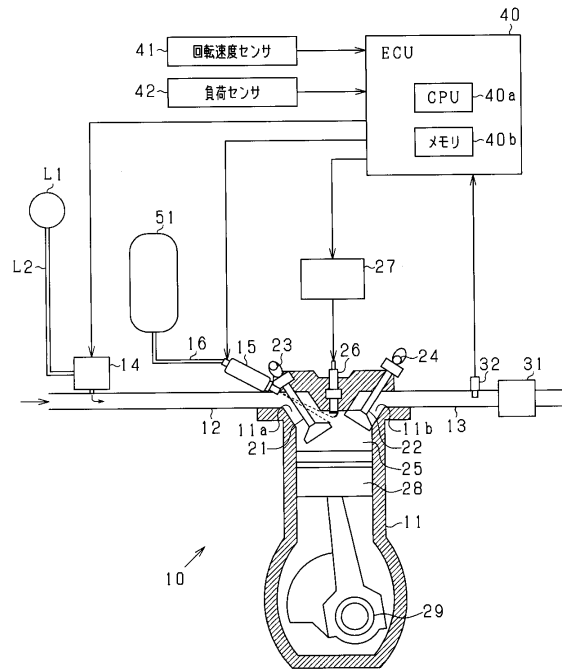
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 2 D 19/02 F
 F 0 2 M 21/02 3 0 1 H
 F 0 2 M 21/02 3 0 1 R

(72)発明者 武田 英人
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 武山 雅樹
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 岡嶋 正博
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 鈴木 邦典
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 本江 勇介
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 栗本 直規
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 藤野 友基
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 山村 和人

(56)参考文献 特開平07-071321(JP,A)
 特開2004-353463(JP,A)
 特開平11-270411(JP,A)
 特開2004-324509(JP,A)
 特開2007-247639(JP,A)
 特開2007-270750(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 2 D 1 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0
 F 0 2 M 2 1 / 0 2