

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4923803号
(P4923803)

(45) 発行日 平成24年4月25日(2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int. Cl.		F 1			
FO2D 41/04	(2006.01)	FO2D 41/04	385Z		
FO2D 41/40	(2006.01)	FO2D 41/40	E		
FO2D 41/38	(2006.01)	FO2D 41/38	B		
FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D 45/00	368Z		

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2006-195402 (P2006-195402)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成18年7月18日(2006.7.18)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-25353 (P2008-25353A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成20年2月7日(2008.2.7)	(74) 代理人	100100549
審査請求日	平成21年7月7日(2009.7.7)		弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100106622
			弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100089244
			弁理士 遠山 勉
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮着火式内燃機関の燃焼騒音の大きさが所望の目標値に収束するように燃料噴射時期を調整する内燃機関の燃料噴射制御システムにおいて、

前記内燃機関の燃焼騒音の大きさを取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された燃焼騒音の大きさと前記目標値との差が所定値より大きい場合に、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係において、燃料噴射時期が遅い時は速い時より燃焼騒音の大きさが小さくなる燃料噴射時期の範囲である第1範囲と、該第1範囲より早い燃料噴射時期の範囲であって燃料噴射時期の変化が燃焼騒音の大きさに反映され難い燃料噴射時期の範囲である第2範囲とを特定し、前記第1範囲内で燃料噴射時期を調整する調整手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御システム。

【請求項2】

請求項1において、前記調整手段は、前記第1範囲内における燃料噴射時期の調整により燃焼騒音の大きさと前記目標値の差が前記所定値以内に収束しない場合は、燃料噴射時期を前記第2範囲においてスモークの発生量が最も少なく時期である最進角時期まで進角させる内燃機関の燃料噴射制御システム。

【請求項3】

請求項1又は2において、前記内燃機関の筒内酸素濃度を検出する検出手段と

前記検出手段により検出された筒内酸素濃度に応じて前記第 1 範囲を補正する補正手段と、
を更に備える内燃機関の燃料噴射制御システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記補正手段は、1 サイクル当たりの燃料噴射回数に応じて燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係を補正することを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御システム。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 において、前記検出手段により検出された筒内酸素濃度に応じて前記所定値を変更する変更手段を更に備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御システム。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の何れか一において、前記調整手段により燃料噴射時期が調整される時に、前記内燃機関のトルクが要求トルクに一致するようパイロット噴射量を制御するパイロット制御手段を更に備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧縮着火式内燃機関の燃料噴射制御技術に関する。

【背景技術】

20

【0002】

車両などに搭載される圧縮着火式内燃機関において、燃料の着火時期が所望の目標着火時期から懸け離れると、内燃機関の燃焼騒音が増大する可能性があった。これに対し、従来では、所望の目標着火時期と実際の着火時期との偏差に基づいて燃料の噴射時期を制御する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【特許文献 1】特開 2005 - 291001 号公報

【特許文献 2】特許第 3617348 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 52676 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0003】

ところで、本願発明者の鋭意の実験及び検証の結果、目標着火時期と実際の着火時期との偏差のみを考慮して燃料噴射時期が制御されても、燃焼騒音が過大又は過小になることを回避しきれない場合があることを見出した。

【0004】

本発明は、上記した知見に鑑みてなされたものであり、その目的は、圧縮着火式内燃機関の燃料噴射制御システムにおいて、燃焼騒音を所望の大きさへ可及的に収束させることができる技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本発明は、上記した課題を解決するために、以下のような手段を採用した。すなわち、本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムは、燃料噴射時期の変更が燃焼騒音の大きさに反映される範囲において燃料噴射時期を調整することにより、内燃機関の燃焼騒音を所望の大きさに近似させるようにした。

【0006】

本願発明者の鋭意の実験及び検証によると、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係において、燃料噴射時期の変更が燃焼騒音の大きさに反映される燃料噴射時期の範囲（第 1 範囲）と、燃料噴射時期の変更が燃焼騒音の大きさに殆ど反映されない燃料噴射時期の範囲（第 2 範囲）があることが判明した。

50

【0007】

そこで、本発明は、圧縮着火式内燃機関の燃焼騒音の大きさが所望の目標値に収束するように燃料噴射時期を調整する内燃機関の燃料噴射制御システムにおいて、前記内燃機関の燃焼騒音の大きさを取得する取得手段と、前記取得手段により取得された燃焼騒音の大きさと前記目標値との差が所定値より大きい場合に、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係において、燃料噴射時期の変化が燃焼騒音の大きさに反映される燃料噴射時期の範囲である第1範囲と該第1範囲に比して燃料噴射時期の変化が燃焼騒音の大きさに反映され難い第2範囲とを特定し、前記第1範囲内で燃料噴射時期を調整する調整手段とを備えるようにした。

10

【0008】

かかる内燃機関の燃料噴射制御システムによれば、燃焼騒音の大きさが目標値から剥離している場合には、燃料噴射時期の変更が燃焼騒音の大きさに反映される燃料噴射時期の範囲（第1範囲）内において燃料噴射時期の調整が行われる。

【0009】

その結果、燃焼騒音の大きさが可及的に目標値へ近似するようになる。更に、燃料噴射時期の変更が燃焼騒音の大きさに反映され難い噴射時期の範囲において燃料噴射時期の不要な調整が行われなくなるため、燃料噴射時期の変更に起因したスモークの発生量増加やトルクの増減が抑制される。

20

【0010】

本発明にかかる第1範囲は、第2範囲より遅い燃料噴射時期の範囲である。これは、燃料噴射時期が所定期期より早い噴射時期の範囲（所定の時期より進角側の範囲）においては燃料噴射時期を変化させても燃焼騒音の大きさが殆ど変化せず、燃料噴射時期が前記所定期期より遅い噴射時期の範囲（所定の時期より遅角側の範囲）においては燃料噴射時期の変化が燃焼騒音の大きさに反映されるという本願発明者の知見に基づくものである。

【0011】

ところで、第1範囲における燃料噴射時期の調整が行われても燃焼騒音の大きさと目標値との差が所定値以内に収束しない場合もあり得る。そのような場合には、調整手段は、燃料噴射時期を第2範囲における最進角時期へ進めるようにしてもよい。

30

【0012】

その際、上記した最進角時期は排気エミッション（スモークの発生量）が最も少なく時期に定められてもよい。この場合、燃焼騒音を所望の大きさに近似させることは困難になるが、内燃機関の排気エミッションを良好にすることが可能となる。

【0013】

但し、燃料噴射時期が過剰に進角させられると、燃料の過早着火が誘発されて内燃機関のトルクが低下する等の不具合を生じるため、それらを考慮したガード時期が設けられることが好ましい。従って、調整手段は、前記した最進角時期を前記ガード時期以降に制限するとよい。

40

【0014】

本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムは、内燃機関の筒内酸素濃度を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された筒内酸素濃度に応じて前記第1範囲（或いは所定期期）を補正する補正手段と、を更に備えるようにしてもよい。

【0015】

前述した燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係について本願発明者が更なる実験及び検証を行った結果、それらの相関関係は気筒内で燃焼に供されるガスの酸素濃度（

50

以下、「筒内酸素濃度」と称する)に依存することも判明した。つまり、筒内酸素濃度が変化すると、前記した第1範囲も変化することになる。

【0016】

このため、燃焼騒音の大きさを所望の大きさに近似させるためには、筒内酸素濃度に応じて第1範囲(或いは所定時期)が補正されることが好適である。特に、内燃機関の過渡運転時は筒内酸素濃度も過渡状態になるため、筒内酸素濃度に応じて第1範囲(或いは所定時期)が補正されれば、燃焼騒音が過大又は過小となることを好適に抑制することが可能となる。

【0017】

また、本願発明者の更なる実験及び検証により、1サイクル当たりの燃料噴射回数が増加すると、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係も変化する可能性があることも判明した。つまり、1サイクル当たりの燃料噴射回数が増加すると、筒内酸素濃度が同等であっても燃焼騒音の大きさと燃焼時期との相関関係が変化する可能性がある。

【0018】

そこで、補正手段は、1サイクル当たりの燃料噴射回数に応じて燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係を補正するようにしてもよい。この場合、1サイクル当たりの燃料噴射回数が増加しても、燃焼騒音を所望の大きさに近似させることが可能となる。

【0019】

一方、調整手段は、1サイクル当たりの燃料噴射回数に応じて燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係が変化するのを積極的に利用することもできる。例えば、調整手段は、第1範囲内における燃料噴射時期の調整により燃焼騒音の大きさと目標値との差が所定値以内に収束しない場合は、1サイクル当たりの燃料噴射回数を変更することにより、燃焼騒音の大きさを目標値に近似させるようにしてもよい。

【0020】

また、本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムは、筒内酸素濃度を検出する検出手段と、検出手段により検出された筒内酸素濃度に応じて前記所定値を変更する変更手段とを更に備えるようにしてもよい。

【0021】

これは、筒内酸素濃度と燃焼騒音の大きさととの相関が一律とはならない場合(すなわち、筒内酸素濃度の変化量に対する燃焼騒音の変化量が一樣にならない場合)があるからである。このような場合に、前記所定値の大きさが筒内酸素濃度の大きさに応じて変更されれば、内燃機関の燃焼騒音を所望の大きさに近似させることが容易となる。

【0022】

ところで、本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムにおいて内燃機関の燃焼騒音が所望の大きさに近似するように燃料噴射時期が補正されると、内燃機関が要求トルクを発生できなくなる場合も想定される。そこで、本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムは、内燃機関の発生トルクが要求トルクに一致するようパイロット噴射量を制御するパイロット制御手段を更に備えるようにしてもよい。

【0023】

かかる構成によれば、内燃機関の発生トルクを要求トルクから逸脱させることなく燃焼騒音を所望の大きさにすることが可能となる。

【0024】

尚、以上のような内燃機関の燃料噴射制御システムは、拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードを切替可能な圧縮着火式内燃機関に好適である。

【0025】

拡散燃焼運転時に気筒内へ吸入される空気量及びEGRガス量と予混合燃焼運転時に気筒内へ吸入される空気量及びEGRガス量とは大きく相違する。従って、拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードの切替時には、筒内酸素濃度が一方の運転モードに適した濃

10

20

30

40

50

度から他方の運転モードに適した濃度へ変化するまでに応答遅れが生じる。

【0026】

よって、上記した応答遅れ期間において調整手段による燃料噴射時期の調整が行われると、燃焼騒音が所望の大きさから大きく逸脱することを回避することが可能となる。

【発明の効果】

【0027】

本発明にかかる内燃機関の燃料噴射制御システムによれば、圧縮着火式内燃機関の燃焼騒音を所望の大きさへ可及的に収束させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の具体的な実施例について図面に基づいて説明する。

【0029】

<実施例1>

先ず、本発明の第1の実施例について図1～図12に基づいて説明する。

【0030】

図1は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、予混合燃焼運転モードと拡散燃焼運転モードを適宜切り換え可能な圧縮着火式内燃機関(ディーゼルエンジン)である。

【0031】

内燃機関1の各気筒2には、燃料噴射弁3が取り付けられている。燃料噴射弁3は、は、コモンレール30において昇圧された燃料を気筒2内へ噴射する。

【0032】

また、各気筒2には、吸気通路4が連通している。吸気通路4の途中には、ターボチャージャ5のコンプレッサハウジング50とインタークーラ6が配置されている。コンプレッサハウジング50により過給された吸気は、インタークーラ6で冷却された後に各気筒2内へ導入される。各気筒2内へ導かれた吸気は、燃料噴射弁3から噴射された燃料とともに気筒2内で着火及び燃焼される。

【0033】

各気筒2内で燃焼されたガス(既燃ガス)は、排気通路7へ排出される。排気通路7へ排出された排気は、排気通路7の途中に配置されたタービンハウジング51及び排気浄化触媒8を経由して大気中へ放出される。

【0034】

前記した吸気通路4のインタークーラ6より下流の部位と排気通路7のタービンハウジング51より上流の部位は、EGR通路9により相互に接続されている。EGR通路9の途中には、該EGR通路9を流れる排気(以下、「EGRガス」と称する)の流量を調節するEGR弁10と、該EGR通路9を流れるEGRガスを冷却するためのEGRクーラ11が配置されている。

【0035】

EGRガスの量は、吸気通路4のインタークーラ6より下流且つEGR通路9の接続部より上流の部位に配置された吸気絞り弁12の開度、および/またはEGR弁9の開度により調量されるようになっている。

【0036】

上記した燃料噴射弁3、EGR弁10、及び、吸気絞り弁12は、ECU13によって電氣的に制御される。ECU13は、エアフローメータ14、吸気温度センサ15、吸気圧センサ16、水温センサ17、空燃比センサ19、アクセルポジションセンサ20、若しくはコモンレール圧センサ31等の各種センサと電氣的に接続され、それらセンサの測定値に基づいて燃料噴射弁3、EGR弁10、及び吸気絞り弁12を制御する。

【0037】

例えば、ECU13は、内燃機関1の負荷(アクセルポジションセンサ20の出力信号(アクセル開度))Accp及び機関回転数Neから定まる機関運転状態に応じて内燃機

10

20

30

40

50

関 1 の運転モードを切り換える。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、機関運転状態と運転モードとの関係を規定したマップである。E C U 1 3 は、機関運転状態が図 2 の予混合燃焼運転領域にある時は、内燃機関 1 を予混合燃焼運転モードで運転させる。一方、機関運転状態が図 2 の拡散燃焼運転領域にある時は、E C U 1 3 は内燃機関 1 を拡散燃焼運転モードで運転させる。

【 0 0 3 9 】

内燃機関 1 が予混合燃焼運転モードで運転させられる場合には、E C U 1 3 は、図 3 に示すように、圧縮上死点より早い時期（圧縮行程の初期又は中期）に燃料噴射弁 3 から燃料噴射（予混合噴射）を行わせることにより、噴射燃料を気筒 2 内の吸気と混合させた後に圧縮自着火させる。

10

【 0 0 4 0 】

内燃機関 1 が拡散燃焼運転モードで運転させられる場合には、E C U 1 3 は、図 4 に示すように、圧縮上死点より早い時期に少量の燃料をパイロット噴射させるとともに圧縮上死点近傍において多量の燃料を噴射（メイン噴射）させて拡散燃焼を生起させる。

【 0 0 4 1 】

ところで、内燃機関 1 が予混合燃焼運転モードで運転される場合は、燃料噴射弁 3 から噴射された燃料が予混合気を形成する前に過早着火する可能性があった。これに対し、従来では予混合燃焼運転時に気筒 2 内へ導入される E G R ガス量を拡散燃焼運転時に比して十分に多くすることにより、燃料の過早着火を抑制している。

20

【 0 0 4 2 】

しかしながら、予混合燃焼運転モードにおいて機関負荷が大きく増減する場合や拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードが切り換えられる場合等は、燃料噴射時期やパイロット噴射の実行 / 非実行を即座に切り換えることは可能であるが、気筒 2 内へ導入される E G R ガス量や空気量を即座に変更することは困難である。

【 0 0 4 3 】

このため、気筒 2 内に導入される E G R ガス量に対して燃料噴射時期が不相当となり、燃料の着火時期や燃焼速度が急変して燃焼騒音の増大を招く可能性がある。

【 0 0 4 4 】

そこで、本実施例では、E C U 1 3 は、内燃機関 1 の燃焼騒音が所望の大きさに近似するように燃料噴射時期を調整する制御（以下、「噴射時期調整制御」と称する）を行うようにした。

30

【 0 0 4 5 】

本願発明者らの鋭意の実験及び検証によると、図 5 に示すように、燃料噴射時期が所定時期（以下、「変性タイミング」と称する） $a i n j T$ より早い噴射時期範囲（図 5 中の A が示す範囲であって、本発明の第 2 範囲に相当）にある場合は燃料噴射時期を変化させても燃焼騒音の大きさが殆ど変化せず、燃料噴射時期が変性タイミング $a i n j T$ より遅い噴射時期範囲（図 5 中の B が示す範囲であって、本発明の第 1 範囲に相当）にある場合は燃料噴射時期が遅角されるほど燃焼騒音が小さくなるとともに燃料噴射時期が進角されるほど燃焼騒音が大きくなることが判明した。

40

【 0 0 4 6 】

更に、上記したような燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係は、気筒 2 内で燃焼に供されるガスの酸素濃度（筒内酸素濃度）に応じて変化することも判明した。例えば、図 6 に示すように、筒内酸素濃度が高くなるほど燃焼騒音が大きくなるとともに変性タイミング $a i n j T$ が遅くなり、筒内酸素濃度が低くなるほど燃焼騒音が小さくなるとともに変性タイミング $a i n j T$ が早くなる。

【 0 0 4 7 】

よって、上記した図 6 の相関関係に基づいて燃料噴射時期が調整されれば、燃焼騒音を所望の大きさに収束又は近似させることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

50

以下、本実施例における噴射時期調整制御の実行手順について述べる。

【0049】

先ず、ECU13は、各気筒2の筒内酸素濃度（以下、「実筒内酸素濃度」と称する） $roxce$ を求める。実筒内酸素濃度 $roxce$ を求める方法としては、（1）吸入空気量（エアフローメータ14の測定値）、過給圧（吸気圧センサ16の測定値）、吸気温度（吸気温度センサ15の測定値）、及びEGRガスの輸送遅れ等から筒内酸素濃度を推定演算する方法、（2）実際のEGR率、吸入空気量（エアフローメータ14の測定値）、及び目標燃料噴射量等から筒内酸素濃度を推定演算する方法、（3）インテークマニフォルド又は吸気ポートに取り付けられた酸素濃度センサにより筒内酸素濃度を直接測定する方法等を例示することができる。

10

【0050】

ECU13は、実筒内酸素濃度 $roxce$ に基づいて燃料が燃焼した際に発生する燃焼騒音の大きさ cne を予測する（以下、燃焼騒音の大きさ cne を「燃焼騒音予測値」と称する）。

【0051】

ここで、燃焼騒音予測値 cne を予測する方法について述べる。ECU17は、先ず図7に示すマップを用いて基準燃焼騒音 $cnbase$ を特定する。

【0052】

図7に示すマップは、燃料噴射時期が変性タイミング $ainjT$ より早い噴射時期範囲（図5中の噴射時期範囲Aを参照。以下、この噴射時期範囲を「基準噴射時期範囲」と称する）にある時の筒内酸素濃度と燃焼騒音の大きさとの関係を示すマップである。

20

【0053】

このマップは、筒内酸素濃度が取り得る最高値（例えば、大気中の酸素濃度と同等） $roxcmx$ であり且つ燃料噴射時期が基準噴射時期範囲内にある時の基準燃焼騒音 $cnbasemax$ と、筒内酸素濃度が取り得る最低値 $roxcmn$ であり且つ燃料噴射時期が基準噴射時期範囲内にある時の基準燃焼騒音 $cnbasemin$ とを予め実験的に求めておき、それら2つの点（図7中の x, y ）を比例補間したマップである。

【0054】

ECU13は、実筒内酸素濃度 $roxce$ と図7のマップとに基づいて基準燃焼騒音 $cnbase$ を特定すると、基準燃焼騒音 $cnbase$ と現時点における目標燃料噴射時期 $ainjbase$ とを用いて燃焼騒音予測値 cne を予測する。

30

【0055】

その際、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係は筒内酸素濃度に応じて変化するため、ECU13は現時点における筒内酸素濃度 $roxce$ に適した相関関係を特定する。

【0056】

具体的には、図8に示すように、筒内酸素濃度が最低値 $roxcmn$ である時の相関関係を示す折線L1と筒内酸素濃度が最高値 $roxcmx$ である時の相関関係を示す折線L2と、前記基準燃焼騒音 $cnbase$ とに基づいて筒内酸素濃度が $roxce$ である時の相関関係を示す折線L3を特定する。

40

【0057】

詳細には、ECU13は、先ず筒内酸素濃度が最低値 $roxcmn$ である時の変性タイミング $ainjTmin$ と、筒内酸素濃度が最高値 $roxcmx$ である時の変性タイミング $ainjTmax$ とを比例補間して、筒内酸素濃度が $roxce$ である時の変性タイミング $ainjT$ を特定する。

【0058】

続いて、ECU13は、折線L1の変性タイミング $ainjTmin$ 以降の傾き（図8中の点bと点dを結ぶ直線の傾き）と、折線L2の変性タイミング $ainjTmax$ 以降の傾き（図8中の点aと点cを結ぶ直線の傾き）を比例補間することにより、折線L3の変性タイミング $ainjT$ 以降の傾き（図8中の点eと点fを結ぶ直線の傾き）を求める

50

。

【0059】

このようにして折線L3が特定されると、ECU17は折線L3と前記目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ とから燃焼騒音予測値 c_{ne} を特定する。この場合、目標噴射時期 $a_{injbase}$ が基準噴射時期範囲内にあるため、燃料騒音予測値 c_{ne} は基準燃焼騒音 c_{nbase} と等しくなる。

【0060】

次に、ECU17は、目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ に基づいて目標燃焼騒音 c_{ntr_g} を求める。具体的には、ECU17は、先ず目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ と図7のマップとから基準目標燃焼騒音 $c_{nbase}_{tr_g}$ を求める。次いで、ECU17は、
 図8において、筒内酸素濃度が実筒内酸素濃度 $roxce$ である場合と同様の方法により、筒内酸素濃度が目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ である時の燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係を示す折線L4を特定する。

10

【0061】

ECU17は、折線L4と前記目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ とから目標燃焼騒音 c_{ntr_g} を特定する。この場合、目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ が基準噴射時期範囲内にあるため、目標燃焼騒音 c_{ntr_g} は基準目標燃焼騒音 $c_{nbase}_{tr_g}$ と等しくなる(図8中の直線M1を参照)。

【0062】

尚、前記目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ は、内燃機関1の運転条件(目標EGR率、
 目標吸入空気量、目標燃料噴射量等)から特定されるようにしてもよい。

20

【0063】

このようにして燃焼騒音予測値 c_{ne} と目標燃焼騒音 c_{ntr_g} が特定されると、ECU17は、両者の差が所定値より大きいかなかを判別する。

【0064】

ECU13は、燃焼騒音予測値 c_{ne} と目標燃焼騒音 c_{ntr_g} との差が所定値以下である場合は、目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ に従って燃料噴射弁3を動作させる。一方、前記差が所定値より大きい場合は、ECU13は、前述した図6の相関関係に基づいて目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ を変更する。

【0065】

(燃焼騒音予測値 c_{ne} が目標燃焼騒音 c_{ntr_g} より大きい場合)

内燃機関1の運転モードが拡散燃焼運転モードから予混合燃焼運転モードへ移行する場合のように筒内酸素濃度を大幅に低下させる必要がある場合には、実筒内酸素濃度 $roxce$ が目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ より高いにも関わらず、燃料噴射時期が拡散燃焼運転モード用の燃料噴射時期から予混合燃焼運転モード用の燃料噴射時期へ進角される可能性がある。

30

【0066】

そのような場合は、前述した図8に示すように、実筒内酸素濃度 $roxce$ と目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ とから定まる燃焼騒音予測値 c_{ne} ($=c_{nebase}$) が目標筒内酸素濃度 $roxctr_g$ と目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ とから定める目標燃焼騒音 c_{ntr_g} ($=c_{nbase}_{tr_g}$) より大きくなる。

40

【0067】

そこで、ECU17は、折線L3の変性タイミング a_{injT} 以降の噴射時期範囲において、燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 c_{ntr_g} と等しくなる燃料噴射時期、言い換えれば図8における折線L3と直線M1との交点gの燃料噴射時期 a_{injg} を求め、その燃料噴射時期 a_{injg} を目標燃料噴射時期に設定する。

【0068】

(燃焼騒音予測値 c_{ne} が目標燃焼騒音 c_{ntr_g} より小さい場合)

次に、燃焼騒音予測値 c_{ne} と目標燃焼騒音 c_{ntr_g} との差が所定値より大きく、且つ燃焼騒音予測値 c_{ne} が目標燃焼騒音 c_{ntr_g} より小さい場合について述べる。

50

【0069】

内燃機関1の運転モードが予混合燃焼運転モードから拡散燃焼運転モードへ移行する場合のように筒内酸素濃度を大幅に上昇させる必要がある場合には、実筒内酸素濃度 $r_{ox\ ce}$ が目標筒内酸素濃度 $r_{ox\ ctrg}$ より低いにも関わらず、燃料噴射時期が予混合燃焼運転モード用の燃料噴射時期から拡散燃焼運転モード用の燃料噴射時期へ遅角される可能性がある。

【0070】

そのような場合は、図9に示すように、実筒内酸素濃度 $r_{ox\ ce}$ と目標燃料噴射時期 $a_{inj\ base}$ とから定まる燃焼騒音予測値 c_{ne} (図9中の折線L3において燃料噴射時期が目標燃料噴射時期 $a_{inj\ base}$ である時の燃焼騒音)は、目標筒内酸素濃度 $r_{ox\ ctrg}$ と目標燃料噴射時期 $a_{inj\ base}$ とから定める目標燃焼騒音 c_{ntrg} (図9中の折線L4において燃料噴射時期が目標燃料噴射時期 $a_{inj\ base}$ である時の燃焼騒音)に比して小さくなる。

10

【0071】

そこで、ECU17は、折線L3の変性タイミング $a_{inj\ T}$ 以降の噴射時期範囲において、燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 c_{ntrg} と等しくなる点、言い換えれば図9における折線L3と直線M2との交点gの燃料噴射時期 $a_{inj\ g}$ を求め、その燃料噴射時期 $a_{inj\ g}$ を目標燃料噴射時期に設定する。

【0072】

ところで、実筒内酸素濃度 $r_{ox\ ce}$ と目標筒内酸素濃度 $r_{ox\ ctrg}$ が大きく懸け離れている場合等は、図10に示すように、折線L3において燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 c_{ntrg} と等しくなる点(燃料噴射時期)は存在しないため、ECU13は折線L3において燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 c_{ntrg} に最も近似する点の燃料噴射時期を選択する。

20

【0073】

但し、図10の折線L3において燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 c_{ntrg} に最も近似する点は、変性タイミング $a_{inj\ T}$ 以前の期間(図10中の点hから点eまでの期間)に無数に存在する。

【0074】

これに対し、ECU13は、燃料噴射時期を変性タイミング $a_{inj\ T}$ に設定することもできるが、変性タイミング $a_{inj\ T}$ より早い時期まで進角させることにより燃料と吸気の予混合度を高め、以てスモークの発生量を減少させるようにしてもよい。

30

【0075】

その際、スモークの発生量が最も少なくなる燃料噴射時期 $a_{inj\ g}$ を予め実験的に求めておくようにしてもよい。尚、前記した燃料噴射時期 $a_{inj\ g}$ は、本発明にかかる最適進角時期の一例である。

【0076】

以上述べた手順により燃料噴射時期が調整されると、予混合燃焼運転モードにおいて機関負荷が大きく増減する時、或いは拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードが切り換えられる時のように筒内酸素濃度が急速に変化する過渡運転時において、燃焼騒音の大きさを目標燃焼騒音に近似させることが可能となる。

40

【0077】

尚、燃焼騒音を小さくするために燃料噴射時期が変性タイミング $a_{inj\ T}$ 以降に遅角させられると、図11に示すように内燃機関1の発生トルクが要求トルクより低下する可能性がある。

【0078】

これに対し、メイン噴射の燃料噴射量を増量補正する方法も考えられるが、着火時期や燃焼速度の変化をもたらす可能性があるため好ましくない。そこで、本実施例においては、燃料噴射時期が変性タイミング $a_{inj\ T}$ より遅角される場合に、メイン噴射の前にパイロット噴射が実行されるとともに内燃機関1の発生トルクが要求トルクと一致するよう

50

にパイロット噴射量が制御されるようにしている。

【0079】

その際のパイロット噴射量は、パイロット噴射が行われない場合の内燃機関1の発生トルクと要求トルクとの差、機関回転数、及び機関負荷（アクセル開度又は目標燃料噴射量）等から特定することができる。

【0080】

このようにパイロット噴射量が制御されると、内燃機関1の発生トルクを要求トルクから逸脱させることなく燃焼騒音を所望の大きさに近似させることが可能となる。

【0081】

以下、本実施例における噴射時期制御について図12に沿って説明する。図12は、噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。この噴射時期制御ルーチンは、予めECU13のROMに記憶されているルーチンであり、ECU13によって所定期間毎に繰り返し実行される。

10

【0082】

噴射時期制御ルーチンでは、ECU13は、先ずS101において実筒内酸素濃度 $roxce$ と目標筒内酸素濃度 $roxctr$ を演算する。

【0083】

S102では、ECU13は、前記S101で演算された実筒内酸素濃度 $roxce$ 及び目標筒内酸素濃度 $roxctr$ に基づいて、燃焼騒音予測値 cne が目標燃焼騒音 $cntr$ から懸け離れているか否かを判別する。

20

【0084】

尚、本実施例では燃焼騒音と筒内酸素濃度が線形関係にあることを前提にしているため、ECU13は、S102において実筒内酸素濃度 $roxce$ と目標筒内酸素濃度 $roxctr$ との差（ $= |roxctr - roxce|$ ）が所定値より大きいかな否かを判別している。

【0085】

また、前記した所定値は、目標燃焼騒音と実際の燃焼騒音との許容誤差に基づいて定められる固定値であり、内燃機関1に要求される静音性などに基づいて定められる。

【0086】

前記S102において否定判定された場合（ $|roxctr - roxce|$ ）は、ECU13は、S107において燃料噴射時期を通常燃料噴射時期に設定して本ルーチンの実行を終了する。

30

【0087】

一方、前記S102において肯定判定された場合（ $|roxctr - roxce| >$ ）は、ECU13は、S103へ進む。

【0088】

S103では、ECU13は、内燃機関1の運転モードが拡散燃焼運転モードであるかな否かを判別する。S103において肯定判定された場合は、ECU13はS107へ進む。一方、S103において否定判定された場合は、ECU13は、内燃機関1の運転モードが予混合燃焼運転モード、若しくは予混合燃焼運転モードと拡散燃焼運転モードの切り換え状態にあるとみなして、S104へ進む。

40

【0089】

S104では、ECU13は、先ず前記S101で求められた実筒内酸素濃度 $roxce$ と目標筒内酸素濃度 $roxctr$ と図7のマップに基づいて、基準燃焼騒音 $cnbase$ 及び基準目標燃焼騒音 $cnbase$ を定める。

【0090】

続いて、ECU13は、基準燃焼騒音 $cnbase$ 、基準目標燃焼騒音 $cnbase$ 、及び図6のマップに基づいて、前述した図8～図10の説明で述べた折線L3、折線L4を特定する。

【0091】

50

ECU17は、目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ と折線L3に基づいて燃焼騒音予測値 c_{ne} を特定するとともに、目標燃料噴射時期 $a_{injbase}$ と折線L4に基づいて目標燃焼騒音 c_{ntrg} を特定する。

【0092】

S105では、ECU13は、前記S104で特定された折線L3と目標燃焼騒音 c_{ntrg} とに基づいて、前述した図8～図10の説明で述べた点gの燃料噴射時期 a_{injg} を特定する。

【0093】

S106では、ECU13は、前記S105で特定された燃料噴射時期 a_{injg} と、機関回転数と、機関負荷（アクセル開度又は目標燃料噴射量）と、前述した図11のマップとに基づいてパイロット噴射量を演算する。

10

【0094】

このようにECU13が図12の噴射時期制御ルーチンを実行することにより、本発明にかかる取得手段、調整手段、検出手段、補正手段、及びパイロット制御手段が実現される。

【0095】

その結果、予混合燃焼運転モードにおいて機関負荷が大きく増減する時、或いは拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードが切り換えられる時などのように筒内酸素濃度が急速に変化する過渡運転時において、実際の燃焼騒音を目標燃焼騒音に可及的に近似させることが可能となる。

20

【0096】

更に、燃料噴射時期が変性タイミング a_{injT} より遅角させられる場合は、メイン噴射の前にパイロット噴射が行われるとともに内燃機関1の発生トルクが要求トルクと一致するようにパイロット噴射量が制御されるため、内燃機関の発生トルクを要求トルクから逸脱させることなく燃焼騒音を所望の大きさに近似させることが可能となる。

【0097】

<実施例2>

次に、本発明の第2の実施例について図13～図15に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

30

【0098】

前述した第1の実施例では筒内酸素濃度と基準燃焼騒音との相関関係を規定するマップとして、筒内酸素濃度が最高値 r_{oxcmax} である時の基準燃焼騒音 $c_{nbasemax}$ と筒内酸素濃度が最低値 r_{oxcmin} である時の基準燃焼騒音 $c_{nbasemin}$ との2点のみを比例補間したマップ（図7を参照）を用いた。このマップは、筒内酸素濃度の最高値 r_{oxcmax} と最低値 r_{oxcmin} の差が小さい内燃機関に有効である。

【0099】

しかしながら、筒内酸素濃度の最高値 r_{oxcmax} と最低値 r_{oxcmin} の差が大きい内燃機関の場合は、筒内酸素濃度と基準燃焼騒音の相関関係が線形関係とならない場合がある。

40

【0100】

そこで、本実施例の噴射時期制御では、前述した図7のマップの代わりに図13に示すマップが用いられるようにした。図13は、本実施例における筒内酸素濃度と基準燃焼騒音との相関関係を規定したマップを示す図である。

【0101】

図13に示すマップは、筒内酸素濃度が最高値 r_{oxcmax} 及び最低値 r_{oxcmin} である時の2点に加え、前記最高値 r_{oxcmax} と前記最低値 r_{oxcmin} との間の複数の筒内酸素濃度（図13中の r_{oxc1} 、 r_{oxc2} 、 r_{oxc3} ）についても基準燃焼騒音（図13中の c_{nbase1} 、 c_{nbase2} 、 c_{nbase3} ）を測定し、それら複数の点を2次曲線で近似したマップである。

50

【0102】

このようなマップを用いて噴射時期制御が行われると、筒内酸素濃度の最高値 rox_{cmax} と最低値 rox_{cmin} の差が比較的大きくなる内燃機関においても、燃烧騒音予測値 cne 及び目標燃烧騒音 cnt_{rg} を正確に特定することが可能になる。

【0103】

ところで、図13に示すマップによれば、筒内酸素濃度と燃烧騒音との相関が一律にならないことが解る。

【0104】

例えば、筒内酸素濃度が比較的低い領域では筒内酸素濃度の僅かな変化が燃烧騒音の大きさに反映されるが、筒内酸素濃度が比較的高い領域では筒内酸素濃度が多少変化しても燃烧騒音の大きさが殆ど変化しない。

10

【0105】

よって、筒内酸素濃度が比較的低い場合は実筒内酸素濃度と目標筒内酸素濃度との差が僅かであっても実際の燃烧騒音と目標燃烧騒音との差が大きくなるが、筒内酸素濃度が比較的高い場合は実筒内酸素濃度と目標筒内酸素濃度との差が僅かであれば実際の燃烧騒音と目標燃烧騒音との差は極めて小さくなる。

【0106】

このため、前述した噴射時期制御ルーチンのS102において噴射時期制御の実行の有無を判別する際に用いられる所定値は、実筒内酸素濃度 rox_{ce} に応じて変更される可変値であることが好ましい。

20

【0107】

その際、所定値は、図14に示すように、実筒内酸素濃度 rox_{ce} が低くなるほど小さくなり、実筒内酸素濃度 rox_{ce} が高くなるほど大きくなるように定められることが好ましく、例えば燃烧騒音の変化量に対する実筒内酸素濃度の変化量の比に基づいて定められるようにしてもよい。

【0108】

このように所定値が実筒内酸素濃度 rox_{ce} に応じて可変にされると、実際の燃烧騒音と目標燃烧騒音との差を小さくすることが可能となり、実際の燃烧騒音が目標燃烧騒音に可及的に近似するようになる。

【0109】

以下、本実施例における噴射時期制御について図15に沿って説明する。図15は、本実施例における噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。図15において、前述した第1の実施例の噴射時期制御ルーチン(図12を参照)と同様の処理については同一の符号を付している。

30

【0110】

ECU13は、S101において実筒内酸素濃度 rox_{ce} 及び目標筒内酸素濃度 $rox_{ctr_{g}}$ を算出すると、S201において所定値を決定する。具体的には、ECU13は、前記S101で算出された実筒内酸素濃度 rox_{ce} と図14のマップに基づいて所定値を決定する。

【0111】

S102では、ECU13は、前記S101で算出された実筒内酸素濃度 rox_{ce} と目標筒内酸素濃度 $rox_{ctr_{g}}$ との差 ($= |rox_{ctr_{g}} - rox_{ce}|$) が前記S201で決定された所定値より大きいか否かを判別する。

40

【0112】

前記S102で肯定判定されると、ECU13は、S103～S106において燃烧騒音予測値 cne が目標燃烧騒音 cnt_{rg} に近似するように燃料噴射時期を調整する。一方、前記S102で否定判定されると、ECU13は、S107へ進み、燃料噴射時期を通常通りに設定する。

【0113】

以上述べたようにECU13が図15の噴射時期制御ルーチンを実行すると、本発明に

50

かかる変更手段が実現される。

【0114】

その結果、予混合燃焼運転モードにおいて機関負荷が大きく増減する時、或いは拡散燃焼運転モードと予混合燃焼運転モードが切り換えられる時のように筒内酸素濃度が急速に変化する過渡運転時において、燃焼騒音をより正確に目標燃焼騒音に近づけることが可能となる。

【0115】

<実施例3>

次に、本発明の第3の実施例について図16～図20に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

10

【0116】

本願発明者の実験及び検証によると、燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係、及び筒内酸素濃度と燃焼騒音との相関関係は、各気筒2の1サイクル当たりの燃料噴射回数によっても変化する可能性があることも判明した。

【0117】

例えば、パイロット噴射の実行時（1サイクル当たりの燃料噴射回数が2回の時）とパイロット噴射の非実行時（1サイクル当たりの燃料噴射回数が1回の時）とでは、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係、及び筒内酸素濃度と燃焼騒音の大きさとの相関関係が異なる場合があることが判明した。

20

【0118】

そこで、本実施例の内燃機関の燃料噴射制御システムは、燃焼騒音の大きさと燃料噴射時期との相関関係、及び筒内酸素濃度と燃焼騒音の大きさとの相関関係の各々について、パイロット噴射の非実行時におけるマップとパイロット噴射の実行時におけるマップを備えるようにした。

【0119】

以下、本実施例における噴射時期制御について図16に沿って説明する。図16は、本実施例における噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。図16において、前述した第1の実施例の噴射時期制御ルーチン（図12を参照）と同様の処理については同一の符号を付している。

30

【0120】

図16の燃料噴射時期制御ルーチンにおいて、ECU13は、先ずS301で機関回転数や機関負荷（アクセル開度又は目標燃料噴射量）等の各種データを読み込む。

【0121】

S302では、ECU13は、各気筒2の実筒内酸素濃度 rox_{ce} を演算する。実筒内酸素濃度 rox_{ce} の求め方は、前述した第1の実施例と同様である。

【0122】

S303では、ECU13は、目標燃焼騒音 cnt_{rg} を演算する。目標燃焼騒音 cnt_{rg} は、前記S301で読み込まれた機関回転数や機関負荷（アクセル開度又は目標燃料噴射量）をパラメータとして演算される。

40

【0123】

S304では、ECU13は、前記S302で求められた実筒内酸素濃度 rox_{ce} から第1の燃焼騒音予測値 cn_{e1} を求める。第1の燃焼騒音予測値 cn_{e1} は、通常通りに燃料噴射が行われた場合（パイロット噴射が実行されず且つ燃料噴射時期の調整が行われない場合）に発生すると予想される燃焼騒音の大きさに相当する。

【0124】

ここで第1の燃焼騒音予測値 cn_{e} を求める方法について図17及び図18を参照しつつ説明する。

【0125】

ECU13は、先ず前記S302で求められた実筒内酸素濃度 rox_{ce} と図17に示

50

すマップとに基づいて第1の仮基準燃焼騒音 $p_{cnbase1}$ を求める。

【0126】

図17は、パイロット噴射の非実行時における筒内酸素濃度と基準燃焼騒音との相関関係を定めたマップであり、図17中の $cnbase_{max1}$ はパイロット噴射が実行されず且つ筒内酸素濃度が最高値 rox_{cmax} である時の基準燃焼騒音を示し、図17中の $cnbase_{min1}$ はパイロット噴射が実行されず且つ筒内酸素濃度が最低値 rox_{cmin} である時の基準燃焼騒音を示している。

【0127】

次に、ECU13は、前記第1の仮基準燃焼騒音 $p_{cnbase1}$ と図18に示すマップとに基づいて、パイロット噴射が非実行状態にあり且つ筒内酸素濃度が前記実筒内酸素濃度 rox_{ce} と等しい時の燃焼騒音と燃料噴射時期との相関関係を特定する。

10

【0128】

尚、図18は、パイロット噴射非実行時における燃焼騒音と燃料噴射時期との相関関係を示すマップである。図18中の折線L11はパイロット噴射が実行されず且つ筒内酸素濃度が最低値 rox_{cmin} である時の相関関係を示し、図18中の折線L21はパイロット噴射が実行されず且つ筒内酸素濃度が最高値 rox_{cmax} である時の相関関係を示している。

【0129】

ECU13は、筒内酸素濃度が最低値 rox_{cmin} である時の相関関係を示す折線L11と筒内酸素濃度が最高値 rox_{cmax} である時の相関関係を示す折線L21とから筒内酸素濃度が実筒内酸素濃度 rox_{ce} である時の相関関係を示す折線L31を特定する。

20

【0130】

続いてECU13は、折線L31において燃料噴射時期が通常の燃料噴射時期（目標燃料噴射時期） $ainj_{base}$ に設定された時の燃焼騒音の大きさ（図18中の点iにおける燃焼騒音の大きさ）を求め、その値を第1の燃焼騒音予測値 c_{ne1} ($= p_{cnbase1}$) とする。

【0131】

ここで図16に戻り、ECU13は、S305において、前記S303で求められた目標燃焼騒音 c_{ntrg} と前記S304で求められた第1の燃焼騒音予測値 c_{ne1} との差（図18中の $cn = |c_{ntrg} - c_{ne1}|$ ）が所定値より大きいかな否かを判別する。所定値は、目標燃焼騒音と実際の燃焼騒音との許容誤差に基づいて定められる値である。

30

【0132】

前記S305において否定判定された場合（ $|c_{ntrg} - c_{ne1}|$ ）は、ECU13は、S107へ進む。

【0133】

一方、前記S305において肯定判定された場合（ $|c_{ntrg} - c_{ne1}| >$ ）は、ECU13は、S306へ進む。S306では、ECU13は、内燃機関1の運転モードが拡散燃焼運転モードであるかな否かを判別する。

40

【0134】

前記S306において肯定判定された場合は、ECU13はS107へ進む。一方、前記S306において否定判定された場合は、ECU13は、内燃機関1の運転モードが予混合燃焼運転モード、若しくは予混合燃焼運転モードと拡散燃焼運転モードの切り換え状態にあるとみなして、S307へ進む。

【0135】

S307では、ECU13は、先ず前記S302で求められた実筒内酸素濃度 rox_{ce} と図19に示すマップとに基づいて第2の仮基準燃焼騒音 $p_{cnbase2}$ を求める。

【0136】

図19は、パイロット噴射の実行時における筒内酸素濃度と基準燃焼騒音との相関関係

50

を定めたマップであり、図19中の $c n b a s e m a x 2$ はパイロット噴射が実行され且つ筒内酸素濃度が最高値 $r o x c m a x$ である時の基準燃焼騒音を示し、図19中の $c n b a s e m i n 2$ はパイロット噴射が実行され且つ筒内酸素濃度が最低値 $r o x c m i n$ である時の基準燃焼騒音を示している。

【0137】

次に、ECU13は、前記第2の仮基準燃焼騒音 $p c n b a s e 2$ と図20に示すマップとに基づいて、パイロット噴射が実行状態にあり且つ筒内酸素濃度が前記実筒内酸素濃度 $r o x c e$ と等しい場合における燃焼騒音と燃料噴射時期との相関関係を特定する。

【0138】

尚、図20は、パイロット噴射実行時における燃焼騒音と燃料噴射時期との相関関係を示すマップである。図20中の折線L12はパイロット噴射が実行され且つ筒内酸素濃度が最低値 $r o x c m i n$ である時の相関関係を示し、図20中の折線L22はパイロット噴射が実行され且つ筒内酸素濃度が最高値 $r o x c m a x$ である時の相関関係を示している。

10

【0139】

ECU13は、筒内酸素濃度が最低値 $r o x c m i n$ である時の相関関係を示す折線L12と筒内酸素濃度が最高値 $r o x c m a x$ である時の相関関係を示す折線L22とから筒内酸素濃度が実筒内酸素濃度 $r o x c e$ である時の相関関係を示す折線L32を特定する。

【0140】

このようにして折線L32が特定されると、ECU13は図16のS105へ進む。S105では、ECU13は、前記折線L32において燃焼騒音の大きさが前記目標燃焼騒音 $c n t r g$ と等しくなる点(図20中の点j)の燃料噴射時期 $a i n j g$ を求める。

20

【0141】

S106では、ECU13は、前記S105で特定された燃料噴射時期 $a i n j g$ と、機関回転数と、機関負荷(アクセル開度又は目標燃料噴射量)と、前述した図11のマップとに基づいてパイロット噴射量を演算する。

【0142】

以上述べた実施例によれば、噴射時期制御の実行に伴う1サイクル当たりの燃料噴射回数増加により、燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係や筒内酸素濃度と燃焼騒音との相関関係が変化する場合であっても、燃焼騒音の大きさを所望の大きさに近似させることが可能となる。

30

【0143】

尚、前記したS306において否定判定された場合に、ECU13は、前述した図18の折線L31において燃焼騒音の大きさが目標燃焼騒音 $c n t r g$ と等しくなる点若しくは目標燃焼騒音 $c n t r g$ との差が所定値以内となる点が存在するか否かを判定し、否定判定された場合に限りS307以降の処理を行うようにしてもよい。

【0144】

<他の実施例>

前述した第1～第3の実施例において、実際の燃焼騒音を目標燃焼騒音へ近似させるために燃料噴射時期が通常燃料噴射時期から変更された場合は、内燃機関1の発生トルクを要求トルクに維持するためにパイロット噴射を行っているが、燃料噴射時期が過剰に遅角されると、たとえパイロット噴射が実施されていても着火時期が遅延して内燃機関1の発生トルクが低下する可能性がある。

40

【0145】

そこで、図21に示すように、燃料噴射時期に遅角ガードが設けられるようにしてもよい。図21に示す遅角ガードは、燃料噴射時期の遅角に起因したトルクの低下分をパイロット噴射によって補償し得る燃料噴射時期のうち最も遅い燃料噴射時期であり、予め実験的に求められている。

【0146】

50

このような遅角ガードが設けられた場合は、ECU13は、前述した図12、図14、
 或いは図16のS105で求められた燃料噴射時期 $a i n j g$ が遅角ガードより早い時期
 であるか否かを判別し、肯定判定された場合は前記燃料噴射時期 $a i n j g$ に従って燃料
 噴射弁3を動作させ、否定判定された場合は前記遅角ガードに従って燃料噴射弁3を動作
 させるようにするとよい。

【0147】

この場合、内燃機関1の発生トルクを要求トルクに維持しつつ燃焼騒音を可及的に所望
 の大きさへ近似させることが可能となる。

【0148】

また、実際の燃焼騒音を目標燃焼騒音へ近似させるために燃料噴射時期が通常
 の燃料噴射時期から過剰に進角された場合は、燃料が過早着火して内燃機関1のトルクが要求トルク
 より低下する可能性がある。

【0149】

そこで、図22に示すように、燃料噴射時期に進角ガードが設けられるようにしても
 よい。図22に示す進角ガードは、燃料噴射時期の進角に起因したトルクの低下分をパイロ
 ット噴射によって補償し得る燃料噴射時期のうち最も早い燃料噴射時期であり、予め実験
 的に求められている。

【0150】

このような進角ガードが設けられた場合は、ECU13は、前述した図12、図14、
 或いは図16のS105で求められた燃料噴射時期 $a i n j g$ が進角ガードより遅い時期
 であるか否かを判別し、肯定判定された場合は前記燃料噴射時期 $a i n j g$ に従って燃料
 噴射弁3を動作させ、否定判定された場合は前記進角ガードに従って燃料噴射弁3を動作
 させるようにするとよい。

【0151】

この場合、内燃機関1の発生トルクを要求トルクに維持しつつ燃焼騒音を可及的に所望
 の大きさへ近似させることが可能となる。

【0152】

尚、図23に示すように、燃料噴射時期に遅角ガードと進角ガードの双方が設けられて
 もよいことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図1】本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

【図2】内燃機関の予混合燃焼運転領域と拡散燃焼運転領域を示す図である。

【図3】予混合燃焼運転時の燃料噴射方法を示すタイミングチャートである。

【図4】拡散燃焼運転時の燃料噴射方法を示すタイミングチャートである。

【図5】第1の実施例における燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図6】燃焼噴射時期と燃焼騒音との相関関係が筒内酸素濃度に応じて変化する様子を示
 す図である。

【図7】第1の実施例における筒内酸素濃度と基準燃焼騒音との相関関係を示す図である

。【図8】燃焼騒音予測値が目標燃焼騒音より大きい場合に燃料噴射時期を決定する手順を
 示す図である。

【図9】燃焼騒音予測値が目標燃焼騒音より小さい場合に燃料噴射時期を決定する第1の
 手順を示す図である。

【図10】燃焼騒音予測値が目標燃焼騒音より小さい場合に燃料噴射時期を決定する第2
 の手順を示す図である。

【図11】燃料噴射時期とトルクとの相関関係を示す図である。

【図12】第1の実施例における噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】第2の実施例における筒内酸素濃度と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図14】筒内酸素濃度と所定値との関係を示す図である。

10

20

30

40

50

【図15】第2の実施例における噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図16】第3の実施例における噴射時期制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図17】第3の実施例においてパイロット噴射非実行時の筒内酸素濃度と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図18】第3の実施例においてパイロット噴射非実行時の燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図19】第3の実施例においてパイロット噴射実行時の筒内酸素濃度と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図20】第3の実施例においてパイロット噴射実行時の燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

10

【図21】遅角ガードが設けられた場合の燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図22】進角ガードが設けられた場合の燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【図23】遅角ガード及び進角ガードが設けられた場合の燃料噴射時期と燃焼騒音との相関関係を示す図である。

【符号の説明】

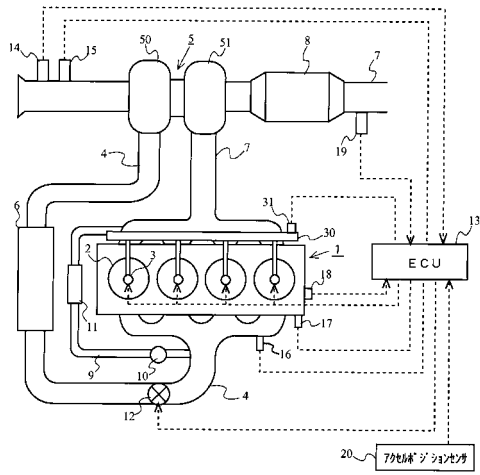
【0154】

- 1 内燃機関
- 2 気筒
- 3 燃料噴射弁
- 9 EGR通路
- 10 EGR弁
- 13 ECU
- 14 エアフローメータ
- 15 吸気温度センサ
- 16 吸気圧センサ
- 17 水温センサ
- 18 クランクポジションセンサ
- 19 空燃比センサ
- 20 アクセルポジションセンサ
- 30 コモンレール
- 31 コモンレール圧センサ

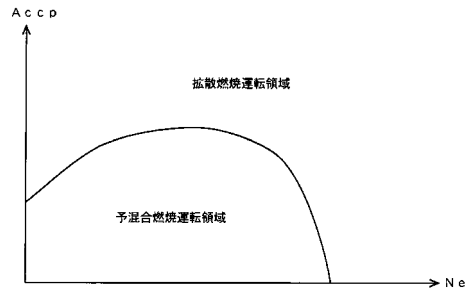
20

30

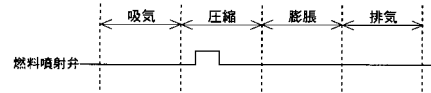
【図1】



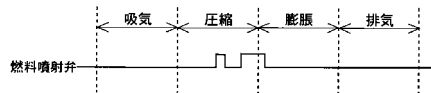
【図2】



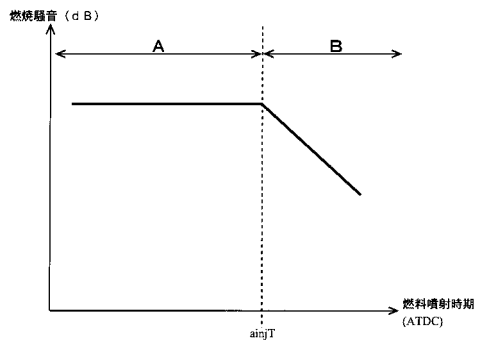
【図3】



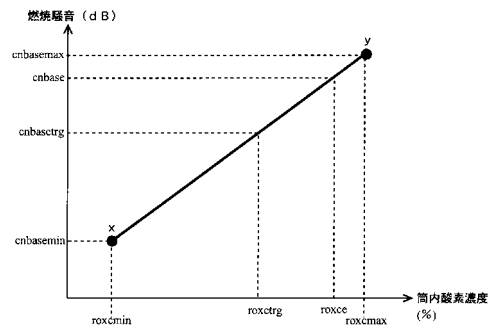
【図4】



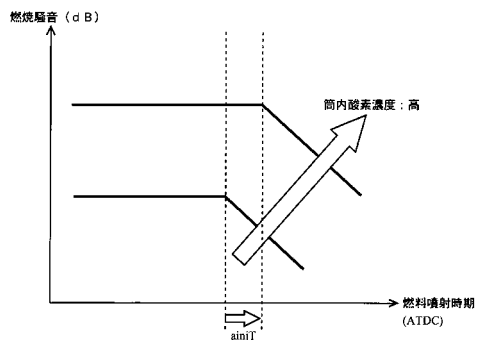
【図5】



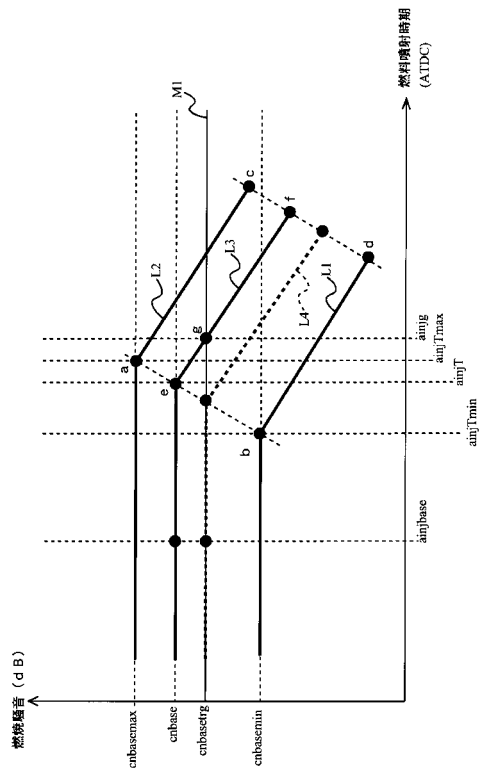
【図7】



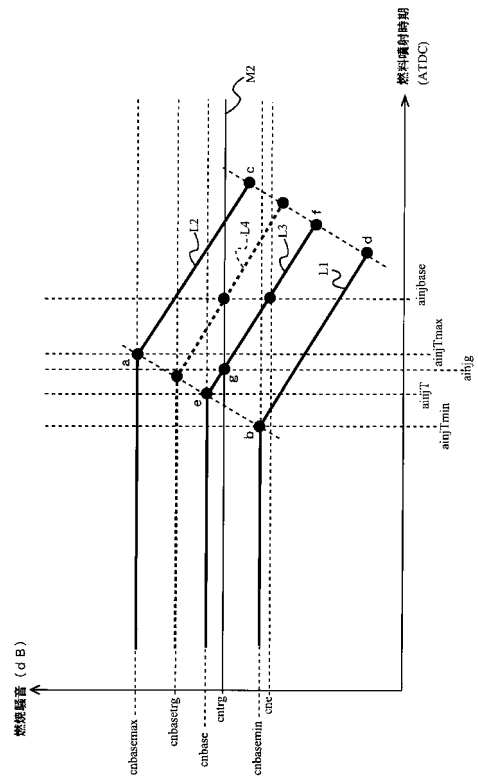
【図6】



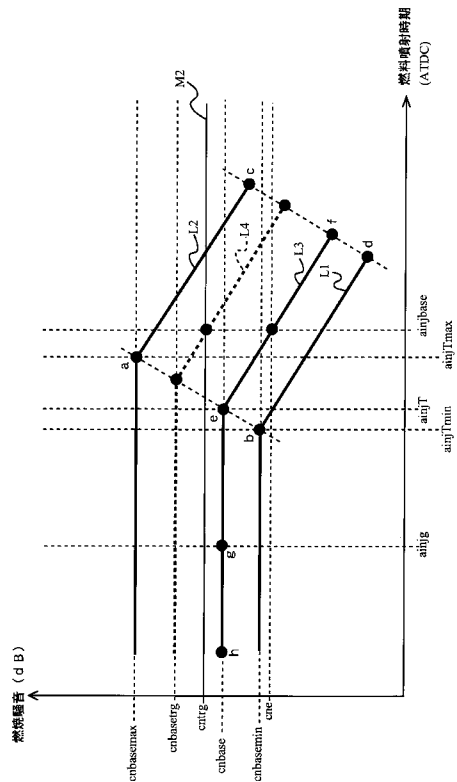
【 図 8 】



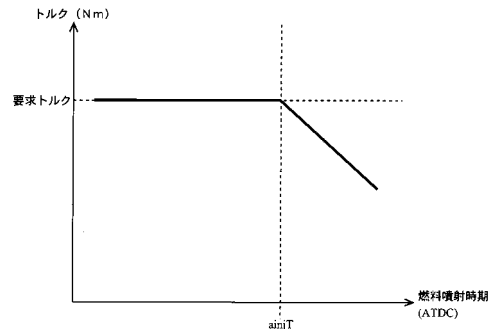
【 図 9 】



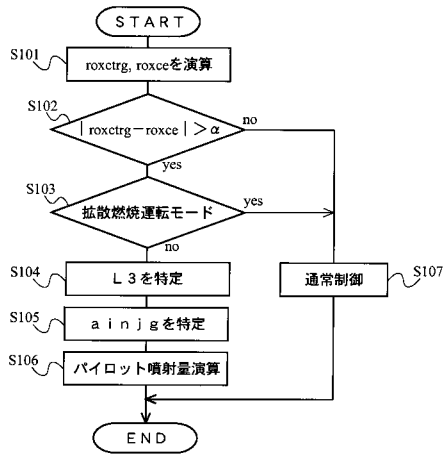
【 図 10 】



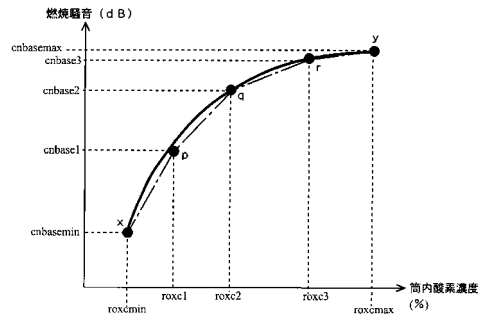
【 図 11 】



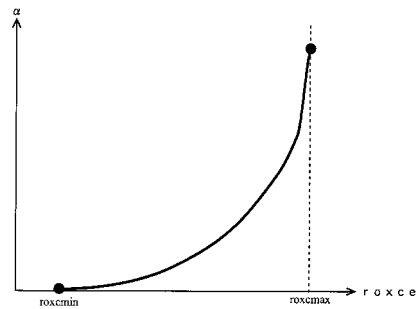
【図12】



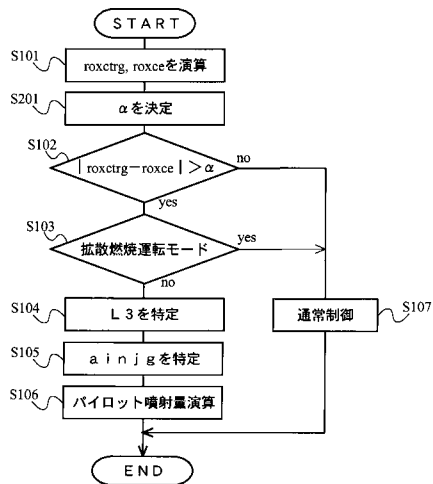
【図13】



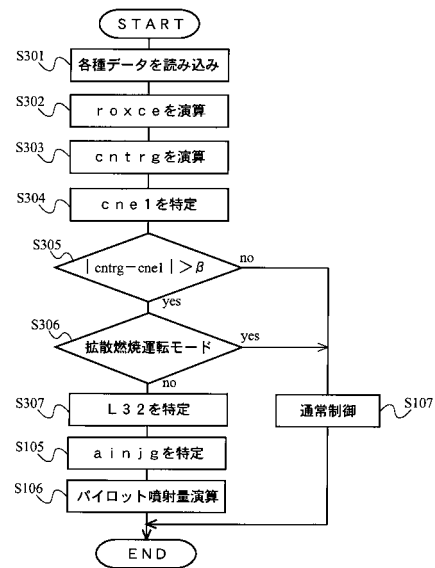
【図14】



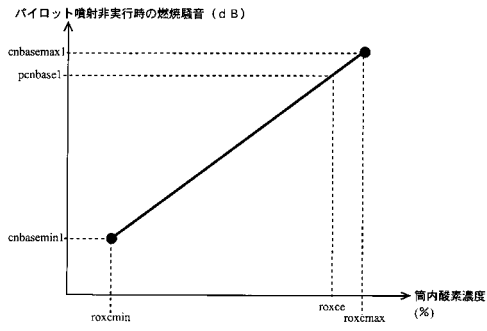
【図15】



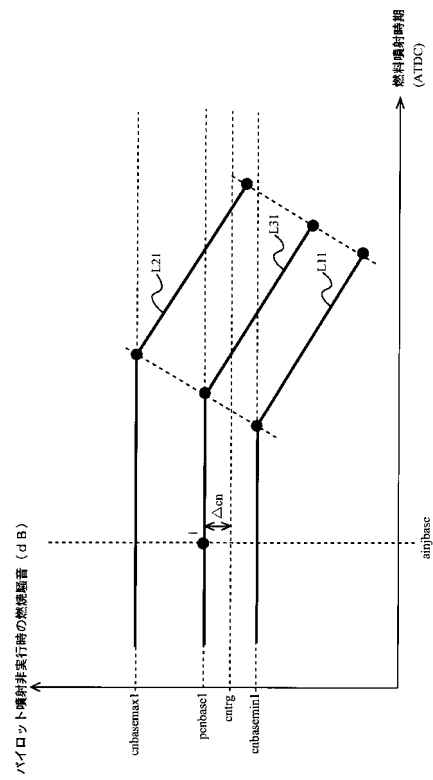
【図16】



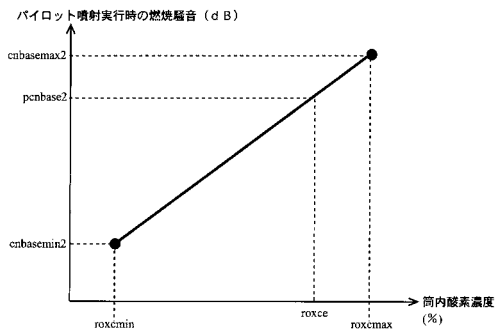
【図17】



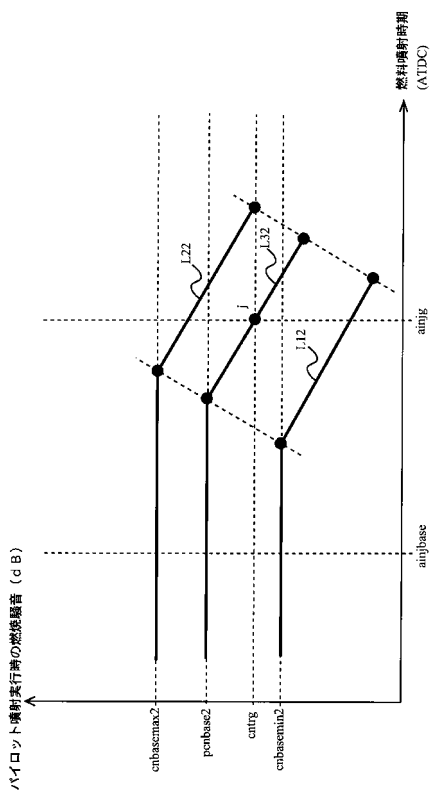
【図18】



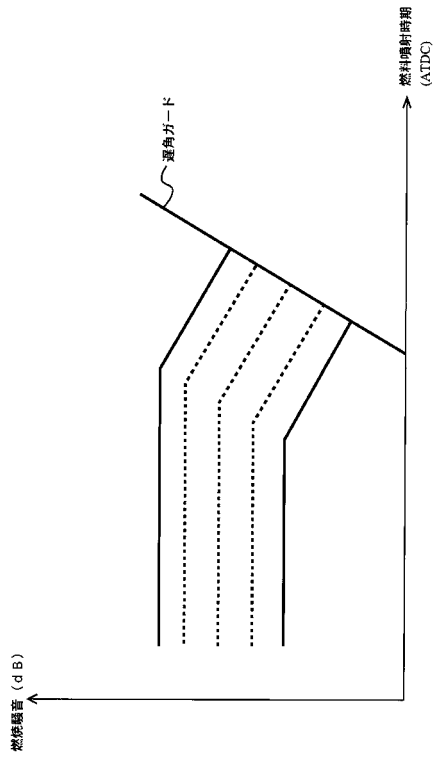
【図19】



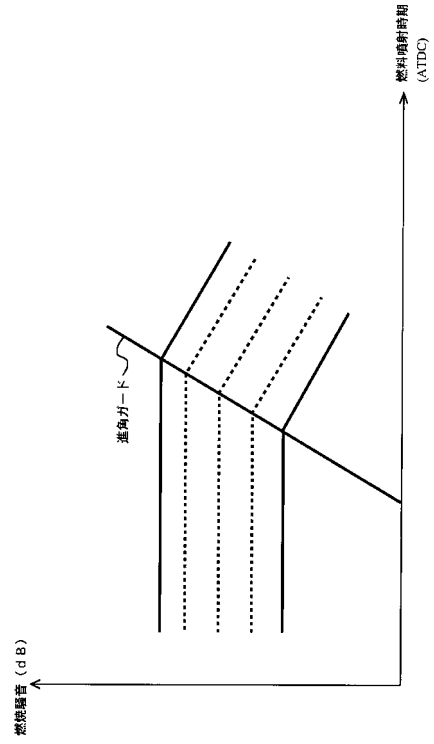
【図20】



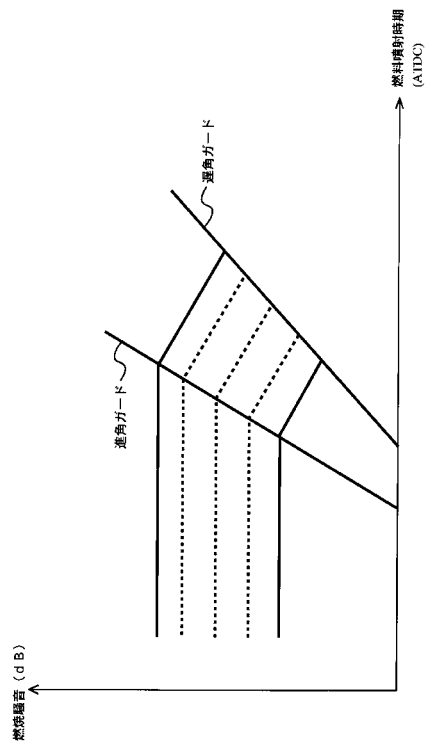
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊吹 卓
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中山 茂樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 金子 智洋
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 藤原 清
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 小山 崇
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 堀川 泰宏

- (56)参考文献 特開2006-009600(JP,A)
特開2004-245133(JP,A)
特開平10-280978(JP,A)
特開平09-042034(JP,A)
特開2005-155603(JP,A)
特開2005-248703(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 - 41/40
F02D 43/00 - 45/00