

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5056966号
(P5056966)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl.	F 1	
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04	385L
FO2M 25/07 (2006.01)	FO2M 25/07	570D
FO2D 41/40 (2006.01)	FO2M 25/07	570J
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2M 25/07	580E
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 41/04	380C
請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-53264 (P2011-53264)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成23年3月10日(2011.3.10)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2012-189001 (P2012-189001A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成24年10月4日(2012.10.4)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成24年3月14日(2012.3.14)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(72) 発明者	葛山 裕史
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社豊田自動織機内
		(72) 発明者	田中 剛
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社豊田自動織機内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 燃焼制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予混合圧縮着火燃焼を行うエンジンの燃焼制御装置において、
 前記エンジンの燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、
 第1の燃料噴射を実施してから第2の燃料噴射を実施するように前記燃料噴射弁を制御する第1の噴射弁制御手段と、
 前記エンジンの水温を検出する水温検出手段と、
 前記エンジンの負荷を検出する負荷検出手段と、
 前記水温検出手段により検出された前記エンジンの水温が所定温度よりも低いかどうかを判断する判断手段と、
 前記判断手段により前記エンジンの水温が前記所定温度よりも低いと判断されたときに、前記第1の燃料噴射を実施する前に第3の燃料噴射を実施するように前記燃料噴射弁を制御する第2の噴射弁制御手段とを備え、
 前記第2の噴射弁制御手段は、前記水温検出手段により検出された前記エンジンの水温及び前記負荷検出手段により検出された前記エンジンの負荷に応じて、前記第3の燃料噴射による燃料噴射量を決定する手段と、前記エンジンの負荷を第1の所定値及び第2の所定値と比較判断する手段と、前記エンジンの負荷が前記第1の所定値よりも大きいと判断されたときは、前記第1の燃料噴射による燃料噴射量から前記第3の燃料噴射による燃料噴射量分を減量し、前記エンジンの負荷が前記第2の所定値よりも小さいと判断されたときは、前記第2の燃料噴射による燃料噴射量から前記第3の燃料噴射による燃料噴射量分

を減量する手段とを有することを特徴とする燃焼制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 の所定値と前記第 2 の所定値とは等しいことを特徴とする請求項 1 記載の燃焼制御装置。

【請求項 3】

前記水温検出手段により検出された前記エンジンの水温に応じて、前記燃焼室内に存在する空気と燃料との比率を制御する空燃比制御手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の燃焼制御装置。

【請求項 4】

前記燃焼室の吸気部と排気部とを繋ぐ排気再循環通路と、
前記排気再循環通路に設けられ、前記排気再循環通路を通る排気再循環ガスを冷却する排気再循環クーラと、
前記排気再循環クーラをバイパスするように前記排気再循環通路に接続されたバイパス通路と、
前記水温検出手段により検出された前記エンジンの水温に応じて、前記排気再循環ガスの流路を前記排気再循環クーラ側または前記バイパス通路側に切り替える流路切り替え手段とを更に備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の燃焼制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、予混合圧縮着火（PCCI）燃焼を行うエンジンの燃焼制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

予混合圧縮着火燃焼を行うエンジンの燃焼制御装置としては、例えば特許文献 1 に記載されているものが知られている。特許文献 1 に記載の燃焼制御装置は、低温予混合燃焼を行う場合、冷間時において着火遅れ期間が長期化するときには、燃料の噴射時期を進角側に補正すると共に、噴射圧力を低下させることで燃料の噴射期間を長期化させる方向に補正することにより、燃料が燃焼室内に過度に拡散することを防止し、未燃 HC の増加を抑制するというものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 184609 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、上記従来技術のように燃料の噴射期間を長期化させても、早期に噴射された燃料については拡散する時間が長くなる。このため、燃料の過拡散を十分に防ぐことが困難となるため、未燃 HC・CO の増加を十分抑制することができない可能性がある。

【0005】

本発明の目的は、低水温時でも、未燃 HC・CO の増加を十分抑制することができる燃焼制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、予混合圧縮着火燃焼を行うエンジンの燃焼制御装置において、エンジンの燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、第 1 の燃料噴射を実施してから第 2 の燃料噴射を実施するように燃料噴射弁を制御する第 1 の噴射弁制御手段と、エンジンの水温を検出する水温検出手段と、エンジンの負荷を検出する負荷検出手段と、水温検出手段により検出されたエンジンの水温が所定温度よりも低いかどうかを判断する判断手段と、判断手段に

10

20

30

40

50

よりエンジンの水温が所定温度よりも低いと判断されたときに、第1の燃料噴射を実施する前に第3の燃料噴射を実施するように燃料噴射弁を制御する第2の噴射弁制御手段とを備え、第2の噴射弁制御手段は、水温検出手段により検出されたエンジンの水温及び負荷検出手段により検出されたエンジンの負荷に応じて、第3の燃料噴射による燃料噴射量を決定する手段と、エンジンの負荷を第1の所定値及び第2の所定値と比較判断する手段と、エンジンの負荷が第1の所定値よりも大きいと判断されたときは、第1の燃料噴射による燃料噴射量から第3の燃料噴射による燃料噴射量分を減量し、エンジンの負荷が第2の所定値よりも小さいと判断されたときは、第2の燃料噴射による燃料噴射量から第3の燃料噴射による燃料噴射量分を減量する手段とを有することを特徴とするものである。例えば、第1の所定値と第2の所定値とは等しい。

10

【0007】

このように本発明の燃焼制御装置においては、エンジンの水温が所定温度よりも低いと判断されたときは、第1の燃料噴射を実施する前に第3の燃料噴射を実施し、その後で第1の燃料噴射及び第2の燃料噴射を順次実施することにより、第3の燃料噴射による予熱で着火時期が進角し、熱発生率波形（燃焼波形）が暖気状態時に近づくようになるため、燃焼が活発化する。これにより、低水温時においても、未燃HC・COの増加を十分抑制することができる。

【0009】

この場合、エンジンの水温が低くなるほど、第3の燃料噴射による燃料噴射量を多くすることで、低水温時においても適切な時期で着火を行うことができる。また、エンジンの負荷が高くなるほど、第3の燃料噴射による燃料噴射量を少なくすることで、高負荷時における過度な燃焼を抑制することができる。

20

【0011】

エンジンの負荷が第1の所定値よりも大きいと判断されたときは、第1の燃料噴射による燃料噴射量から第3の燃料噴射による燃料噴射量分を減量することにより、第1の燃料噴射による過度な燃焼が抑制されるため、燃焼騒音を低減することができる。一方、エンジンの負荷が第2の所定値よりも小さいと判断されたときは、第2の燃料噴射による燃料噴射量から第3の燃料噴射による燃料噴射量分を減量することにより、第1の燃料噴射による活発な燃焼が確保されるため、未燃HC・COを低減することができる。また、第2の燃料噴射は第1の燃料噴射に比べて予混合度合いが低いが、その第2の燃料噴射による燃料噴射量が減量されるので、NO_xやスモークを低減することができる。

30

【0014】

また、好ましくは、水温検出手段により検出されたエンジンの水温に応じて、燃焼室内に存在する空気と燃料との比率を制御する空燃比制御手段を更に備える。

【0015】

この場合、エンジンの水温が低くなるほど、燃焼室内に存在する空気と燃料との比率（空燃比）をリーン状態となるように制御することで、着火遅れ時間が短縮される。これにより、燃焼波形を更に暖気状態時に近づけることができる。

【0016】

さらに、好ましくは、燃焼室の吸気部と排気部とを繋ぐ排気再循環通路と、排気再循環通路に設けられ、排気再循環通路を通る排気再循環ガスを冷却する排気再循環クーラと、排気再循環クーラをバイパスするように排気再循環通路に接続されたバイパス通路と、水温検出手段により検出されたエンジンの水温に応じて、排気再循環ガスの流路を排気再循環クーラ側またはバイパス通路側に切り替える流路切り替え手段とを更に備える。

40

【0017】

この場合、エンジンの水温が設定温度よりも低いときは、排気再循環ガスの流路を排気再循環クーラ側からバイパス通路側に切り替えることで、高温状態の排気再循環ガスが燃焼室内に導入されるため、着火遅れ時間が短縮される。これにより、燃焼波形を更に暖気状態時に近づけることができる。

【発明の効果】

50

【0018】

本発明によれば、低水温時でも、未燃HC・COの増加を十分抑制することができる。これにより、優れた予混合圧縮着火燃焼を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係わる燃焼制御装置の一実施形態を備えたディーゼルエンジンを示す概略構成図である。

【図2】図1に示した燃焼制御装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示したインジェクタ制御部により実行されるインジェクタ制御処理手順の詳細を示すフローチャートである。

10

【図4】高負荷時及び低負荷時におけるプレ燃料噴射、1回目のメイン燃料噴射及び2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量及び燃料噴射時期を示す図である。

【図5】暖気状態である場合、低水温時においてプレ燃料噴射及びEGRガスの減量を実施しない場合、低水温時においてプレ燃料噴射及びEGRガスの減量を実施する場合の熱発生率波形の一例を示すグラフである。

【図6】低水温時においてプレ燃料噴射を実施する場合に、高負荷時及び低負荷時における筒内平均温度波形及び熱発生率波形の一例を示すグラフである。

【図7】高負荷時におけるプレ燃料噴射、1回目のメイン燃料噴射及び2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量及び燃料噴射時期の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0020】

以下、本発明に係わる燃焼制御装置の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

図1は、本発明に係わる燃焼制御装置の一実施形態を備えたディーゼルエンジンを示す概略構成図である。同図において、本実施形態に係るディーゼルエンジン1は、予混合圧縮着火(PCCI)式の4気筒直列ディーゼルエンジンである。ディーゼルエンジン1はエンジン本体2を備え、このエンジン本体2には4つのシリンダ3が設けられている。

【0022】

各シリンダ3には、燃焼室4内に燃料を噴射するインジェクタ(燃料噴射弁)5がそれぞれ配設されている。インジェクタ5は複数の噴孔(図示せず)を有し、各噴孔から放射状に燃料を噴射する。各インジェクタ5はコモンレール6に接続されており、コモンレール6に貯留された高圧燃料が各インジェクタ5に常時供給されている。

30

【0023】

エンジン本体2には、燃焼室4内に空気を吸入するための吸気通路7がインテークマニホールド(吸気部)8を介して接続されている。また、エンジン本体2には、燃焼後の排気ガスを排出するための排気通路9がエキゾーストマニホールド(排気部)10を介して接続されている。

【0024】

吸気通路7には、上流側から下流側に向けてエアクリーナー11、ターボ過給機12のコンプレッサ13、インタークーラー14及びスロットルバルブ15が設けられている。スロットルバルブ15は、吸気通路7の通路面積を絞り、下流側に負圧を発生させ、後述する排気再循環(EGR)を可能とする。排気通路9には、ターボ過給機12のタービン16及び触媒付きDPF17が設けられている。

40

【0025】

また、ディーゼルエンジン1は、燃焼後の排気ガスの一部を燃焼室4内に還流する排気再循環(EGR)装置18を備えている。EGR装置18は、吸気通路7とエキゾーストマニホールド10とを繋ぐEGR通路19と、エキゾーストマニホールド10から吸気通路7への排気再循環ガス(EGRガス)の還流量を調整するEGRバルブ20と、EGR通路19を通るEGRガスを冷却するEGRクーラ21と、このEGRクーラ21をバイ

50

パスするように EGR 通路 19 に接続されたバイパス通路 22 と、EGR ガスの流路を EGR クーラ 21 側またはバイパス通路 22 側に切り替える切替弁 23 とを有している。

【0026】

上記の各インジェクタ 5、スロットルバルブ 15、EGR バルブ 20 及び切替弁 23 は、電子制御ユニット (ECU) 24 によって制御される。ECU 24 には、図 2 にも示すように、アクセル開度を検出するアクセル開度センサ 25 と、エンジン回転数を検出するエンジン回転センサ 26 と、図示しないピストンのクランク軸の角度 (クランク角) を検出するクランク角センサ 27 と、エンジン水温を検出する水温センサ (水温検出手段) 28 とが接続されている。

【0027】

ここで、インジェクタ 5、スロットルバルブ 15、EGR バルブ 20、切替弁 23、ECU 24 及びセンサ 25 ~ 28 は、本実施形態の燃焼制御装置 29 を構成している。このような燃焼制御装置 29 は、吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程という 1 サイクルにおいて各インジェクタ 5 から燃料を複数回に分けて噴射する分割噴射の予混合圧縮着火燃焼を行うように制御する。

【0028】

図 2 は、燃焼制御装置 29 の構成を示すブロック図である。同図において、ECU 24 は、エンジン負荷算出部 30 と、インジェクタ制御部 31 と、EGR 制御部 32 とを有している。

【0029】

エンジン負荷算出部 30 は、アクセル開度センサ 25 により検出されたアクセル開度、エンジン回転センサ 26 により検出されたエンジン回転数及びその他の条件に基づいて、エンジン負荷を算出する。

【0030】

インジェクタ制御部 31 は、エンジン負荷算出部 30 により算出されたエンジン負荷及びエンジン回転数から、燃料噴射回数、燃料噴射量及び燃料噴射時期の基本値を決定する。さらに、インジェクタ制御部 31 は、水温センサ 28 により検出されたエンジン水温に基づいて補正を行い、燃料噴射回数、燃料噴射量及び燃料噴射時期を決定し、各インジェクタ 5 を制御する。

【0031】

図 3 は、インジェクタ制御部 31 により実行されるインジェクタ制御処理手順の詳細を示すフローチャートである。

【0032】

同図において、まずエンジン負荷算出部 30 により算出されたエンジン負荷に基づいて、図 4 に示すように、1 回目のメイン燃料噴射 (第 1 の燃料噴射) 及びこの後に実施される 2 回目のメイン燃料噴射 (第 2 の燃料噴射) の燃料噴射量及び燃料噴射時期を決定する (手順 S101)。このとき、2 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量は、例えば 1 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量よりも少なくする。また、2 回目のメイン燃料噴射は、例えばクランク角が圧縮上死点 (TDC) 直前となる時期に開始する。

【0033】

続いて、水温センサ 28 により検出されたエンジン水温が所定温度 (例えば 80) よりも低いかどうかを判断する (手順 S102)。

【0034】

エンジン水温が所定温度よりも低くないと判断されたときは、手順 S101 で決定された燃料噴射量に従って 1 回目のメイン燃料噴射を実施するように、インジェクタ 5 を制御する (手順 S108)。続いて、手順 S101 で決定された燃料噴射量に従って 2 回目のメイン燃料噴射を実施するように、インジェクタ 5 を制御する (手順 S109)。

【0035】

手順 S102 でエンジン水温が所定温度よりも低いと判断されたときは、エンジン負荷及びエンジン水温に基づいて、図 4 に示すように、1 回目のメイン燃料噴射の前に実施さ

10

20

30

40

50

れるプレ燃料噴射（第3の燃料噴射）の燃料噴射量及び燃料噴射時期を決定する（手順S103）。

【0036】

このとき、プレ燃料噴射の燃料噴射量は、1回目及び2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量よりも少なくする。また、エンジン水温が低くなるほど、プレ燃料噴射の燃料噴射量を多くし、エンジン負荷が高くなるほど、プレ燃料噴射の燃料噴射量を少なくする。

【0037】

また、プレ燃料噴射と1回目のメイン燃料噴射との間隔は、インジェクタ5の隣接する噴孔からの噴霧の重なりや隙間を防ぐために、ポア、ストローク、インジェクタ5の噴孔数、スワール比等から算出される適切なインターバルとする。これにより、局所リッチ及び局所リーンが回避され、未燃分の燃料の生成が抑えられる。

【0038】

続いて、エンジン負荷が所定値よりも高いかどうかを判断する（手順S104）。エンジン負荷が所定値よりも高いと判断されたときは、図4(a)に示すように、1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量する（手順S105）。従って、手順S101で設定された1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量が補正されることとなる。一方、エンジン負荷が所定値よりも高くないと判断されたときは、図4(b)に示すように、2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量する（手順S106）。従って、手順S101で設定された2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量が補正されることとなる。

【0039】

手順S105、S106を実行した後、手順S103で設定された燃料噴射量に従ってプレ燃料噴射を実施するように、インジェクタ5を制御する（手順S107）。続いて、手順S101で設定された燃料噴射量または手順S105で補正された燃料噴射量に従って1回目のメイン燃料噴射を実施するように、インジェクタ5を制御する（手順S108）。続いて、手順S101で設定された燃料噴射量または手順S106で補正された燃料噴射量に従って2回目のメイン燃料噴射を実施するように、インジェクタ5を制御する（手順S109）。

【0040】

図2に戻り、EGR制御部32は、エンジン水温に応じて、EGRバルブ20及び切替弁23を制御する。具体的には、EGR制御部32は、エンジン水温が低くなるほどEGRガスの流量が減少するように、EGRバルブ20を制御する。また、EGR制御部32は、エンジン水温が予め設定された基準温度以下であるかどうかを判断し、エンジン水温が基準温度よりも高いときは、EGRガスがEGRクーラ21を通るように切替弁23を制御し、エンジン水温が基準温度以下であるときは、EGRガスがバイパス通路22を通るように切替弁23を制御する。

【0041】

以上において、ECU24のインジェクタ制御部31の上記手順S101、S108、S109は、第1の燃料噴射を実施してから第2の燃料噴射を実施するように燃料噴射弁5を制御する第1の噴射弁制御手段を構成する。同手順S102は、水温検出手段28により検出されたエンジンの水温が所定温度よりも低いかどうかを判断する判断手段を構成する。同手順S103～S107は、判断手段によりエンジンの水温が所定温度よりも低いと判断されたときに、第1の燃料噴射を実施する前に第3の燃料噴射を実施するように燃料噴射弁5を制御する第2の噴射弁制御手段を構成する。

【0042】

また、アクセル開度センサ25とエンジン回転センサ26とECU24のエンジン負荷算出部30とは、エンジンの負荷を検出する負荷検出手段を構成する。ECU24のEGR制御部32とEGRバルブ20とは、水温検出手段28により検出されたエンジンの水温に応じて、燃焼室4内に存在する空気と燃料との比率を制御する空燃比制御手段を構成する。ECU24のEGR制御部32と切替弁23とは、水温検出手段28により検出さ

10

20

30

40

50

れたエンジンの水温に応じて、排気再循環ガスの流路を排気再循環クーラ 2 1 側またはバイパス通路 2 2 側に切り替える流路切り替え手段を構成する。

【 0 0 4 3 】

以上のように構成した本実施形態において、エンジン 1 が通常の暖気状態（例えば 8 0 以上）にあるときは、プレ燃料噴射が実施されずに、1 回目のメイン燃料噴射及び 2 回目のメイン燃料噴射が順に実施される。すると、1 回目及び 2 回目のメイン燃料噴射の終了後にそれぞれ所定期間を経て、燃料と空気との予混合気の着火が開始されるため、図 5 の破線 P で示すように、二山形状の熱発生率波形（燃焼波形）が得られる。

【 0 0 4 4 】

一方、エンジン 1 が低水温状態にあるときに、プレ燃料噴射を実施せずに、1 回目のメイン燃料噴射及び 2 回目のメイン燃料噴射を順に実施した場合には、燃料と空気との予混合気の着火時期が暖気状態時に比べて遅れるため、燃焼波形としては、図 5 の 1 点鎖線 Q で示すようになる。

【 0 0 4 5 】

これに対し本実施形態のように、エンジン 1 が低水温状態にあるときに、プレ燃料噴射を実施してから 1 回目のメイン燃料噴射及び 2 回目のメイン燃料噴射を順に実施すると共に、EGR ガスの流量を減少させるようにすると、図 5 の実線 R で示すように、燃焼波形が暖気状態時にほぼ一致するようになる。その理由は、以下の通りである。

【 0 0 4 6 】

即ち、プレ燃料噴射を実施すると、そのプレ燃料噴射の予熱によって着火時期が進角する。また、EGR ガスの流量を減少させることにより、空気と燃料との比率（空燃比）がリーン状態となり、良好な燃焼性が確保されるため、着火遅れ期間が短縮される。以上により、着火時期が適切な時期となるため、燃焼波形が暖気状態時にほぼ一致する。

【 0 0 4 7 】

このとき、エンジン 1 が低負荷状態にあるときは、上述したように 2 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するため、プレ燃料噴射の燃料噴射量と 1 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量との合計量が増加する。一方、エンジン 1 が高負荷状態にあるときは、上述したように 1 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するため、プレ燃料噴射の燃料噴射量と 1 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量との合計量は変わらない。

【 0 0 4 8 】

この制御の違いによる作用を、図 6 により説明する。同量の燃料を低負荷状態の制御パターン（破線 X）で噴射した場合には、高負荷状態の制御パターン（実線 Y）で噴射した場合と比較して、筒内平均温度が高くなり、その結果として熱発生率が高くなる。従って、燃料を低負荷状態の制御パターンで噴射することで、未燃 HC・CO を低減することができる。

【 0 0 4 9 】

以上のように本実施形態にあっては、エンジン水温が所定温度よりも低いときは、1 回目のメイン燃料噴射の前にプレ燃料噴射を実施し、その後に 1 回目のメイン燃料噴射及び 2 回目のメイン燃料噴射を順次実施するので、プレ燃料噴射による予熱で着火時期が進角し、燃焼波形が暖気状態時に近づくようになる。このとき、プレ燃料噴射ではエンジン水温に応じた燃料噴射量を設定するので、プレ燃料噴射及び 1 回目のメイン燃料噴射による燃焼が活発化される。これにより、未燃 HC・CO を低減することができる。

【 0 0 5 0 】

また、エンジン水温が低い状態においてエンジン負荷が所定値以下であるときは、2 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するので、1 回目のメイン燃料噴射による燃焼が活発化される。これにより、未燃 HC・CO を低減することができる。また、予混合度合いが低い 2 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量が減少すると共に、予混合度合いが高いプレ燃料噴射及び 1 回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量の合計が増加するため、NO_x やスモークを低減することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

さらに、エンジン水温が低い状態においてエンジン負荷が所定値よりも高いときは、1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するので、1回目のメイン燃料噴射による過度な燃焼の活発化が抑えられる。従って、燃焼騒音の増大を抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

また、エンジン水温が低くなるほど、EGRガスの流量を減少させて空燃比をリーン状態とするので、燃焼が活発化する。さらに、エンジン水温が基準温度以下であるときは、切替弁23をEGRクーラ21側からバイパス通路22側に切り替えるので、EGRガスがバイパス通路22を通るようになり、EGRクーラ21で冷やされない高温状態のEGRガスが燃焼室4内に再循環され、燃焼が安定化する。以上により、着火遅れが少なくなり、燃焼波形が暖気状態時に更に近づくようになる。その結果、未燃HC・COの増加を一層抑制することができる。

10

【 0 0 5 3 】

以上のように本実施形態によれば、低水温時においても、暖気後と同様な予混合圧縮着火燃焼を実現し、HCやCO、燃焼騒音及びエミッションの増大を十分抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば上記実施形態では、エンジン負荷が所定値よりも高いときは、1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するようにした(図4(a)参照)が、エンジン負荷が所定値よりも高い場合でも、燃焼騒音の増加を許容できるのであれば、図7に示すように、2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量しても良い。この場合には、予混合度合いが低い2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量が減少するので、スモークの低減に寄与することができる。

20

【 0 0 5 5 】

また、上記実施形態では、プレ燃料噴射の燃料噴射量分をメイン燃料噴射の燃料噴射量から減量するにあたり、エンジン負荷と1つの所定値との比較結果に基づいて、1回目または2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量のどちら側からプレ燃料噴射の燃料噴射量分を減量するかを決定したが、エンジン負荷との比較に用いる所定値は、1つに限定されるものではない。例えば、第1の所定値と、この第1の所定値よりも小さい第2の所定値とを定め、エンジン負荷が第1の所定値よりも大きな高負荷時には、1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量から減量し、エンジン負荷が第2の所定値よりも小さな低負荷時には、2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量から減量し、エンジン負荷が第1の所定値以下で第2の所定値以上の中負荷時には、1回目及び2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量の両方から減量しても良い。つまり、少なくとも、高負荷側に1回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量から減量する領域が設定され、低負荷側に2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量から減量する領域が設定されていれば良い。なお、中負荷時において、1回目及び2回目のメイン燃料噴射の燃料噴射量の両方から減量する場合には、一律で同量を減量しても良く、或いは各メイン燃料噴射の燃料噴射量から減らす量を徐変させても良い。

30

40

【 0 0 5 6 】

さらに、上記実施形態では、切替弁23により排気再循環ガスの流路を排気再循環クーラ21側またはバイパス通路22側に切り替えているが、単なる切り替えに限定されず、例えば排気再循環ガスの流量の徐変領域を設けても良い。

【 0 0 5 7 】

また、上記実施形態では、エンジン水温に応じて、EGRバルブ20によりEGRガスの流量を調整することで、燃焼室4内の空燃比を制御するようにしたが、特にその手法には限られず、エンジン水温に応じて、スロットルバルブ15により空気の吸入量を調整することで、燃焼室4内の空燃比を制御しても良い。また、エンジン水温に応じてEGRバルブ20及びスロットルバルブ15の両方を制御しても良い。

50

【0058】

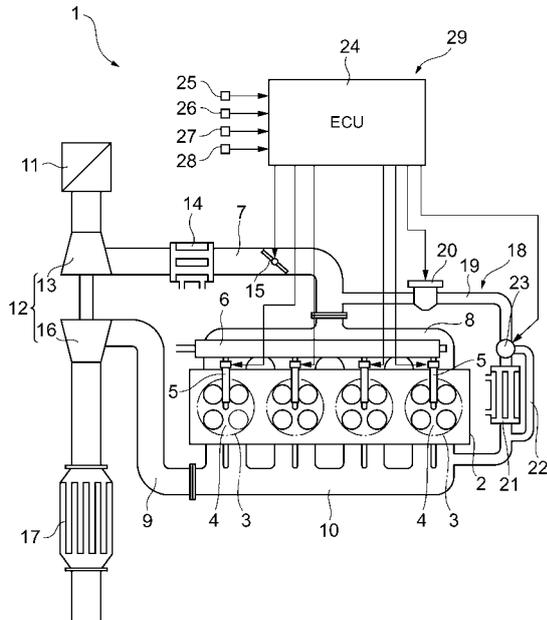
さらに、上記実施形態では、1サイクル毎に2回のメイン燃料噴射を実施しているが、1サイクル毎にメイン燃料噴射を3回以上実施しても良い。

【符号の説明】

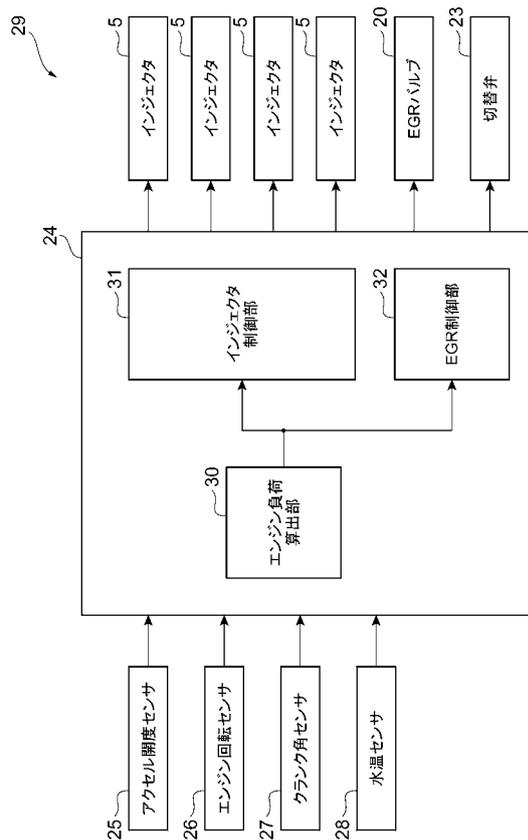
【0059】

1...ディーゼルエンジン、4...燃焼室、5...インジェクタ（燃料噴射弁）、8...インターマニホールド（吸気部）、10...エキゾーストマニホールド（排気部）、15...スロットルバルブ（空燃比制御手段）、19...EGR通路（排気再循環通路）、20...EGRバルブ（空燃比制御手段）、21...EGRクーラ（排気再循環クーラ）、22...バイパス通路、23...切替弁（流路切り替え手段）、24...ECU（制御手段）、25...アクセル開度センサ（負荷検出手段）、26...エンジン回転センサ（負荷検出手段）、28...水温センサ（水温検出手段）、29...燃焼制御装置、30...エンジン負荷算出部（負荷検出手段）、31...インジェクタ制御部（第1の噴射弁制御手段、判断手段、第2の噴射弁制御手段）、32...EGR制御部（空燃比制御手段、流路切り替え手段）。

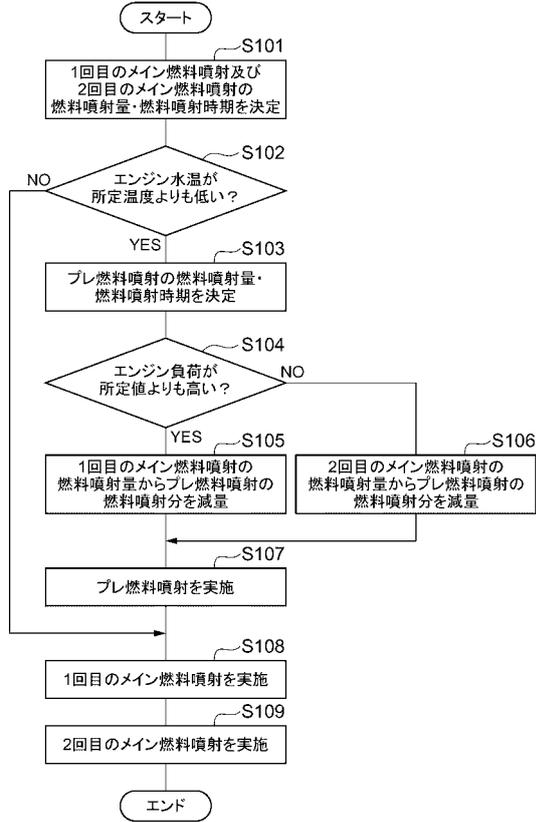
【図1】



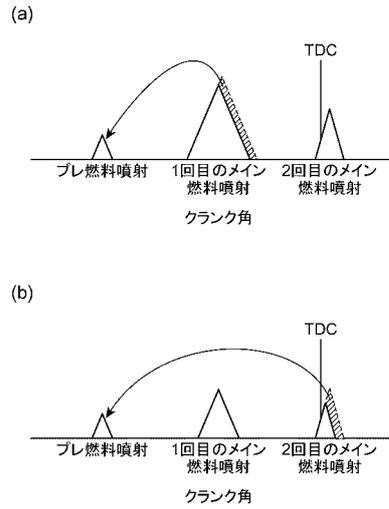
【図2】



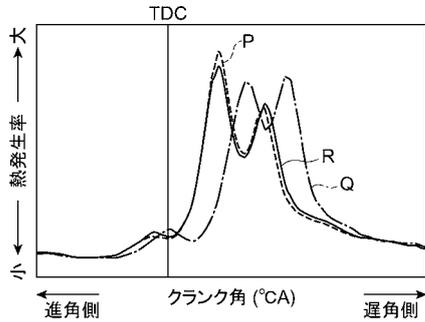
【図3】



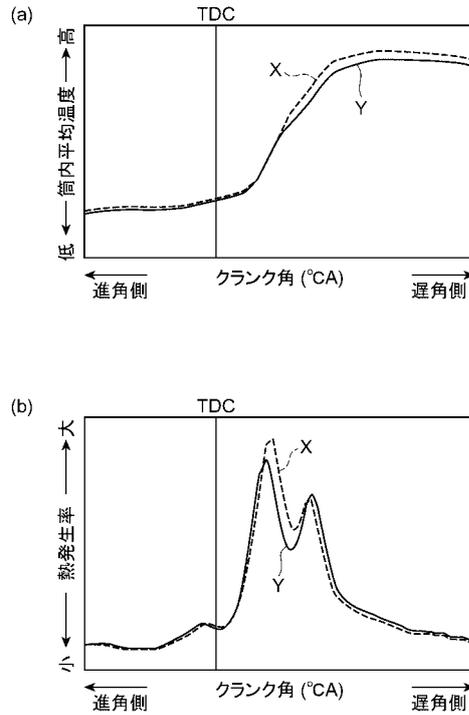
【図4】



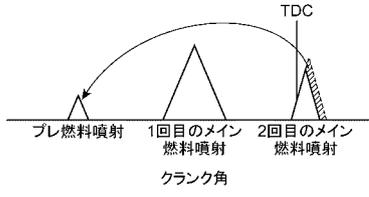
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 41/04 3 8 0 L
F 0 2 D 41/04 3 8 5 C
F 0 2 D 41/40 C
F 0 2 D 41/40 D
F 0 2 D 41/04 3 5 5
F 0 2 D 21/08 3 0 1 D
F 0 2 D 21/08 3 0 1 C
F 0 2 D 43/00 3 0 1 E
F 0 2 D 43/00 3 0 1 H
F 0 2 D 43/00 3 0 1 J
F 0 2 D 43/00 3 0 1 N

(72)発明者 河合 謹
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

審査官 村山 達也

(56)参考文献 特開2007-211594(JP,A)
国際公開第2010/082304(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0
F 0 2 D 2 1 / 0 8
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 M 2 5 / 0 7