

(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2010-31745

(P2010-31745A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F02D 41/04 (2006.01)	F02D 41/04 385 J	3G062
F02M 25/07 (2006.01)	F02M 25/07 570 J	3G301
F02D 41/38 (2006.01)	F02D 41/38 B	3G384
F02D 45/00 (2006.01)	F02D 45/00 340 D	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-194819 (P2008-194819)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年7月29日 (2008.7.29)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100095566
			弁理士 高橋 友雄
		(72) 発明者	山口 聡
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	畑野 潤一
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	坂本 英樹
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

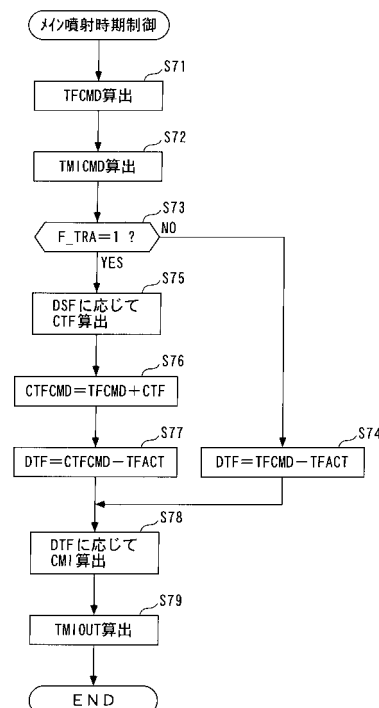
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の過渡運転時において、燃焼音を抑制でき、良好な燃費および排ガス特性を得ることができる内燃機関の制御装置を提供する。

【解決手段】 制御装置1は、EGRガスの量EGRACTを制御し(ステップ52、55~57)、気筒3b内の燃料の燃焼状態を表す燃焼状態パラメータTFACT、SFAC Tを検出し(ステップ6、11)、内燃機関3の運転状態NE、PMCMDに応じて、燃焼状態パラメータの目標となる目標燃焼状態パラメータSFCMD、TFCMDを設定し(ステップ12、71)、内燃機関3の過渡運転時に、目標燃焼状態パラメータTFCMDを燃焼状態パラメータSFAC Tとの比較結果DSFに基づいて補正した補正後目標燃焼状態パラメータCTFCMDに、燃焼状態パラメータTFAC Tがなるように、気筒3b内への燃料の噴射時期TMICMDを補正する(ステップ76~79)。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

既燃ガスの一部を E G R ガスとして気筒内に存在させる E G R 装置が設けられ、前記気筒内に燃料が噴射される内燃機関において、当該内燃機関の動作を制御する内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

当該検出された内燃機関の運転状態に応じて、前記 E G R ガスの量を制御する E G R ガス量制御手段と、

前記気筒内における燃料の燃焼状態を表す燃焼状態パラメータを検出する燃焼状態パラメータ検出手段と、

前記内燃機関の運転状態に応じて、前記燃焼状態パラメータの目標となる目標燃焼状態パラメータを設定する目標燃焼状態パラメータ設定手段と、

前記内燃機関が過渡運転状態にあるか否かを判定する過渡運転判定手段と、

前記内燃機関が過渡運転状態にあると判定されているときに、前記目標燃焼状態パラメータと前記燃焼状態パラメータとの比較結果に基づき、前記目標燃焼状態パラメータを補正することによって、補正後目標燃焼状態パラメータを算出する補正後目標燃焼状態パラメータ算出手段と、

前記内燃機関が過渡運転状態にあると判定されているときに、前記燃焼状態パラメータが前記補正後目標燃焼状態パラメータになるように、前記気筒内への燃料の噴射時期を補正する燃料噴射時期補正手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記燃焼状態パラメータには、前記気筒内に供給された燃料の着火時期、前記気筒内への燃料の噴射時期から前記着火時期までの着火遅れ期間、および、前記気筒内の圧力の変化率の少なくとも 1 つが含まれることを特徴とする、請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記目標燃焼状態パラメータと前記燃焼状態パラメータとの乖離度合を表す乖離度合パラメータを算出する乖離度合パラメータ算出手段と、

当該乖離度合パラメータ算出手段により今回までに算出された複数の乖離度合パラメータに基づいて、前記乖離度合パラメータの学習値を算出する学習手段と、をさらに備え、

前記 E G R ガス量制御手段は、前記算出された乖離度合パラメータの学習値にさらに応じて、前記 E G R ガスの量を制御することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記内燃機関では、前記気筒内への燃料の噴射として、パイロット噴射とメイン噴射が順次、行われ、

前記燃料噴射時期補正手段は、前記メイン噴射の時期を補正し、

前記乖離度合パラメータの学習値に応じて、前記パイロット噴射の時期および前記パイロット噴射による燃料量の少なくとも一方を制御するパイロット噴射制御手段をさらに備えることを特徴とする、請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記学習手段は、前記内燃機関が過渡運転状態にあると判定されているという条件、および、前回の乖離度合パラメータの学習値の算出から所定期間が経過していないという条件の少なくとも一方が成立しているときに、前記乖離度合パラメータの学習値の算出を禁止することを特徴とする、請求項 3 または 4 に記載の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、既燃ガスの一部を E G R ガスとして気筒内に存在させる E G R 装置が設けら

10

20

30

40

50

れ、気筒内に燃料が噴射される内燃機関において、その動作を制御する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の内燃機関の制御装置として、例えば特許文献1に開示されたものが知られている。この内燃機関はディーゼルエンジン（以下、単に「エンジン」という）であり、このエンジンには、排ガスの一部をEGRガスとして吸気管に還流させるための外部EGR装置が設けられていて、この外部EGR装置は、EGRガスの量（以下、単に「EGRガス量」という）を制御するためのEGR制御弁を有している。この従来の制御装置では、エンジンにおける燃料噴射量、燃料噴射時期およびEGRガス量が、次のようにして制御される。まず、エンジンの運転状態に応じて、第1、第2および第3の燃焼圧特性値を算出する。この第1燃焼圧特性値は、エンジンにおける実際の燃料噴射量と密接な相関関係を有し、第2燃焼圧特性値は、気筒内での燃料の燃焼の実際の終了タイミングと密接な相関関係を有し、第3燃焼圧特性値は、実際のEGR率（気筒内に吸入されたガスに対するEGRガス量の割合）と密接な相関関係を有している。

10

【0003】

次に、エンジンの運転状態に応じ、あらかじめ定められた所定のマップを検索することによって、第1～第3の燃焼圧特性値の目標値を算出する。これらの目標値は、エンジンの最適な燃焼状態が得られるように設定されている。そして、第1燃焼圧特性値の実際値が目標値になるように、燃料噴射量を制御するとともに、第2燃焼圧特性値の実際値が目標値になるように、燃料噴射時期を制御する。また、第3燃焼圧特性値の実際値が目標値になるように、EGR制御弁の開度を制御し、EGRガス量を制御する。以上により、この従来の制御装置では、内燃機関において最適な燃焼状態を得るようにしている。

20

【0004】

一般に、外部EGRガス装置は、排ガスの一部を吸気管に還流させるため、そのEGR制御弁の開度を変更しても、EGRガス量は、すぐには変化せず、遅れをもって変化する。また、エンジンの負荷が急激に変化する過渡運転時には、エンジンの最適な燃焼状態が得られるようなEGRガス量も急激に変化する。これに対し、上述した従来の制御装置では、所定のマップの検索により算出した第3燃焼圧特性値の目標値に応じてEGR制御弁の開度を制御するにすぎないので、エンジンの過渡運転時、EGRガス量を適切に制御できない場合がある。その場合には、気筒内における燃料の燃焼状態が不安定になることによって、エンジンにおける燃焼音の過大化や、燃費および排ガステ性の悪化を招いてしまう。

30

【0005】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、内燃機関の過渡運転時において、燃焼音を抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性を得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する。

【0006】

【特許文献1】特開2005-248703号公報

【発明の開示】

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、既燃ガスの一部をEGRガスとして気筒3b内に存在させるEGR装置14が設けられ、気筒3b内に燃料が噴射される内燃機関3において、内燃機関3の動作を制御する内燃機関の制御装置1であって、内燃機関3の運転状態を検出する運転状態検出手段（実施形態における（以下、本項において同じ）クランク角センサ32、アクセル開度センサ36、ECU2、ステップ41）と、検出された内燃機関3の運転状態（エンジン回転数NE、要求トルクPMCMD）に応じて、EGRガスの量（実EGRガス量EGRACT）を制御するEGRガス量制御手段（ECU2、ステップ52および55～57）と、気筒3b内における燃料の燃焼状態を表す

50

燃焼状態パラメータ（実着火時期 T F A C T、実着火遅れ S F A C T）を検出する燃焼状態パラメータ検出手段（筒内圧センサ 3 1、E C U 2、ステップ 6、ステップ 1 1）と、内燃機関 3 の運転状態に応じて、燃焼状態パラメータの目標となる目標燃焼状態パラメータ（目標着火時期 T F C M D、目標着火遅れ S F C M D）を設定する目標燃焼状態パラメータ設定手段（E C U 2、ステップ 7 1、ステップ 1 2）と、内燃機関 3 が過渡運転状態にあるか否かを判定する過渡運転判定手段（E C U 2、図 6）と、内燃機関 3 が過渡運転状態にあると判定されているときに、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータとの比較結果（着火遅れ偏差 D S F）に基づき、目標燃焼状態パラメータを補正することによって、補正後目標燃焼状態パラメータ（補正後目標着火時期 C T F C M D）を算出する補正後目標燃焼状態パラメータ算出手段（E C U 2、ステップ 7 6）と、内燃機関 3 が過渡運転状態にあると判定されているときに、燃焼状態パラメータが補正後目標燃焼状態パラメータになるように、気筒 3 b 内への燃料の噴射時期（目標メイン噴射時期 T M I C M D）を補正する燃料噴射時期補正手段（E C U 2、ステップ 7 7 ~ 7 9）と、を備えることを特徴とする。

10

【0008】

この内燃機関の制御装置によれば、E G R ガスの量（以下、単に「E G R ガス量」という）が、検出された内燃機関の運転状態に応じ、E G R ガス量制御手段によって制御される。これにより、E G R ガス量を、内燃機関の運転状態に応じた適正な量に制御することができる。

20

【0009】

また、気筒内における燃料の燃焼状態を表す燃焼状態パラメータが、燃焼状態パラメータ検出手段によって検出されるとともに、燃焼状態パラメータの目標値である目標燃焼状態パラメータが、検出された内燃機関の運転状態に応じ、目標燃焼状態パラメータ設定手段によって設定される。さらに、内燃機関が過渡運転状態にあるか否かが、過渡運転判定手段によって判定されるとともに、過渡運転状態にあると判定されているときに、補正後目標燃焼状態パラメータ算出手段によって、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータとの比較結果に基づき、目標燃焼状態パラメータを補正することで、補正後目標燃焼状態パラメータが算出される。また、内燃機関が過渡運転状態にあると判定されているときに、燃焼状態パラメータが補正後目標燃焼状態パラメータになるように、気筒内への燃料の噴射時期（以下「燃料噴射時期」という）が、燃料噴射時期補正手段によって補正される。

30

【0010】

過渡運転時において、E G R ガス量の応答遅れによって気筒内における燃料の燃焼状態が変動すると、適正な燃焼状態を表す目標燃焼状態パラメータに対する燃焼状態パラメータの隔たりは大きくなる。このため、過渡運転時において、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータとの比較結果は、E G R ガス量の応答遅れの度合を良好に表す。したがって、本発明によれば、内燃機関の過渡運転時、E G R ガス量の応答遅れに応じた補正量で目標燃焼状態パラメータを補正した補正後目標燃焼状態パラメータを算出することが可能である。また、燃料噴射時期は、E G R ガス量よりも高い応答特性を有するので、過渡運転時にも、大きな応答遅れを伴わずに制御可能である。したがって、上記のような補正後目標燃焼状態パラメータに基づく上述した燃料噴射時期の制御を行うことによって、E G R ガス量の応答遅れによる燃焼状態への影響を補償でき、気筒内における燃料の適正な燃焼状態を得ることができる。その結果、内燃機関の過渡運転時において、燃焼音を抑制できるとともに、良好な燃費および排ガス特性を得ることができる。

40

【0011】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置 1 において、燃焼状態パラメータには、気筒 3 b 内に供給された燃料の着火時期（実着火時期 T F A C T）、気筒 3 b 内への燃料の噴射時期から着火時期までの着火遅れ期間（実着火遅れ S F A C T）、および、気筒 3 b 内の圧力の変化率の少なくとも 1 つが含まれることを特徴とする。

【0012】

50

この構成によれば、気筒内における燃料の燃焼状態を表す燃焼状態パラメータとして、気筒内に供給された燃料の着火時期、燃料噴射時期から着火時期までの着火遅れ期間、および、気筒内の圧力の変化率の少なくとも１つが用いられる。これらのパラメータはいずれも、気筒内における燃料の燃焼状態と密接な相関関係を有するので、燃焼状態パラメータに応じた燃料噴射時期の補正を適切に行うことができ、ひいては、過渡運転時において、燃焼音を確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガスを確実に得ることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の制御装置 1 において、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータとの乖離度合を表す乖離度合パラメータ（着火遅れ偏差 D S F ）を算出する乖離度合パラメータ算出手段（ E C U 2 、ステップ 1 3 ）と、乖離度合パラメータ算出手段により今回までに算出された複数の乖離度合パラメータに基づいて、乖離度合パラメータの学習値（学習値 G D S F ）を算出する学習手段（ E C U 2 、ステップ 2 4 ~ 2 6 ）と、をさらに備え、 E G R ガス量制御手段は、算出された乖離度合パラメータの学習値にさらに応じて、 E G R ガスの量を制御する（ステップ 5 4 ~ 5 7 ）ことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータとの乖離度合を表す乖離度合パラメータが、乖離度合パラメータ算出手段によって算出されるとともに、乖離度合パラメータの学習値が、今回までに算出された複数の乖離度合パラメータに基づき、学習手段によって算出される。また、 E G R ガス量が、算出された乖離度合パラメータの学習値にさらに応じて制御される。請求項 1 の作用で述べた内燃機関の運転状態に応じた E G R ガス量の制御だけでは、燃料の性状や、 E G R 装置の動作特性、湿度などの環境要因の変化による影響によって適正な燃焼状態が得られないことがあり、その場合には、目標燃焼状態パラメータと燃焼状態パラメータの間に隔たりが生じる。そのような場合でも、本発明によれば、上述した乖離度合パラメータにさらに応じた E G R ガス量の制御によって、燃料の性状などの変化による影響を補償でき、それにより、目標燃焼状態パラメータで表されるような適正な燃焼状態が得られるので、燃焼音を抑制できるとともに、良好な燃費および排ガスを得ることができる。

【 0 0 1 5 】

また、この場合、 E G R ガス量の制御に、今回までに算出された複数の乖離度合パラメータに基づいて算出された学習値を用いるので、燃焼状態パラメータ検出手段で検出された燃焼状態パラメータなどに含まれるノイズや実際の燃焼状態の変動などによって、燃焼状態パラメータが一時的に変動した場合でも、それによる影響を抑制しながら、 E G R ガス量の制御を適切に行うことができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 に係る発明は、請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置 1 において、内燃機関 3 では、気筒 3 b 内への燃料の噴射として、パイロット噴射とメイン噴射が順次、行われ、燃料噴射時期補正手段は、メイン噴射の時期（目標メイン噴射時期 T M I C M D ）を補正し、乖離度合パラメータの学習値に応じて、パイロット噴射の時期およびパイロット噴射による燃料量の少なくとも一方を制御するパイロット噴射制御手段（ E C U 2 、ステップ 6 3 、 6 4 、 6 6 、および 6 7 ）をさらに備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、パイロット噴射の時期（以下「パイロット噴射時期」という）およびパイロット噴射による燃料量（以下「パイロット噴射量」という）の少なくとも一方が、乖離度合パラメータの学習値に応じ、パイロット噴射制御手段によって制御される。このため、燃料の性状などの変化による影響によって適正な燃焼状態が得られないような場合でも、上述した燃焼状態パラメータに応じたパイロット噴射時期および／またはパイロット噴射量の制御により、燃料の性状などの変化による影響をより適切に補償することができる。それにより、目標燃焼状態パラメータで表されるような適正な燃焼状態が確実に

得られるので、燃焼音を確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性を確実に得ることができる。また、上記のパイロット噴射時期およびパイロット噴射量の制御においても、請求項３のＥＧＲガス量の制御と同様、乖離度合パラメータの学習値を用いるので、燃焼状態パラメータが一時的に変動した場合でも、それによる影響を抑制しながら、パイロット噴射時期およびパイロット噴射量の制御を適切に行うことができる。

【００１８】

請求項５に係る発明は、請求項３または４に記載の内燃機関の制御装置１において、学習手段は、内燃機関３が過渡運転状態にあると判定されているという条件、および、前回の乖離度合パラメータの学習値の算出から所定期間（所定時間ＴＲＥＦ）が経過していないという条件の少なくとも一方が成立しているとき（ステップ２１：ＹＥＳ、ステップ２２：ＮＯ）に、乖離度合パラメータの学習値の算出を禁止することを特徴とする。

10

【００１９】

この構成によれば、内燃機関の過渡運転時に、および／または、前回の乖離度合パラメータの学習値の算出から所定期間が経過していないときに、乖離度合パラメータの学習値の算出が禁止される。内燃機関の過渡運転時には、内燃機関の運転状態が急激に変化することから、それ以外の場合よりも燃焼状態が大きく変化するので、そのような過渡運転時における乖離度合パラメータは、燃焼状態への燃料の性状や、ＥＧＲ装置の動作特性、湿度などの環境要因の変化による影響の度合を良好には表さない。したがって、そのような過渡運転時に、上述したように乖離度合パラメータの学習値の算出を行わないようにすることにより、この学習値に応じたＥＧＲガス量などの制御によって燃料の性状などの変化による影響をより適切に補償することができ、ひいては、燃焼音をより確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性をより確実に得ることができる。

20

【００２０】

また、ＥＧＲ装置の動作特性などは、すぐには変化しないので、それによる燃焼状態への影響を補償するためには、乖離度合パラメータの学習値の算出は、ある程度の期間をおいて行えば十分である。したがって、上述したように、前回の算出から所定期間が経過していることを条件として、乖離度合パラメータの学習値の算出を行うことによって、ＥＧＲ装置の動作特性などの変化による影響を適切に補償しながら、制御装置の演算負荷を軽減することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について説明する。図２は、本発明の第１実施形態による内燃機関の制御装置１を概略的に示しており、同図に示すように、制御装置１は、後述するＥＣＵ２や各種のセンサを備えている。

【００２２】

また、図１は、制御装置１を適用した内燃機関３を概略的に示しており、この内燃機関（以下「エンジン」という）３は、車両（図示せず）に駆動源として搭載されたディーゼルエンジンである。図１に示すように、エンジン３のシリンダヘッド３ａには、吸気管４および排気管５が接続されるとともに、燃料噴射弁（以下「インジェクタ」という）６が、気筒３ｂ内のピストン３ｃに臨むように取り付けられている。

40

【００２３】

このインジェクタ６は、コモンレールを介して、高圧ポンプおよび燃料タンク（いずれも図示せず）に順に接続されている。この高圧ポンプは、燃料タンクの燃料を、高圧に昇圧した後、コモンレールを介してインジェクタ６に送り、インジェクタ６はこの燃料を気筒３ｂ内に噴射する。エンジン３では、この燃料噴射として、エンジン３の吸気行程中から圧縮行程中の任意の期間に燃料を噴射するパイロット噴射と、圧縮行程中に燃料を噴射するメイン噴射の双方が、実行される。また、パイロット噴射用およびメイン噴射用の燃料噴射量および燃料噴射時期は、ＥＣＵ２によって制御される。以下、パイロット噴射用の燃料噴射時期および燃料噴射量をそれぞれ、「パイロット噴射時期」および「パイロット噴射量」といい、メイン噴射用の燃料噴射時期を「メイン噴射時期」という。なお、本

50

実施形態では、パイロット噴射時期およびメイン噴射時期はそれぞれ、パイロット噴射およびメイン噴射の終了タイミングとして定義されている。

【0024】

また、インジェクタ6には、筒内圧センサ31が一体に取り付けられている。この筒内圧センサ31は、リング状の圧電素子で構成されており、気筒3b内の圧力の変化量（以下「筒内圧変化量」という）DPVを表す検出信号をECU2に出力する。ECU2は、この筒内圧変化量DPVに基づき、気筒3b内の圧力（以下「筒内圧」という）を後述するようにして算出する。

【0025】

さらに、エンジン3のクランクシャフト3dには、マグネットロータ32aが取り付けられており、このマグネットロータ32aとMREピックアップ32bによって、クランク角センサ32が構成されている。このクランク角センサ32は、クランクシャフト3dの回転に伴い、パルス信号であるCRK信号およびTDC信号をECU2に出力する。このCRK信号は、所定のクランク角（例えば1°）ごとに出力される。ECU2は、CRK信号に基づき、エンジン3の回転数（以下「エンジン回転数」という）NEを求める。TDC信号は、ピストン3cが吸気行程開始時のTDC（上死点）付近の所定クランク角度位置にあることを表す信号である。

【0026】

また、吸気管4には、過給装置7が設けられており、過給装置7は、ターボチャージャで構成された過給機8と、これに連結されたアクチュエータ9と、ベーン開度制御弁10を備えている。

【0027】

過給機8は、吸気管4に設けられた回転自在のコンプレッサブレード8aと、排気管5に設けられた回転自在のタービンブレード8bおよび複数の回転自在の可変ベーン8c（2つのみ図示）と、これらのブレード8a、8bを一体に連結するシャフト8dとを有している。過給機8は、排気管5内の排ガスによりタービンブレード8bが回転駆動されるのに伴い、これと一体のコンプレッサブレード8aが回転駆動されることによって、吸気管4内の吸入空気を加圧する過給動作を行う。

【0028】

アクチュエータ9は、負圧によって作動するダイヤフラム式のものであり、各可変ベーン8cに機械的に連結されている。アクチュエータ9には、負圧ポンプから負圧供給通路（いずれも図示せず）を介して負圧が供給され、この負圧供給通路の途中に、ベーン開度制御弁10が設けられている。ベーン開度制御弁10は、電磁弁で構成されており、その開度がECU2からの駆動信号で制御されることにより、アクチュエータ9への供給負圧が変化し、それに伴い、可変ベーン8cの開度が変化することにより、過給圧が制御される。

【0029】

さらに、吸気管4の過給機8よりも下流側には、上流側から順に、水冷式のインタークーラ11とスロットル弁12が設けられている。このインタークーラ11は、過給装置7の過給動作により吸入空気の温度が上昇したときなどに、吸入空気を冷却するものである。上記のスロットル弁12には、例えば直流モータで構成されたアクチュエータ12aが接続されており、スロットル弁12の開度は、このアクチュエータ12aに供給される電流のデューティ比をECU2で制御することによって、制御される。

【0030】

また、吸気管4には、インタークーラ11とスロットル弁12の間に過給圧センサ33が設けられている。この過給圧センサ33は、吸気管4内の過給圧PACTを検出し、その検出信号をECU2に出力する。

【0031】

さらに、エンジン3には、EGR管14aおよびEGR制御弁14bを有するEGR装置14が設けられている。EGR管14aは、吸気管4と排気管5の間に、具体的には、

10

20

30

40

50

吸気管 4 のスロットル弁 1 2 よりも下流側と排気管 5 の過給機 8 よりも上流側とをつなぐように接続されている。この EGR 管 1 4 a を介して、エンジン 3 の排ガスの一部が吸気管 4 に EGR ガスとして還流し、それにより、気筒 3 b 内の燃焼温度が低下することによって、排ガス中の NOx が低減される。

【0032】

上記の EGR 制御弁 1 4 b は、EGR 管 1 4 a に取り付けられたリニア電磁弁で構成されており、そのバルブリフト量が、ECU 2 からの駆動信号によってリニアに制御されることによって、EGR ガスの量（以下、単に「EGR ガス量」という）が制御される。EGR 制御弁 1 4 b のバルブリフト量 LACT は、バルブリフト量センサ 3 4 によって検出され、その検出信号は ECU 2 に出力される。

10

【0033】

また、EGR 装置 1 4 には EGR ガスを冷却するための EGR 冷却装置 1 5 が設けられており、この EGR 冷却装置 1 5 は、バイパス通路 1 5 a と、EGR 通路切換弁 1 5 b と、EGR 管 1 4 a の EGR 制御弁 1 4 b よりも下流側に設けられた EGR クーラ 1 5 c を有している。このバイパス通路 1 5 a は、EGR 管 1 4 a の EGR 制御弁 1 4 b よりも下流側に、EGR クーラ 1 5 c をバイパスするように設けられており、上記の EGR 通路切換弁 1 5 b はバイパス通路 1 5 a の分岐部に取り付けられている。EGR 通路切換弁 1 5 b は、ECU 2 による制御によって、EGR 管 1 4 a の EGR 通路切換弁 1 5 b よりも下流側の部分を、EGR 管 1 4 a 側とバイパス通路 1 5 a 側に選択的に切り換える。

【0034】

20

以上により、EGR 通路切換弁 1 5 b がバイパス通路 1 5 a 側に切り換えられた場合には、EGR ガスは、バイパス通路 1 5 a に通され、吸気管 4 に還流する。一方、逆側に切り換えられた場合には、EGR ガスは、EGR クーラ 1 5 c で冷却された後、吸気管 4 に還流する。

【0035】

また、排気管 5 には、排ガス流量センサ 3 5 が設けられており、この排ガス流量センサ 3 5 は、排ガスの流量（以下「排ガス流量」という）QE を検出し、その検出信号を ECU 2 に出力する。さらに、ECU 2 には、アクセル開度センサ 3 6 から、アクセルペダル（図示せず）の操作量（以下「アクセル開度」という）AP を表す検出信号が出力される。

30

【0036】

ECU 2 は、I/O インターフェース、CPU、RAM および ROM などからなるマイクロコンピュータで構成されている。前述した各種のセンサ 3 1 ~ 3 6 からの検出信号はそれぞれ、I/O インターフェースで A/D 変換や整形がなされた後、CPU に入力される。ECU 2 は、これらの入力信号に応じ、ROM に記憶された制御プログラムなどに従って、エンジン 3 の運転状態を判別するとともに、判別した運転状態に応じて、EGR ガス量や、燃料噴射量、燃料噴射時期の制御を含むエンジン 3 の動作を制御する。

【0037】

ECU 2 による制御の概要を述べると、ECU 2 は、エンジン 3 の動作を制御するための各種の制御用のパラメータを算出する（図 3 ~ 図 5 および図 7）とともに、算出された各種の制御用のパラメータに応じ、EGR ガス量、パイロット噴射、およびメイン噴射時期をそれぞれ制御する（図 8、図 9 および図 10）。また、エンジン 3 が過渡運転状態にあるか否かを判定する（図 6）とともに、その判定結果にさらに応じて、メイン噴射時期を制御する。以下、ECU 2 で行われる各種の処理について、図 3 ~ 図 10 を参照しながら説明する。

40

【0038】

図 3 は、各種の制御用のパラメータを算出するための制御用パラメータ算出処理を示している。本処理は、前述した CRK 信号の発生に同期して、実行される。まず、ステップ 1（「S1」と図示。以下同じ）では、検出された筒内圧変化量 DPV を積分することによって、筒内圧 P_θ を算出する。次に、CRK 信号に基づいて、筒内容積変化率 dV_θ を

50

算出する（ステップ２）。この筒内容積変化率 dV_{θ} は、所定クランク角度当たりの気筒 3 b 内の容積（シリンダヘッド 3 a とピストン 3 c で規定される気筒 3 b 内の容積）の変化率である。

【 0 0 3 9 】

次いで、TDC 信号および CRK 信号に基づいて、筒内容積 V_{θ} を算出する（ステップ 3）。この筒内容積 V_{θ} は、そのときどきの気筒 3 b 内の容積である。次に、CRK 信号および筒内圧変化量 DPV に応じ、筒内圧変化率 dP_{θ} を算出する（ステップ 4）。この筒内圧変化率 dP_{θ} は、上記の所定クランク角度当たりの筒内容積 V_{θ} の変化率である。

【 0 0 4 0 】

次に、上記ステップ 1 ~ 4 でそれぞれ算出された筒内圧 P_{θ} 、筒内容積変化率 dV_{θ} 、筒内容積 V_{θ} および筒内圧変化率 dP_{θ} を用い、気筒 3 b 内における、所定クランク角度当たりの熱発生率 dQ_{θ} を、次式（１）によって算出する（ステップ 5）。 10

$$dQ_{\theta} = (\kappa \cdot P_{\theta} \cdot 1000 \cdot dV_{\theta} + dP_{\theta} \cdot 1000 \cdot V_{\theta}) / (\kappa - 1) \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 κ は所定の比熱比であり、例えば 1.34 に設定されている。

【 0 0 4 1 】

次いで、気筒 3 b 内における燃料の実際の着火時期（以下「実着火時期」という） $TFAC T$ を算出する（ステップ 6）。この実着火時期 $TFAC T$ は、次のようにして算出される。すなわち、上記ステップ 5 で算出された熱発生率 dQ_{θ} を積分することによって、気筒 3 b 内における熱発生量を算出する。そして、前述した TDC 信号および CRK 信号 20 に応じ、エンジン 3 の 1 燃焼サイクル中において、算出された熱発生量とその総熱発生量の 1/2 になったときのクランク角度位置を、実着火時期 $TFAC T$ として算出する。

【 0 0 4 2 】

次に、エンジン 3 における図示平均有効圧力 $IMEP$ を算出し（ステップ 7）、本処理を終了する。この図示平均有効圧力 $IMEP$ は、筒内圧変化量 DPV を用い、本出願人が特開 2006 - 52647 号公報に開示した手法によって算出される。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、実着火遅れ $SFACT$ などを算出する着火遅れ算出処理を示している。本処理は、TDC 信号の発生に同期して実行される。まず、ステップ 11 では、実着火遅れ $SFACT$ を算出する。この実着火遅れ $SFACT$ は、前述したメイン噴射時期から上記の実着火時期 $TFAC T$ までの期間（メイン噴射による燃料が着火するまでに要した時間）を、クランク角度で表したものであり、実着火時期 $TFAC T$ から最終メイン噴射時期 $TMIOUT$ を減算することによって、算出される。この最終メイン噴射時期 $TMIOUT$ は、後述するように算出されるものであり、それに基づく駆動信号がインジェクタ 6 に出力されることによって、メイン噴射時期が制御される。なお、実着火遅れ $SFACT$ の算出には、前回の燃焼サイクルにおいて算出された実着火時期 $TFAC T$ および最終メイン噴射時期 $TMIOUT$ が用いられる。以上により、実着火遅れ $SFACT$ は、前回の燃焼サイクルにおけるメイン噴射時期から実着火時期 $TFAC T$ までの実際の期間として、算出される。 30

【 0 0 4 4 】

次に、目標着火時期 $TF CMD$ から目標メイン噴射時期 $TMI CMD$ を減算することによって、実着火遅れ $SFACT$ の目標値である目標着火遅れ $SFCMD$ を算出する（ステップ 12）。これらの目標着火時期 $TF CMD$ および目標メイン噴射時期 $TMI CMD$ はそれぞれ、実着火時期 $TFAC T$ およびメイン噴射時期の目標値であり、後述するように算出される。なお、本実施形態では、目標着火遅れ $SFCMD$ の算出に、実着火遅れ $SFACT$ と対応させるために、前回の燃焼サイクルにおいて算出された目標着火時期 $TF CMD$ および目標メイン噴射時期 $TMI CMD$ が用いられるが、今回の燃焼サイクルにおいて算出された $TF CMD$ 値および $TMI CMD$ 値を用いてもよい。 40

【 0 0 4 5 】

次いで、ステップ 12 で算出された目標着火遅れ $SFCMD$ と、ステップ 11 で算出さ 50

れた実着火遅れ $SFACT$ との偏差 ($SFCMD - SFACT$) を、着火遅れ偏差 DSF として算出し (ステップ 13)、本処理を終了する。

【0046】

図 5 は、着火遅れ偏差 DSF の学習値 $GDSF$ を算出するための DSF 学習処理を示している。本処理は、 TDC 信号の発生に同期して実行される。まず、ステップ 21 では、過渡運転フラグ F_TRA が「1」であるか否かを判別する。この過渡運転フラグ F_TRA は、図 6 に示す過渡運転判定処理において、エンジン 3 が過渡運転状態にあると判定されているときに、「1」にセットされるものである。以下、この過渡運転判定処理について説明する。

【0047】

図 6 のステップ 31 では、要求トルク $PMCMD$ を図 3 の前記ステップ 7 で算出した図示平均有効圧力 $IMEP$ で除算することによって、トルク圧力比 RTI を算出する。この要求トルク $PMCMD$ は、エンジン 3 に要求されるトルクであり、図 7 のステップ 41 において、算出されたエンジン回転数 NE と検出されたアクセル開度 AP に応じ、所定のマップ (図示せず) を検索することによって算出される。このマップでは、要求トルク $PMCMD$ は、アクセル開度 AP が大きいほど、より大きな値に設定されている。

【0048】

次に、ステップ 31 で算出されたトルク圧力比 RTI が所定の上限値 R_H よりも小さく、かつ、所定の下限値 R_L よりも大きいと判別する (ステップ 32)。これらの上限値 R_H および下限値 R_L は、エンジン 3 が過渡運転状態にあるか否かを適切に判定できるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

【0049】

上記ステップ 32 の答が YES で、 $R_L < RTI < R_H$ のときには、エンジン 3 が過渡運転状態にない (定常運転状態にある) と判定するとともに、そのことを表すために、過渡運転フラグ F_TRA を「0」に設定し (ステップ 33)、本処理を終了する。

【0050】

一方、ステップ 32 の答が NO のときには、エンジン 3 が過渡運転状態にあると判定するとともに、そのことを表すために、過渡運転フラグ F_TRA を「1」に設定し (ステップ 34)、本処理を終了する。

【0051】

図 5 に戻り、前記ステップ 21 の答が YES で、 $F_TRA = 1$ のとき、すなわち、エンジン 3 が過渡運転状態にあるときには、学習値 $GDSF$ を算出せずに、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ 21 の答が NO で、エンジン 3 が過渡運転状態にないときには、前回の学習値 $GDSF$ の算出から所定時間 $TREF$ が経過したか否かを判別する (ステップ 22)。

【0052】

このステップ 22 の答が NO で、前回の学習値 $GDSF$ の算出から所定時間 $TREF$ が経過していないときには、学習値 $GDSF$ を算出せずに、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ 22 の答が YES のときには、所定の条件、すなわち、次の 2 つの条件 (a) および (b) の双方が成立しているか否かを判別する (ステップ 23)。

(a) 目標 EGR ガス量 $EGRCMD$ と実 EGR ガス量 $EGRACT$ との偏差がほぼ値 0 であること

(b) 目標過給圧と検出された過給圧 $PACT$ との偏差がほぼ値 0 であること

上記の目標 EGR ガス量 $EGRCMD$ は、 EGR ガス量の目標値であり、後述するようにして算出される。また、実 EGR ガス量 $EGRACT$ は、実際の EGR ガス量の算出値であり、後述するようにして算出される。さらに、上記の目標過給圧は、過給圧 $PACT$ の目標値であり、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に応じ、所定のマップ (図示せず) を検索することによって算出される。

【0053】

上記ステップ 23 の答が NO で、上述した所定の条件が成立していないときには、学習

10

20

30

40

50

値 $GDSF$ を算出せずに、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ 21 ~ 23 の答がいずれも YES のときには、学習値 $GDSF$ を算出するための実行条件が成立しているとみなす。そして、学習値 $GDSF$ を記憶している $ECU2$ の RAM から、そのときのエンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に対応する学習値 $GDSF$ を読み出し、その前回値 $GDSFZ$ として設定する（ステップ 24）。次に、このステップ 24 で設定した前回値 $GDSFZ$ と、図 4 の前記ステップ 13 で算出した着火遅れ偏差 DSF を用い、次式（2）によって、今回の学習値 $GDSF$ を算出する（ステップ 25）。

$$GDSF = GDSFZ + (DSF - GDSFZ) \cdot K \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 K は値 0 よりも大きい所定の係数である。

【0054】

次いで、上記ステップ 25 で算出された学習値 $GDSF$ を、そのときのエンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に対応させて、 $ECU2$ の RAM に記憶する（ステップ 26）とともに、更新し、本処理を終了する。

【0055】

図 8 は、 EGR ガス量を制御するための EGR 制御処理を示している。本処理は、所定時間（例えば 10 msec ）ごとに実行される。まず、ステップ 51 では、検出されたバルブリフト量 $LACT$ および排ガス流量 QE に応じ、所定の $EGRACT$ マップ（図示せず）を検索することによって、前述した実 EGR ガス量 $EGRACT$ を算出する。この $EGRACT$ マップは、バルブリフト量 $LACT$ および排ガス流量 QE と EGR ガス量の関係を実験などによりあらかじめ求め、マップ化したものである。

【0056】

次に、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に応じ、所定の $EGRCMD$ マップ（図示せず）を検索することによって、前述した目標 EGR ガス量 $EGRCMD$ を算出する（ステップ 52）。この $EGRCMD$ マップでは、目標 EGR ガス量 $EGRCMD$ は、適正な燃烧状態が得られるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

【0057】

次いで、 $ECU2$ の RAM から、そのときのエンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に対応する学習値 $GDSF$ を読み出す（ステップ 53）。次に、このステップ 53 で読み出した学習値 $GDSF$ に応じ、所定の $CEGR$ マップ（図示せず）を検索することによって、補正值 $CEGR$ を算出する（ステップ 54）。この $CEGR$ マップについては後述する。次いで、上記ステップ 52 で算出された目標 EGR ガス量 $EGRCMD$ に、ステップ 54 で算出された補正值 $CEGR$ を加算することによって、補正後目標 EGR ガス量 $CEGRCMD$ を算出する（ステップ 55）。

【0058】

次に、補正後目標 EGR ガス量 $CEGRCMD$ と、前記ステップ 51 で算出された実 EGR ガス量 $EGRACT$ との偏差（ $CEGRCMD - EGRACT$ ）を、 EGR 偏差 $DEGR$ として算出する（ステップ 56）。次いで、このステップ 56 で算出された EGR 偏差 $DEGR$ に応じ、所定のフィードバック制御アルゴリズムによって、最終 EGR ガス量 $EGROUT$ を算出し（ステップ 57）、本処理を終了する。これに伴い、最終 EGR ガス量 $EGROUT$ に基づく駆動信号が、 EGR 制御弁 14b に出力される。以上により、 EGR ガス量は、補正後目標 EGR ガス量 $CEGRCMD$ になるようにフィードバック制御される。

【0059】

また、上記の $CEGR$ マップは、第 1 $CEGR$ マップおよび第 2 $CEGR$ マップ（いずれも図示せず）で構成されている。この第 1 $CEGR$ マップは、学習値 $GDSF$ が正值のとき、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも短い（期間的に短い）ときに用いられ、上記の第 2 $CEGR$ マップは、学習値 $GDSF$ が負値のとき、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも長い（期間的に長い）ときに用いられる。第 1 $CEGR$ マップでは、補正值 $CEGR$ は、学習値 $GDSF$ が大きいほど、より大きな値に設定されている。これは、学習値 $GDSF$ が大きいほど、すなわち

10

20

30

40

50

、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いほど、気筒 3 b 内における燃料の燃焼速度が高くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、目標 E G R ガス量 E G R C M D の増大補正によって、E G R ガス量を増大させることで、燃焼速度を低下させ、燃焼を緩慢にし、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

【 0 0 6 0 】

また、第 2 C E G R マップでは、補正值 C E G R は、負値である学習値 G D S F の絶対値が大きいほど、より小さな値に設定されている。これは、学習値 G D S F の絶対値が大きいほど、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いほど、燃料の燃焼速度が低くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、目標 E G R ガス量 E G R C M D の減少補正によって、E G R ガス量を減少させることで、燃焼速度を上昇させ、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

10

【 0 0 6 1 】

図 9 は、前述したパイロット噴射量およびパイロット噴射時期を制御するためのパイロット噴射制御処理を示している。本処理は、T D C 信号の発生に同期して実行される。まず、ステップ 6 1 では、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D に応じ、所定の Q P I C M D マップ（図示せず）を検索することによって、パイロット噴射量の目標値である目標パイロット噴射量 Q P I C M D を算出する。この Q P I C M D マップでは、目標パイロット噴射量 Q P I C M D は、気筒 3 b 内の温度を適切に高め、それにより、メイン噴射による燃料の適正な燃焼状態が得られるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

20

【 0 0 6 2 】

次に、E C U 2 の R A M から、そのときのエンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D に対応する学習値 G D S F を読み出す（ステップ 6 2）。次いで、このステップ 6 2 で読み出された学習値 G D S F に応じ、所定の C Q P I マップ（図示せず）を検索することによって、補正值 C Q P I を算出する（ステップ 6 3）。この C Q P I マップについては後述する。次に、このステップ 6 3 で算出された補正值 C Q P I を、上記ステップ 6 1 で算出された目標パイロット噴射量 Q P I C M D に加算することによって、最終パイロット噴射量 Q P I O U T を算出する（ステップ 6 4）。これに伴い、最終パイロット噴射量 Q P I O U T に基づく駆動信号がインジェクタ 6 に出力されることによって、パイロット噴射量は、最終パイロット噴射量 Q P I O U T になるように制御される。

30

【 0 0 6 3 】

また、上記の C Q P I マップは、第 1 C Q P I マップおよび第 2 C Q P I マップ（いずれも図示せず）で構成されている。この第 1 C Q P I マップは、学習値 G D S F が正值のとき、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いときに用いられ、上記の第 2 C Q P I マップは、学習値 G D S F が負値のとき、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いときに用いられる。第 1 C Q P I マップでは、補正值 C Q P I は、学習値 G D S F が大きいほど、より小さな値に設定されている。これは、学習値 G D S F が大きいほど、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いほど、燃料の燃焼速度が高くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、目標パイロット噴射量 Q P I C M D の減少補正によって、パイロット噴射量を減少させることにより、気筒 3 b 内の温度を低下させることで、燃焼速度を低下させ、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

40

【 0 0 6 4 】

また、上記の第 2 C Q P I マップでは、補正值 C Q P I は、負値である学習値 G D S F の絶対値が大きいほど、より大きな値に設定されている。これは、学習値 G D S F の絶対値が大きいほど、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いほど、燃料の燃焼速度が低くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、目標パイロット噴射量 Q P I C M D の増大補正により、パイロット噴射量を増大させることによって、気筒 3 b 内の温度を上昇させることで、燃焼速度を上昇させ、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

50

【 0 0 6 5 】

次いで、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCM D$ に応じ、所定の $TPICMD$ マップ（図示せず）を検索することによって、パイロット噴射時期の目標値である目標パイロット噴射時期 $TPICMD$ を算出する（ステップ 65）。この $TPICMD$ マップでは、目標パイロット噴射時期 $TPICMD$ は、パイロット噴射による燃料を良好に燃焼させることによって、気筒 3 b 内の温度を適切に高め、それにより、メイン噴射による燃料の適正な燃焼状態が得られるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

【 0 0 6 6 】

次に、前記ステップ 62 で読み出された学習値 $GDSF$ に応じ、所定の $CTPI$ マップ（図示せず）を検索することによって、補正值 $CTPI$ を算出する（ステップ 66）。この $CTPI$ マップについては後述する。次いで、上記ステップ 65 で算出された目標パイロット噴射時期 $TPICMD$ に、補正值 $CTPI$ を加算することによって、最終パイロット噴射時期 $TPIOU T$ を算出し（ステップ 67）、本処理を終了する。これに伴い、最終パイロット噴射時期 $TPIOU T$ に基づく駆動信号がインジェクタ 6 に出力されることによって、パイロット噴射時期は、最終パイロット噴射時期 $TPIOU T$ になるように制御される。

【 0 0 6 7 】

また、上記の $CTPI$ マップは、第 1 $CTPI$ マップおよび第 2 $CTPI$ マップ（いずれも図示せず）で構成されている。この第 1 $CTPI$ マップは、学習値 $GDSF$ が正值のとき、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも短いときに用いられ、上記の第 2 $CTPI$ マップは、学習値 $GDSF$ が負値のとき、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも長いときに用いられる。第 1 $CTPI$ マップでは、補正值 $CTPI$ は、学習値 $GDSF$ が大きいほど、目標パイロット噴射時期 $TPICMD$ をより遅角側に補正するように設定されている。これは、学習値 $GDSF$ が大きいほど、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも短いほど、燃料の燃焼速度が高くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、より遅角側へのパイロット噴射時期の制御によって、パイロット噴射による燃料を一気に燃焼させないことにより、気筒 3 b 内の温度を低下させることで、燃焼速度を低下させ、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

【 0 0 6 8 】

また、第 2 $CTPI$ マップでは、補正值 $CTPI$ は、負値である学習値 $GDSF$ の絶対値が大きいほど、目標パイロット噴射時期 $TPICMD$ をより進角側に補正するように設定されている。これは、学習値 $GDSF$ の絶対値が大きいほど、すなわち、実着火遅れ $SFACT$ が目標着火遅れ $SFCMD$ よりも長いほど、燃料の燃焼速度が低くなりすぎ、燃焼状態が適正ではないので、より進角側へのパイロット噴射時期の制御によって、パイロット噴射による燃料を、予混合燃焼で一気に燃焼させることにより、気筒 3 b 内の温度を上昇させることで、燃焼速度を上昇させ、それにより、適正な燃焼状態を得るためである。

【 0 0 6 9 】

図 10 は、前述したメイン噴射時期を制御するためのメイン噴射時期制御処理を示している。本処理は、 TDC 信号の発生に同期して実行される。まず、ステップ 71 では、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCM D$ に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、前述した目標着火時期 $TF C M D$ を算出する。このマップでは、目標着火時期 $TF C M D$ は、適正な燃焼状態が得られるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

【 0 0 7 0 】

次に、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCM D$ に応じ、所定の $TMICMD$ マップ（図示せず）を検索することによって、前述した目標メイン噴射時期 $TMICMD$ を算出する（ステップ 72）。この $TMICMD$ マップでは、目標メイン噴射時期 $TMICMD$ は、上述した目標着火時期 $TF C M D$ に対応して設定されており、実着火時期 $TF A$

10

20

30

40

50

C T が目標着火時期 T F C M D になるように、実験などによりあらかじめ設定されている。

【 0 0 7 1 】

次いで、図 6 の前記ステップ 3 3 または 3 4 で設定された過渡運転フラグ F _ T R A が「 1 」であるか否かを判別する（ステップ 7 3）。この答が N O で、エンジン 3 が過渡運転状態にないときには、上記ステップ 7 1 で算出された目標着火時期 T F C M D と、図 3 の前記ステップ 6 で算出された実着火時期 T F A C T との偏差（ $T F C M D - T F A C T$ ）を、着火時期偏差 D T F として算出する（ステップ 7 4）。

【 0 0 7 2 】

一方、上記ステップ 7 3 の答が Y E S で、エンジン 3 が過渡運転状態にあるときには、図 4 の前記ステップ 1 3 で算出された着火遅れ偏差 D S F に応じ、所定の C T F マップ（図示せず）を検索することによって、補正值 C T F を算出する（ステップ 7 5）。この C T F マップについては後述する。次に、ステップ 7 1 で算出された目標着火時期 T F C M D に、ステップ 7 5 で算出された補正值 C T F を加算することによって、補正後目標着火時期 C T F C M D を算出する（ステップ 7 6）。次いで、このステップ 7 6 で算出された補正後目標着火時期 C T F C M D と、実着火時期 T F A C T との偏差（ $C T F C M D - T F A C T$ ）を、着火時期偏差 D T F として算出する（ステップ 7 7）。

【 0 0 7 3 】

上記ステップ 7 4 または 7 7 に続くステップ 7 8 では、算出された着火時期偏差 D T F に基づき、所定のフィードバック制御アルゴリズムによって、F / B 補正值 C M I を算出する（ステップ 7 8）。次に、前記ステップ 7 2 で算出された目標メイン噴射時期 T M I C M D に、ステップ 7 8 で算出された F / B 補正值 C M I を加算することによって、最終メイン噴射時期 T M I O U T を算出し（ステップ 7 9）、本処理を終了する。これに伴い、最終メイン噴射時期 T M I O U T に基づく駆動信号が、インジェクタ 6 に出力される。これにより、メイン噴射時期が制御されることによって、実着火時期 T F A C T は、エンジン 3 の過渡運転時でないときには目標着火時期 T F C M D になるように、過渡運転時には補正後目標着火時期 C T F C M D になるように、それぞれフィードバック制御される。

【 0 0 7 4 】

また、エンジン 3 の過渡運転時に用いられる上記の C T F マップは、第 1 C T F マップおよび第 2 C T F マップ（いずれも図示せず）で構成されている。この第 1 C T F マップは、着火遅れ偏差 D S F が正值のとき、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いときに用いられ、上記の第 2 C T F マップは、着火遅れ偏差 D S F が負値のとき、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いときに用いられる。第 1 C T F マップでは、補正值 C T F は、着火遅れ偏差 D S F が大きいほど、目標着火時期 T F C M D をより遅角側に補正するように設定されている。これは次の理由による。着火遅れ偏差 D S F が大きいこと、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いことは、過渡運転に伴って E G R ガス量がその応答遅れで不足することにより、気筒 3 b 内において燃料が燃焼しやすいという状況であることを表している。そのような状況において、前述したように T F C M D マップの検索で設定された目標着火時期 T F C M D をそのまま用いると、実着火時期 T F A C T が早くなりすぎることによって、適正な燃焼状態が得られない。このため、目標着火時期 T F C M D をより遅角側に補正することによって、実着火時期 T F A C T を適切に遅らせることにより、適正な燃焼状態を得るためである。

【 0 0 7 5 】

また、第 2 C T F マップでは、補正值 C T F は、負値である着火遅れ偏差 D S F の絶対値が大きいほど、目標着火時期 T F C M D をより進角側に補正するように設定されている。これは次の理由による。着火遅れ偏差 D S F の絶対値が大きいこと、すなわち、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いことは、過渡運転に伴って E G R ガス量がその応答遅れで過剰になることにより、燃料が燃焼しにくいという状況であることを表している。そのような状況において、目標着火時期 T F C M D をそのまま用いると、

実着火時期 T F A C T が遅くなりすぎることによって、適正な燃焼状態が得られない。このため、目標着火時期 T F C M D をより進角側に補正することによって、実着火時期 T F A C T を適切に進めることにより、適正な燃焼状態を得るためである。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態における各種の要素と本発明の各種の要素との対応関係は、次の通りである。すなわち、E C U 2 が、運転状態検出手段、E G R ガス量制御手段、燃焼状態パラメータ検出手段、目標燃焼状態パラメータ設定手段、過渡運転判定手段、補正後目標燃焼状態パラメータ算出手段、燃料噴射時期補正手段、乖離度合パラメータ算出手段、学習手段、およびパイロット噴射制御手段に相当する。また、筒内圧センサ 3 1 が燃焼状態パラメータ検出手段に、クランク角センサ 3 2 およびアクセル開度センサ 3 6 が運転状態検出手段に、それぞれ相当する。

10

【 0 0 7 7 】

さらに、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D が検出された内燃機関の運転状態に、実 E G R ガス量 E G R A C T が E G R ガスの量に、それぞれ相当する。また、実着火時期 T F A C T が燃焼状態パラメータおよび着火時期に、目標着火時期 T F C M D が目標燃焼状態パラメータに、実着火遅れ S F A C T が燃焼状態パラメータおよび着火遅れ期間に、それぞれ相当する。さらに、目標着火遅れ S F C M D が目標燃焼状態パラメータに、着火遅れ偏差 D S F が燃焼状態パラメータとの比較結果および乖離度合パラメータに、補正後目標着火時期 C T F C M D が補正後目標燃焼状態パラメータに、それぞれ相当する。また、目標メイン噴射時期 T M I C M D が気筒内への燃料の噴射時期およびメイン噴射の時期に、学習値 G D S F が乖離度合パラメータの学習値に、所定時間 T R E F が所定期間に、それぞれ相当する。

20

【 0 0 7 8 】

以上のように、本実施形態によれば、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D を用いて算出された目標 E G R ガス量 E G R C M D に応じて、E G R ガス量が制御される（ステップ 5 2、および 5 5 ~ 5 7）。これにより、E G R ガス量を、エンジン 3 の運転状態に応じた適正な大きさに制御することができる。また、エンジン 3 の過渡運転時に、着火遅れ偏差 D S F に基づき、目標着火時期 T F C M D を補正することで、補正後目標着火時期 C T F C M D が算出される（ステップ 7 5 および 7 6）。さらに、過渡運転時に、実着火時期 T F A C T が補正後目標着火時期 C T F C M D になるように算出した F / B 補正值 C M I によって目標メイン噴射時期 T M I C M D を補正するとともに、それにより算出した最終メイン噴射時期 T M I O U T に基づいて、メイン噴射時期が制御される（ステップ 7 7 ~ 7 9）。

30

【 0 0 7 9 】

また、上記の着火遅れ偏差 D S F に基づく目標着火時期 T F C M D の補正において、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも短いほど、すなわち、E G R ガス量の応答遅れにより燃料が燃焼しやすいほど、目標着火時期 T F C M D がより進角側に補正される。それに加え、実着火遅れ S F A C T が目標着火遅れ S F C M D よりも長いほど、すなわち、E G R ガス量の応答遅れにより燃料が燃焼しにくいほど、目標着火時期 T F C M D がより進角側に補正される。以上により、E G R ガス量の応答遅れによる燃焼状態への影響を補償でき、気筒 3 b 内における燃料の適正な燃焼状態を得ることができる。その結果、エンジン 3 の過渡運転時において、燃焼音を抑制できるとともに、良好な燃費および排ガ斯特性を得ることができる。さらに、上記のようなメイン噴射時期の制御に、気筒 3 b 内における燃料の燃焼状態と密接な相関関係を有する実着火時期 T F A C T を用いるので、過渡運転時において、燃焼音を確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガ斯特性を確実に得ることができる。

40

【 0 0 8 0 】

また、着火遅れ偏差 D S F の学習値 G D S F にさらに応じて、E G R ガス量が制御される（ステップ 5 4 ~ 5 7）。これにより、燃料の性状や、E G R 装置 1 4、E G R クーラ 1 5 c、インタークーラ 1 1、および各種のセンサの動作（出力）特性、湿度などの環境

50

要因の変化による影響によって適正な燃焼状態が得られないような場合でも、この影響を補償でき、それにより、目標着火遅れ S F C M D で表されるような適正な燃焼状態が得られるので、燃焼音を抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性を得ることができる。特に、E G R ガス量の制御に用いられる実 E G R ガス量 E G R A C T の算出を、吸気管 4 に設けられたエアフローセンサで検出した吸入空気量に応じて行う場合には、このようなエアフローセンサの出力特性は特に変化しやすく、それによる燃焼状態への影響が顕著になる。このような場合に、上記の学習値 G D S F に応じた E G R ガス量の制御を行うことによって、エアフローセンサの出力特性の変化による影響を補償でき、上述した効果を有効に得ることができる。

【 0 0 8 1 】

さらに、パイロット噴射時期およびパイロット噴射量の双方が、学習値 G D S F に応じて制御される（ステップ 6 3、6 4、6 6 および 6 7）。このため、燃料の性状などの変化による影響によって適正な燃焼状態が得られないような場合でも、この影響をより適切に補償することができる。それにより、目標着火遅れ S F C M D で表されるような適正な燃焼状態が確実に得られるので、燃焼音を確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性を確実に得ることができる。

【 0 0 8 2 】

また、学習値 G D S F を、その前回値 G D S F Z と今回の着火遅れ偏差 D S F に基づいて算出する（ステップ 2 4、2 5）ので、筒内圧センサ 3 1 で検出された筒内圧変化量 D P V に含まれるノイズや実際の燃焼状態の変動などによって、実着火遅れ T F A C T が一時的に変動した場合でも、それによる影響を抑制しながら、E G R ガス量、パイロット噴射時期およびパイロット噴射量を制御することができる。

【 0 0 8 3 】

さらに、エンジン 3 の過渡運転時（ステップ 2 1：Y E S）に、学習値 G D S F の算出が禁止される。したがって、この学習値 G D S F に応じた E G R ガス量などの制御によって燃料の性状などの変化による影響をより適切に補償することができ、ひいては、燃焼音をより確実に抑制できるとともに、良好な燃費および排ガステ性をより確実に得ることができる。また、前回の学習値 G D S F の算出から所定時間 T R E F が経過していないとき（ステップ 2 2：N O）に、学習値 G D S F の算出が禁止される。したがって、E G R 装置 1 4 の動作特性などの変化による影響を適切に補償しながら、E C U 2 の演算負荷を軽減することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態では、本発明における内燃機関の運転状態として、エンジン回転数 N E および要求トルク P M C M D を用いているが、検出されたエンジン 3 の出力トルクや、気筒 3 b に吸入される新気の量などを用いてもよい。また、本発明における燃焼状態パラメータとして、実着火時期 T F A C T および実着火遅れ S F A C T の双方を用いているが、それらの一方を用いてもよい。それに加え、両者 T F A C T、S F A C T の少なくとも一方に代えて、または、この少なくとも一方とともに、気筒 3 b 内における燃料の燃焼状態を表すものであれば、例えば、筒内圧変化率 d P θ を用いてもよい。さらに、実施形態では、目標着火時期 T F C M D の補正と、E G R ガス量、ポスト噴射時期およびポスト噴射量の制御に、着火遅れ偏差 D S F を用いているが、目標着火遅れ S F C M D と実着火遅れ S F A C T との比較結果や乖離度合を表すパラメータであれば、例えば、両者 S F C M D および S F A C T の一方に対する他方の比を用いてもよい。

【 0 0 8 5 】

また、実施形態では、学習値 G D S F の算出を、前記式（2）によって行っているが、この算出手法はこれに限らず、例えば、今回の着火遅れ偏差 D S F と学習値の前回値 G D S F Z との加重平均によって算出してもよい。それに加え、学習値 G D S F の算出に、今回から複数回前にそれぞれ算出された複数の学習値 G D S F または着火遅れ偏差 D S F を用いてもよい。さらに、実施形態では、学習値 G D S F に応じてパイロット噴射時期およ

10

20

30

40

50

びパイロット噴射量の双方を制御しているが、両者の一方を制御してもよい。また、実施形態では、パイロット噴射時期およびメイン噴射時期はそれぞれ、パイロット噴射およびメイン噴射の終了タイミングであるが、開始タイミングでもよい。

【0086】

さらに、実施形態では、前回の算出から所定時間 T_{REF} が経過していないという条件が成立しているときに、学習値 $GDSF$ の算出を禁止しているが、この所定時間 T_{REF} に関する条件に代えて、例えば、前回の算出から、車両の走行距離が所定距離に達していないという条件を用いることもまた、本発明の範囲内である。

【0087】

さらに、エンジン 3 の過渡運転状態の判定について、実施形態におけるトルク圧力比 R_{TI} に基づく条件に代えて、または、これとともに、次の (A) ~ (F) の条件の少なくとも 1 つが成立しているときに、エンジン 3 が過渡運転状態にあると判定してもよい。

(A) アクセル開度 AP の変化量の絶対値が所定値よりも大きいこと

(B) メイン噴射による燃料量の変化量の絶対値が所定値よりも大きいこと

(C) 車両の速度の変化量の絶対値が所定値よりも大きいこと

(D) エンジン回転数 NE の変化量の絶対値が所定値よりも大きいこと

(E) 要求トルク $PMCM D$ の変化量の絶対値が所定値よりも大きいこと

【0088】

また、実施形態では、 EGR 装置 14 は、 EGR 管 14a によって EGR ガスを吸気管 4 に還流させる、いわゆる外部 EGR 装置であるが、既燃ガスの一部を EGR ガスとして気筒 3b 内に存在させられるものであれば、他の装置でもよい。例えば、エンジン 3 の吸気弁や排気弁のバルブタイミングの制御により気筒 3b 内に既燃ガスを残留させる、いわゆる内部 EGR 装置でもよい。さらに、実施形態では、本発明における内燃機関としてのエンジン 3 は、車両を駆動するためのディーゼルエンジンであるが、気筒内に燃料が噴射されるとともに、ピストンによる圧縮によって燃料が自己着火するエンジンであれば、例えば、ガソリンエンジンや、液化石油ガスを燃料とするエンジン、クランク軸を鉛直方向に配置した船外機などのような船舶推進機用エンジン、その他、産業用の各種のエンジンでもよい。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図 1】本発明の実施形態による制御装置を適用した内燃機関を概略的に示す図である。

【図 2】本発明の実施形態による制御装置を示すブロック図である。

【図 3】制御用パラメータ算出処理を示すフローチャートである。

【図 4】着火遅れ算出処理を示すフローチャートである。

【図 5】 $D S F$ 学習処理を示すフローチャートである。

【図 6】過渡運転判定処理を示すフローチャートである。

【図 7】要求トルク算出処理を示すフローチャートである。

【図 8】 EGR 制御処理を示すフローチャートである。

【図 9】パイロット噴射制御処理を示すフローチャートである。

【図 10】メイン噴射時期制御処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0090】

1 制御装置

2 ECU (運転状態検出手段、 EGR ガス量制御手段、燃焼状態パラメータ検出手段、目標燃焼状態パラメータ設定手段、過渡運転判定手段、補正後目標燃焼状態パラメータ算出手段、燃料噴射時期補正手段、乖離度合パラメータ算出手段、学習手段、パイロット噴射制御手段)

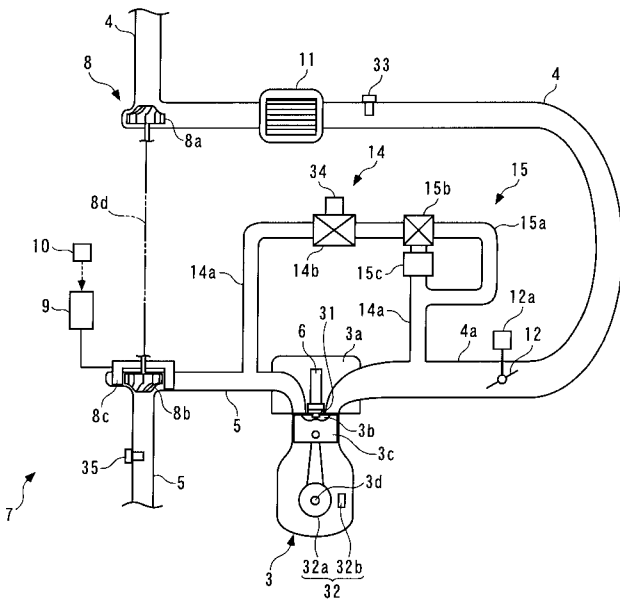
3 エンジン

3b 気筒

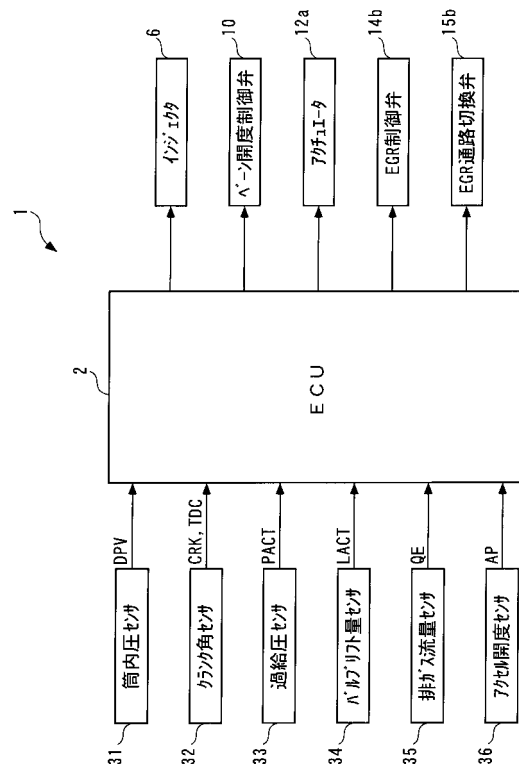
14	EGR装置
31	筒内圧センサ（燃焼状態パラメータ検出手段）
32	クランク角センサ（運転状態検出手段）
36	アクセル開度センサ（運転状態検出手段）
NE	エンジン回転数（検出された内燃機関の運転状態）
PMCMD	要求トルク（検出された内燃機関の運転状態）
EGRACT	実EGRガス量（EGRガスの量）
TFACT	実着火時期（燃焼状態パラメータ、着火時期）
TFCMD	目標着火時期（目標燃焼状態パラメータ）
SFACT	実着火遅れ（燃焼状態パラメータ、着火遅れ期間）
SFCMD	目標着火遅れ（目標燃焼状態パラメータ）
DSF	着火遅れ偏差（燃焼状態パラメータとの比較結果、乖離度合パラメータ）
CTFCMD	補正後目標着火時期（補正後目標燃焼状態パラメータ）
TMICMD	目標メイン噴射時期（気筒内への燃料の噴射時期、メイン噴射の時期）
GDSF	学習値（乖離度合パラメータの学習値）
TREF	所定時間（所定期間）

10

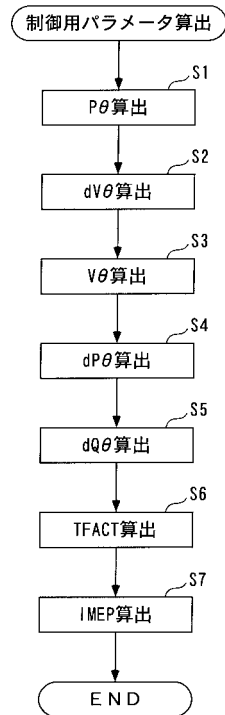
【図1】



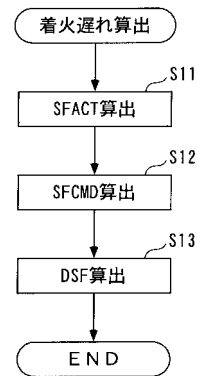
【図2】



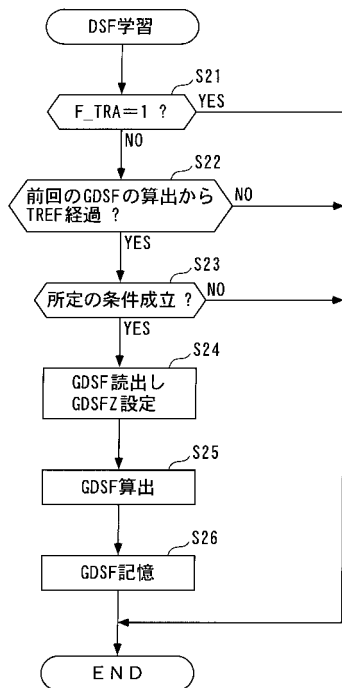
【図 3】



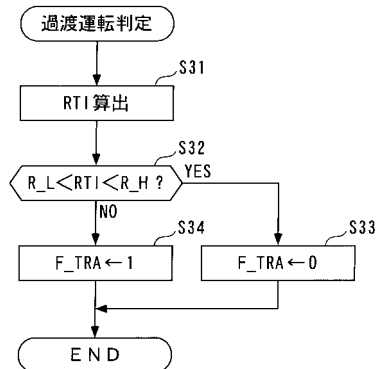
【図 4】



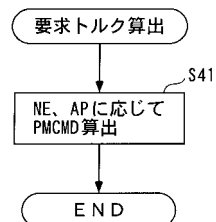
【図 5】



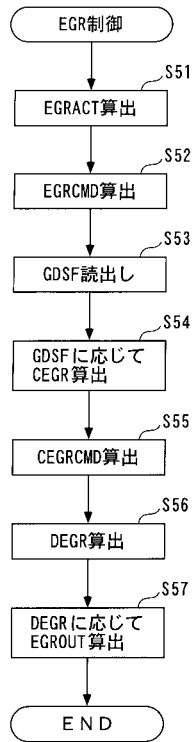
【図 6】



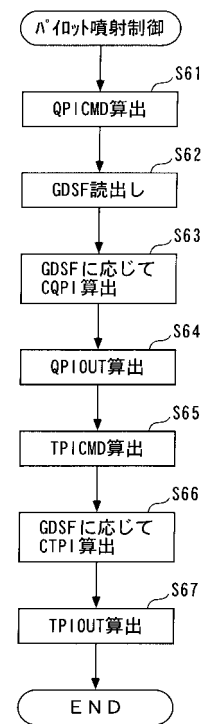
【図 7】



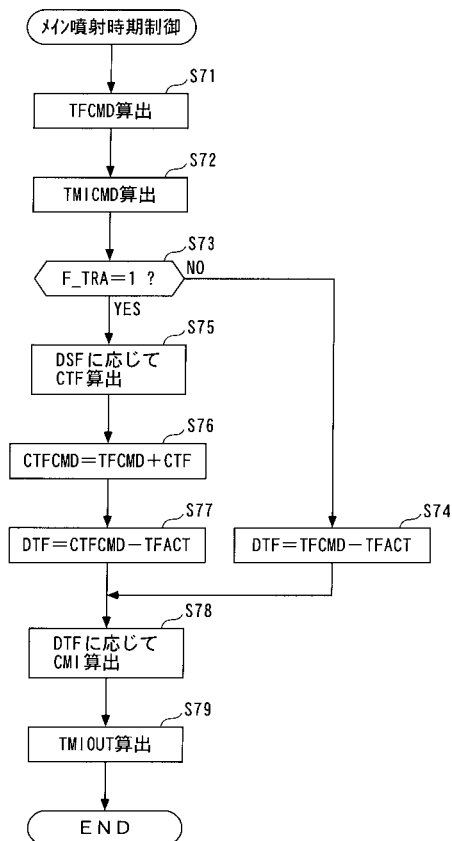
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G062 AA01 AA05 BA05 CA04 CA05 FA05 FA16 GA01 GA04 GA06
GA14 GA18 GA21
3G301 HA02 HA04 HA11 HA13 JA02 JA21 JA37 KA11 LB02 LB06
LB11 LC01 MA15 MA23 MA26 NA06 NA08 NC02 ND03 ND24
ND25 NE03 NE08 NE11 NE12 PA16Z PC01Z PD15Z PD16Z PE01Z
PE08Z
3G384 AA03 BA08 BA19 BA27 CA11 DA02 DA14 DA38 DA56 EA08
EA10 EB01 EB02 EB03 ED06 ED07 EE31 FA04Z FA06Z FA09Z
FA11Z FA29Z FA47Z FA48Z FA58Z