

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3878169号

(P3878169)

(45) 発行日 平成19年2月7日(2007.2.7)

(24) 登録日 平成18年11月10日(2006.11.10)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>FO2D 45/00</b>	<b>(2006.01)</b>		FO2D 45/00	364N
<b>FO2D 41/04</b>	<b>(2006.01)</b>		FO2D 41/04	330A

請求項の数 1 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-394806 (P2003-394806)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成15年11月25日(2003.11.25)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-155428 (P2005-155428A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年6月16日(2005.6.16)	(74) 代理人	100095566
審査請求日	平成16年9月27日(2004.9.27)		弁理士 高橋 友雄
		(72) 発明者	小川 賢
			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	田上 裕
			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	武内 雅大
			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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

混合気を成層燃焼させる成層燃焼モードと均一燃焼させる均一燃焼モードとに燃焼モードを切り換えて運転するとともに、算出された要求燃料量に応じて燃料噴射量を制御する筒内噴射式の内燃機関の制御装置であって、

当該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、前記要求燃料量を算出する要求燃料量算出手段と、

前記検出された内燃機関の運転状態に応じて、前記内燃機関の要求トルクを算出する要求トルク算出手段と、

前記燃焼モードが切り換えられる直前に算出された前記要求燃料量を記憶する記憶手段と、

前記算出された要求トルクの前記燃焼モードの切換直前から今回までの変化量を表すトルク変化量パラメータを算出するトルク変化量パラメータ算出手段と、

前記内燃機関の燃焼効率を推定する燃焼効率推定手段と、

前記燃焼モードが切り換えられたときに、前記記憶された要求燃料量、前記算出された今回のトルク変化量パラメータ、および前記推定された今回の燃焼効率に応じて、前記要求燃料量として切換時要求燃料量を算出する切換時要求燃料量算出手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、成層燃焼モードと均一燃焼モードとに燃焼モードを切り換えて運転するとともに、算出された要求燃料量に応じて燃料噴射量を制御する筒内噴射式の内燃機関の制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、この種の制御装置として、例えば特許文献1に開示されたものが知られている。この制御装置では、車両に搭載された内燃機関の燃焼モードが成層燃焼モードから均一燃焼モードに切り換えられたときに、複数の気筒のうちの一部の気筒については、引き続き成層燃焼が行われる。そして、この一部の気筒の燃料噴射量が、次のようにして算出される。すなわち、前回の最終的な燃料噴射量と、内燃機関の回転数に基づいて設定されたトルク補正量の今回値と前回値との比と、基本燃料噴射量の今回値と前回値との比とを互いに乗算した値が、最終的な燃料噴射量として算出される。より具体的には、トルク補正量は、内燃機関の回転数の前回値と今回値との間の増減に応じて一定量、増減した値として設定される。また、基本燃料噴射量は、その前回値と、吸入空気量と内燃機関の回転数に基づいて算出される今回の燃料噴射量とを加重平均した値として設定される。上記のように燃料噴射量を算出することにより、内燃機関の回転数や吸入空気量の変化状態を反映させながら、燃料噴射量を制御するとともに、制御装置の演算負荷を軽減するようにしている。

10

20

## 【0003】

しかし、上述した従来の制御装置には、次のような問題がある。すなわち、上述した燃料噴射量の算出手法では、燃焼モードの切替時に、前回の燃料噴射量をベースとして、これにトルク補正量の今回値と前回値との比と、基本燃料噴射量の今回値と前回値との比を乗算した値が、燃料噴射量として算出される。上述したように、トルク補正量は、内燃機関の回転数の増減に応じて、一定量、増減される値に過ぎないので、その前回値と今回値との比は、内燃機関の回転数の変化に基づく内燃機関のトルクの変化を正しく反映しない。また、基本燃料噴射量は、その前回値と、吸入空気量と内燃機関の回転数に応じて設定される基本燃料噴射量の今回値とを加重平均した、すなわち、なまされた値であるので、その前回値と今回値との比もまた、吸入空気量および内燃機関の回転数に基づくトルクの変化を正しく反映しない。したがって、これらのパラメータに基づいて算出された燃料噴射量によって得られる内燃機関の出力トルクが、要求トルクと一致しなくなってしまう、その結果、ドライバビリティ（運転性）の低下を招いてしまう。

30

## 【0004】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、燃焼モードの切替時に、内燃機関の出力トルクを要求トルクに良好に一致させることができ、それにより、ドライバビリティを向上させ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。

## 【0005】

【特許文献1】特開平11-50895号公報（第5頁1欄～第8頁2欄および図3～12）

40

## 【発明の開示】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、混合気を成層燃焼させる成層燃焼モードと均一燃焼させる均一燃焼モードとに燃焼モードを切り換えて運転するとともに、算出された要求燃料量（実施形態における（以下本項において同じ）要求燃料噴射量TCYL）に応じて燃料噴射量を制御する筒内噴射式の内燃機関3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（クランク角センサ22、エアフローセンサ24、吸気管内絶対圧センサ26、アクセル開度センサ30、ECU2）と、検出さ

50

れた内燃機関3の運転状態に応じて、要求燃料量を算出する要求燃料量算出手段（ECU2、図2のステップ7、図4のステップ20、21、図7のステップ72、73、図6のステップ33、図4のステップ25）と、検出された内燃機関3の運転状態に応じて、内燃機関3の要求トルクPMCMDを算出する要求トルク算出手段（ECU2、図3のステップ15）と、燃焼モードが切り換えられる直前に算出された要求燃料量（切換直前要求燃料噴射量TCYLMINI）を記憶する記憶手段（ECU2、図8のステップ96）と、算出された要求トルクPMCMDの燃焼モードの切換直前から今回までの変化量を表すトルク変化量パラメータ（トルク変化量補正項TCYLDPM）を算出するトルク変化量パラメータ算出手段（ECU2、図8のステップ105）と、内燃機関3の燃焼効率（第1燃焼効率パラメータKTCLDS、第4燃焼効率パラメータKTCLLD）を推定する燃焼効率推定手段（ECU2、図10ステップ125、129、図16のステップ150）と、燃焼モードが切り換えられたときに、記憶された要求燃料量、算出された今回のトルク変化量パラメータ、および推定された今回の燃焼効率に応じて、要求燃料量として切換時要求燃料量（第1リミット値TCYLDL、第2リミット値TCYLDL、第3リミット値TCYLSL、第4リミット値TCYLLD）を算出する切換時要求燃料量算出手段（ECU2、図11のステップ130、図6のステップ42、図5のステップ46、図6のステップ47、図5のステップ49、図6のステップ50、図16のステップ151、図6のステップ53、図4のステップ25）と、を備えることを特徴とする。

10

#### 【0007】

この内燃機関の制御装置によれば、要求燃料量算出手段により、各燃焼モードにおける要求燃料量が内燃機関の運転状態に応じて算出され、算出された要求燃料量に応じて、燃料噴射量が制御される。また、燃焼モードが切り換えられたときには、要求燃料量として切換時要求燃料量が、切換時要求燃料量算出手段によって算出される。これは次の理由による。すなわち、一般に、成層燃焼モードでは、吸入空気量が非常に大きく、極めてリーンな空燃比で燃焼が行われる一方、均一燃焼モードでは、成層燃焼モードよりも吸入空気量が小さく、よりリッチな空燃比で燃焼が行われる。また、燃焼モードが切り換えられたときには、吸入空気量が、即座には変化せず、応答遅れを伴うことで、切換後の燃焼モードに適した値に収束するのに時間がかかる。そのような状況で、燃焼モードの切換時に、吸入空気量などの運転状態に応じて要求燃料量を算出した場合、要求燃料量が急激に変動してしまい、その結果、内燃機関の出力トルクが要求トルクに一致しにくくなるためである。

20

30

#### 【0008】

また、本発明によれば、要求トルク算出手段により、内燃機関の要求トルクが内燃機関の運転状態に応じて算出されるとともに、トルク変化量パラメータ算出手段により、要求トルクの燃焼モードの切換直前から今回までの変化量を表すトルク変化量パラメータが算出され、燃焼効率推定手段により、内燃機関の燃焼効率が推定される。さらに、上記の切換時要求燃料量が、この切換の直前に算出された要求燃料量、今回のトルク変化量パラメータ、および今回の燃焼効率に応じて算出される。

#### 【0009】

このように、燃焼モードの切換直前における要求燃料量をベースとして切換時要求燃料量を算出するので、この切換前後においてトルクの急激な段差を生じることなく、燃焼モードの移行を滑らかに行うことができる。また、燃焼モードの切換直前から今回までの要求トルクの変化量を表すトルク変化量パラメータに応じて、切換時要求燃料量を算出するので、燃焼モードの切換直前からその時点までの実際の要求トルクの変化分を良好に反映させながら、切換時要求燃料量を適切に設定できる。さらに、成層燃焼モードと均一燃焼モードでは燃焼効率が互いに異なるため、切換時には燃焼効率が変化するのに対し、上述した構成によれば、今回の燃焼効率に応じて切換時要求燃料量を算出するので、これをそのときの実際の燃焼効率に応じた適切な値に設定できる。以上により、燃焼モードの切換時において、内燃機関の出力トルクを要求トルクに良好に一致させることができ、それにより、ドライバビリティを向上させることができる。

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態による制御装置およびこれを適用した内燃機関の概略構成を示す図である。

【図2】燃料噴射制御処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図3】要求トルクP M C M D算出処理を示すフローチャートである。

【図4】図2の要求燃料噴射量T C Y Lの算出処理を示すフローチャートである。

【図5】図4の暫定要求燃料噴射量T C Y L L M Tの算出処理を示すフローチャートである。

【図6】図5の処理の続きを示すフローチャートである。

10

【図7】図5の処理のT C Y L L M T P A R A算出のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図8】図7の処理の続きを示すフローチャートである。

【図9】図8の処理で用いられるT C Y L D P Mテーブルの一例を示す図である。

【図10】図5の処理の第1リミット値T C Y L D Sの算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図11】図10の処理の続きを示すフローチャートである。

【図12】図10の処理で用いられる第1テーブルの一例を示す図である。

【図13】図10の処理で用いられる第2テーブルの一例を示す図である。

【図14】図10の処理で用いられる第3テーブルの一例を示す図である。

20

【図15】図10の処理で用いられるK T C L D S Pテーブルの一例を示す図である。

【図16】図5の処理の第4リミット値T C Y L L Dの算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図17】図16の処理で用いられるK T C L L Dテーブルの一例を示す図である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態による内燃機関の制御装置について説明する。図1に示すように、制御装置1はE C U 2を備えており、このE C U 2は、後述するように、内燃機関（以下「エンジン」という）3の燃料噴射制御処理などを行う。

【0012】

30

エンジン3は、車両（図示せず）に搭載された直列4気筒（1つのみ図示）タイプのガソリンエンジンであり、各気筒のピストン3 aとシリンダヘッド3 bとの間に燃焼室3 cが形成されている。ピストン3 aの上面の中央部には、凹部3 dが形成されている。また、シリンダヘッド3 bには、燃焼室3 cに臨むように燃料噴射弁（以下「インジェクタ」という）4および点火プラグ5が取り付けられており、燃料は燃焼室3 c内に直接、噴射される。すなわちエンジン3は、筒内噴射式のものである。

【0013】

インジェクタ4は、燃焼室3 cの天壁中央部に配置されており、燃料パイプ4 bを介して高圧ポンプ4 aに接続されている。燃料は、燃料タンク（図示せず）からこの高圧ポンプ4 aで高圧に昇圧された後、レギュレータ（図示せず）で調圧された状態でインジェクタ4に供給されるとともに、インジェクタ4を介して、ピストン3 aの凹部3 d側に向かって噴射される。これにより、燃料は、凹部3 dを含むピストン3 aの上面に衝突して燃料噴流を形成する。特に、後述する成層燃焼のときには、インジェクタ4が噴射した燃料の大部分は、凹部3 dに衝突して燃料噴流を形成する。

40

【0014】

また、燃料パイプ4 bのインジェクタ4の付近には、燃料圧センサ2 0が取り付けられている。この燃料圧センサ2 0は、インジェクタ4が噴射する燃料の燃料圧P Fを検出して、その検出信号をE C U 2に出力する。さらに、E C U 2には、燃料温センサ2 1から、燃料の温度（以下「燃料温」という）T Fを表す検出信号が出力される。また、インジェクタ4は、後述するように、E C U 2からの駆動信号により、その開弁時間である燃料

50

噴射時間および燃料噴射時期（開弁タイミングおよび閉弁タイミング）が制御される。なお、このインジェクタ4の燃料噴射時間は、気筒内に噴射される燃料量すなわち燃料噴射量に相当するので、以下、インジェクタ4の燃料噴射時間を燃料噴射量という。

**【0015】**

また、点火プラグ5は、ECU2から点火時期に応じたタイミングで高電圧が加えられることによって放電し、それにより燃焼室3c内の混合気を燃焼させる。

**【0016】**

さらに、エンジン3は、DOHC型のものであり、吸気カムシャフト6および排気カムシャフト7を備えている。これらのカムシャフト6,7はそれぞれ、吸気弁8および排気弁9を開閉駆動する吸気カム6aおよび排気カム7aを有している。吸気および排気カムシャフト6,7は、タイミングベルト（図示せず）を介してクランクシャフト3eに連結されており、クランクシャフト3eの回転に従って、これが2回転するごとに1回転する。この吸気カムシャフト6の一端部には、カム位相可変機構（以下「VTC」という）10が設けられている。

10

**【0017】**

VTC10は、油圧が供給されることによって作動し、クランクシャフト3eに対する吸気カム6aの位相を無段階に進角または遅角させることにより、吸気弁8の開閉タイミングを早めまたは遅らせる。これにより、吸気弁8と排気弁9のバルブオーバーラップを長くまたは短くすることによって、内部EGR量を増加または減少させるとともに、充填効率を変化させる。また、VTC10には、VTC電磁制御弁10aが接続されている。このVTC電磁制御弁10aは、ECU2からの駆動信号によって駆動され、その駆動信号のデューティ比に応じて、エンジン3の潤滑系の油圧ポンプ（図示せず）からの油圧をVTC10に供給する。これにより、VTC10は、吸気カム6aのカム位相を進角または遅角させる。

20

**【0018】**

さらに、図示しないが、吸気カム6aおよび排気カム7aの各々は、低速カムと、低速カムよりも高いカムノーズを有する高速カムとで構成されている。また、エンジン3には、複数のバルブタイミング切換機構（以下「VTEC（登録商標）」という）11が設けられている。各VTEC11は、吸気カム6aおよび排気カム7aを低速カムと高速カムの間で切り換えることにより、吸気弁8および排気弁9のバルブタイミングを低速バルブタイミング（以下「LO.VT」という）と高速バルブタイミング（以下「HI.VT」という）との間で切り換える。この場合、LO.VTと比較し、HI.VTのときには、吸気弁8および排気弁9の開弁期間と、両者のバルブオーバーラップが長くなるとともに、バルブリフト量も大きくなることにより、充填効率が高められる。このVTEC11も、上記VTC10と同様に、ECU2によりVTEC電磁制御弁11aを介して油圧が供給されることによって作動し、上記切換動作を実行する。

30

**【0019】**

一方、前記クランクシャフト3eには、マグネットロータ22aが取り付けられている。このマグネットロータ22aは、MREピックアップ22bとともに、クランク角センサ22（運転状態検出手段）を構成している。クランク角センサ22は、クランクシャフト3eの回転に伴い、いずれもパルス信号であるCRK信号およびTDC信号を出力する。CRK信号は、所定のクランク角（例えば30°）ごとに1パルスが出力される。ECU2は、この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、各気筒のピストン3a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り、4気筒タイプの本例では、クランク角180°ごとに1パルスが出力される。

40

**【0020】**

また、エンジン3の本体には、水温センサ23が取り付けられている。水温センサ23は、サーミスタで構成されており、エンジン3の本体内を循環する冷却水の温度であるエンジン水温TWを検出して、その検出信号をECU2に出力する。

50

## 【0021】

さらに、エンジン3の吸気管12には、上流側から順に、エアフローセンサ24（運転状態検出手段）、スロットル弁機構13、スロットル弁開度センサ25および吸気管内絶対圧センサ26（運転状態検出手段）などが設けられている。

## 【0022】

エアフローセンサ24は、熱線式エアフローメータで構成されており、スロットル弁機構13の後述するスロットル弁13aを通過する吸入空気量（以下「TH通過吸入空気量」という）GTHを表す検出信号をECU2に出力する。

## 【0023】

スロットル弁機構13は、スロットル弁13aおよびこれを開閉駆動するアクチュエータ13bなどを備えている。スロットル弁13aは、吸気管12の途中に回動自在に設けられており、当該回動に伴う開度の変化によりTH通過吸入空気量GTHを変化させる。アクチュエータ13bは、ECU2に接続されたモータにギヤ機構（いずれも図示せず）を組み合わせたものであり、ECU2からの駆動信号によって駆動されることにより、スロットル弁13aの開度（以下「スロットル弁開度」という）THを変化させる。

10

## 【0024】

スロットル弁開度センサ25は、例えばポテンシオメータなどで構成され、スロットル弁開度THを検出して、その検出信号をECU2に出力する。吸気管内絶対圧センサ26は、半導体圧力センサなどで構成されており、吸気管12内の絶対圧である吸気管内絶対圧PBAを検出して、その検出信号をECU2に出力する。さらに、吸気管12には、吸気温センサ27が設けられている。吸気温センサ27は、サーミスタで構成されており、吸気管12内の吸気温TAを検出して、その検出信号をECU2に出力する。

20

## 【0025】

また、エンジン3の排気管14には、触媒装置17が設けられている。この触媒装置17は、NOx触媒と3元触媒を組み合わせたものであり、このNOx触媒は、図示しないが、イリジウム触媒（イリジウムを担持した炭化ケイ素ウイスカ粉末とシリカの焼成体）をハニカム構造の基材の表面に被覆し、その上にペロブスカイト型複酸化物（LaCoO<sub>3</sub>粉末とシリカの焼成体）をさらに被覆したものである。触媒装置17は、NOx触媒による還元作用により、後述する成層燃焼モードでの運転時およびリーンバーン運転時の排気ガス中のNOxを浄化するとともに、3元触媒の酸化還元作用により、リーンバーン運

30

## 【0026】

さらに、吸気管12のスロットル弁機構13よりも下流側と、排気管14の触媒装置17よりも上流側との間には、EGR管15が接続されている。このEGR管15を介して、エンジン3の排気ガスが吸気側に再循環することによって、前記燃焼室3c内の燃焼温度を下げることにより排気ガス中のNOxを低減させるEGR動作が行われる。また、EGR管15には、EGR制御弁16が取り付けられている。EGR制御弁16は、リニア電磁弁であり、ECU2からの駆動信号に応じてそのバルブリフト量がリニアに変化し、これによってEGR管15を開閉する。また、EGR制御弁16のバルブリフト量は、バルブリフト量センサ（図示せず）によって検出され、その検出信号はECU2に出力される。

40

## 【0027】

ECU2は、エンジン3の運転状態に応じてEGR制御弁16の目標バルブリフト量を算出するとともに、実際のバルブリフト量が目標バルブリフト量になるように、EGR制御弁16を制御することにより、EGR量を制御する。

## 【0028】

さらに、排気管14の触媒装置17よりも上流側および下流側にはそれぞれ、LAFセンサ28およびO<sub>2</sub>センサ（図示せず）が設けられている。LAFセンサ28は、ジルコニアおよび白金電極などで構成され、理論空燃比よりもリッチなりッチ領域から極リーン領域までの広範囲な空燃比の領域において、排気ガス中の酸素濃度をリニアに検出し、そ

50

れを表す検出信号を ECU2 に出力する。 ECU2 は、この LAF センサ 28 の検出信号に基づき、排気ガス中の空燃比を表す検出空燃比 KACT を算出する。なお、この検出空燃比 KACT は、具体的には当量比として算出される。また、O<sub>2</sub> センサは、排気ガス中の酸素濃度を表す検出信号を ECU2 に出力する。

#### 【0029】

さらに、 ECU2 には、大気圧センサ 29、アクセル開度センサ 30 (運転状態検出手段)、シフト位置センサ 31 および車速センサ 32 が接続されている。この大気圧センサ 29 は、半導体圧力センサで構成されており、大気圧 PA を検出して、その検出信号を ECU2 に出力する。また、アクセル開度センサ 30 は、アクセルペダル (図示せず) の操作量であるアクセル開度 AP を検出して、その検出信号を ECU2 に出力する。さらに、シフト位置センサ 31 および車速センサ 32 はそれぞれ、自動変速機 (図示せず) のシフト位置 POSI および車速 VP を検出して、その検出信号を ECU2 に出力する。

10

#### 【0030】

ECU2 は、 CPU2 a、 RAM2 b および ROM2 c などからなるマイクロコンピュータで構成されている。 ECU2 は、前述した各種のセンサ 20 ~ 32 の検出信号に応じ、 ROM2 c に記憶された制御プログラムなどに基づいて各種の演算処理を実行する。具体的には、上記各種の検出信号からエンジン 3 の運転状態を判別し、その判別結果に基づいて、エンジン 3 の燃焼モード (燃焼形態) を決定するとともに、決定された燃焼モードに従って、インジェクタ 4 の燃料噴射量および点火プラグ 5 の点火時期などを制御する。なお、本実施形態では、 ECU2 により、運転状態検出手段、要求燃料量算出手段、要求トルク算出手段、記憶手段、トルク変化量パラメータ算出手段、燃焼効率推定手段、および切換時要求燃料量算出手段が構成されている。

20

#### 【0031】

上記の燃焼モードは、エンジン回転数 NE、および後述するようにして算出される要求トルク PMCMD に応じて決定され、原則として、アイドル運転時などの極低負荷運転時には成層燃焼モードに、極低負荷運転時以外の運転時には均一燃焼モードにそれぞれ決定される。また、両燃焼モード間の切換時には、燃焼モードが、2回噴射燃焼モードに決定される。

#### 【0032】

上記の成層燃焼モードでは、燃料をインジェクタ 4 から圧縮行程中に燃焼室 3 c 内に噴射し、噴射燃料の大部分を凹部 3 d に衝突させることにより燃料噴流が形成される。この燃料噴流と、吸気管 12 からの流入空気の流動とによって混合気が生じるとともに、ピストン 3 a が圧縮行程の上死点に近い位置にあることで、混合気を点火プラグ 5 の付近に偏在させながら、成層燃焼が行われる。また、成層燃焼モードでの混合気空燃比は、スロットル弁 13 a をほぼ全開状態に制御することにより、理論空燃比よりも極めてリーンな空燃比 (例えば 27 ~ 60) に制御される。

30

#### 【0033】

均一燃焼モードでは、燃料を吸気行程中に燃焼室 3 c 内に噴射し、燃料噴流と空気の流動とによって生成した混合気を燃焼室 3 c 内に均一に分散させながら、均一燃焼が行われる。また、均一燃焼モードでの空燃比は、成層燃焼モード中のときと比較して、スロットル弁 13 a を小さな開度に制御することにより吸入空気量を小さくすることで、成層燃焼モードよりもリッチな空燃比 (例えば 12 ~ 22) に制御される。さらに、均一燃焼モードでの EGR 制御弁 16 の目標バルブリフト量は、成層燃焼モードの場合よりも小さな値に設定される。

40

#### 【0034】

さらに、2回噴射燃焼モードでは、原則として1燃焼サイクル中に燃料を間隔をあけて2回噴射し、成層燃焼モードよりもリッチな空燃比 (例えば 14 . 7 ~ 27) で、燃焼が行われる。この場合の2回の燃料噴射は、吸気行程中と圧縮行程中に実行される。

#### 【0035】

なお、均一燃焼モードには、ストイキ燃焼モードおよびリーン燃焼モードが含まれ、こ

50

れらは、エンジン 3 の運転状態に従って決定される。前者での空燃比は、理論空燃比またはこれよりもリッチ側に制御される。また、リーン燃焼モードでの空燃比は、ストイキ燃焼モードの場合よりもリーン側に制御される。

【 0 0 3 6 】

次に、燃料噴射制御処理について、図 2 ~ 図 1 7 を参照しながら説明する。図 2 は、この燃料噴射制御処理のメインルーチンを示しており、本処理は、T D C 信号の入力に同期して割り込み実行される。まず、ステップ 1 (「S 1」と図示。以下同じ)において、各種の補正係数を算出する。これら各種の補正係数はそれぞれ、各種のパラメータ、例えば吸気温度 T A、大気圧 P A やエンジン水温 T W などに応じて、各種のテーブルやマップ(いずれも図示せず)を検索することによって算出される。

10

【 0 0 3 7 】

次いで、ステップ 2 および 3 において、吸気行程噴射用の目標空燃比 K C M D 1 S T および圧縮行程噴射用の目標空燃比 K C M D 2 N D をそれぞれ算出する。これらの吸気・圧縮行程噴射用の目標空燃比 K C M D 1 S T, K C M D 2 N D は、エンジン回転数 N E や要求トルク P M C M D などに応じて算出される。この要求トルク P M C M D は、図 3 に示す要求トルク P M C M D 算出処理によって算出され、具体的には、そのステップ 1 5 において、エンジン回転数 N E およびアクセル開度 A P に応じ、マップ(図示せず)を検索することによって算出される。なお、要求トルク P M C M D は、燃焼時の図示平均有効圧力を示す。

【 0 0 3 8 】

20

ステップ 3 に続くステップ 4 では、F / B 補正係数 K A F を算出する。この F / B 補正係数 K A F は、燃焼モードに応じて算出される。具体的には、検出空燃比 K A C T や上記ステップ 2 および 3 で求めた吸気または圧縮行程噴射用の目標空燃比 K C M D 1 S T, K C M D 2 N D などに応じて、フィードバック制御アルゴリズムにより算出される。

【 0 0 3 9 】

次いで、吸気行程噴射用の基本燃料噴射量 T I M 1 S T を算出する(ステップ 5)。この基本燃料噴射量 T I M 1 S T は、次のようにして算出される。すなわち、T H 通過吸入空気量 G T H および吸気管内絶対圧 P B A などに基づいて、気筒内に実際に吸入されたと推定される吸入空気量として実吸入空気量を算出する。そして、算出した実吸入空気量に応じ、テーブル(図示せず)を検索することなどによって、吸気行程噴射用の基本燃料噴射量 T I M 1 S T が算出される。

30

【 0 0 4 0 】

次に、圧縮行程噴射用の基本燃料噴射量 T I M 2 N D を算出する(ステップ 6)。この基本燃料噴射量 T I M 2 N D は、上記の吸気行程噴射用の基本燃料噴射量 T I M 1 S T とほぼ同様にして算出される。その算出方法の説明については省略する。

【 0 0 4 1 】

次いで、要求燃料噴射量 T C Y L (要求燃料量)を算出する(ステップ 7)。この算出処理については後述する。次に、算出した要求燃料噴射量 T C Y L を、燃料圧 P F および燃料温度 T F に基づくそれぞれの補正係数で補正することにより、最終燃料噴射量 T O U T を算出する(ステップ 8)。次いで、算出した最終燃料噴射量 T O U T に基づく駆動信号をインジェクタ 4 に出力することによって、燃料噴射を実行し(ステップ 9)、本処理を終了する。なお、2 回噴射燃焼モードでは、最終燃料噴射量 T O U T を分割することによって、吸気行程中および圧縮行程中に噴射する燃料噴射量が求められ、求めた燃料噴射量に基づく駆動信号がインジェクタ 4 に出力される。

40

【 0 0 4 2 】

次に、図 2 の上記ステップ 7 の要求燃料噴射量 T C Y L を算出する処理について、図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。まず、ステップ 2 0 において、吸気行程噴射用の要求燃料噴射量 T C Y L 1 S T T を算出する。この要求燃料噴射量 T C Y L 1 S T T は、均一燃焼モードにおいて、要求燃料噴射量 T C Y L として用いられるものである。また、吸気行程噴射用の要求燃料噴射量 T C Y L 1 S T T は、上述した図 2 の処理で求めた

50



各種の補正係数、吸気行程噴射用の目標空燃比  $K C M D 1 S T$ 、 $F / B$  補正係数  $K A F$ 、および吸気行程噴射用の基本燃料噴射量  $T I M 1 S T$  を互いに乗算することにより算出される。

【 0 0 4 3 】

次いで、圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 2 N D T$  を算出する（ステップ 2 1）。この要求燃料噴射量  $T C Y L 2 N D T$  は、成層燃焼モードにおいて、要求燃料噴射量  $T C Y L$  として用いられるものである。また、圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 2 N D T$  は、各種の補正係数、圧縮行程噴射用の目標空燃比  $K C M D 2 N D$ 、 $F / B$  補正係数  $K A F$ 、および圧縮行程噴射用の基本燃料噴射量  $T I M 2 N D$  を互いに乗算することにより算出される。

10

【 0 0 4 4 】

次に、暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  を算出する（ステップ 2 2）。この算出処理については後述する。次いで、膨張行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 3 R D$  を算出する（ステップ 2 3）。この膨張行程噴射は、触媒装置 1 7 に吸着された  $N O x$  および硫黄をそれぞれ還元および脱離させることにより、触媒装置 1 7 の吸着能力を回復させるために、膨張行程中に気筒内に燃料を噴射するものである。上記の要求燃料噴射量  $T C Y L 3 R D$  は、この膨張行程噴射に用いられる燃料量である。なお、その算出方法の説明については省略する。

【 0 0 4 5 】

次に、成層燃焼許可フラグ  $F \_ D I S C O K$  が「 1 」であるか否かを判別する（ステップ 2 4）。この成層燃焼許可フラグ  $F \_ D I S C O K$  は、成層燃焼の実行条件が成立していることを「 1 」で表すものであり、その判定処理（図示せず）においてセットされる。なお、成層燃焼許可フラグ  $F \_ D I S C O K$  が「 1 」のときには、原則として、燃焼モードが成層燃焼モードに決定される。

20

【 0 0 4 6 】

上記ステップ 2 4 の答が  $Y E S$  で、成層燃焼の実行条件が成立しているときには、上記ステップ 2 2 で算出した暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  を要求燃料噴射量  $T C Y L$  として設定し（ステップ 2 5）、本処理を終了する。

【 0 0 4 7 】

一方、ステップ 2 4 の答が  $N O$  で、 $F \_ D I S C O K = 0$ 、すなわち、成層燃焼の実行条件が成立していないときには、膨張行程噴射フラグ  $F \_ D I B C$  が「 1 」であるか否かを判別する（ステップ 2 6）。この膨張行程噴射フラグ  $F \_ D I B C$  は、上述した膨張行程噴射の実行条件が成立していることを「 1 」で表すものであり、その判定処理（図示せず）においてセットされる。

30

【 0 0 4 8 】

ステップ 2 6 の答が  $Y E S$  で、膨張行程噴射の実行条件が成立しているときには、暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  と膨張行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 3 R D$  との和を、要求燃料噴射量  $T C Y L$  として設定し（ステップ 2 7）、本処理を終了する。一方、ステップ 2 6 の答が  $N O$  のときには、前記ステップ 2 5 を実行し、本処理を終了する。

【 0 0 4 9 】

40

次いで、前記ステップ 2 2 の暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  を算出する処理について、図 5 および図 6 のフローチャートを参照しながら説明する。本処理では、暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  は、原則として、均一燃焼モード中には吸気行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 1 S T T$  に設定され、成層燃焼モード中には圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 2 N D T$  に設定され、両燃焼モード間の切換時には、後述する第 1 ~ 第 4 のリミット値  $T C Y L D S$ 、 $T C Y L D L$ 、 $T C Y L S D$ 、 $T C Y L L D$ （切換時要求燃料量）のいずれかに設定される。

【 0 0 5 0 】

これは次の理由による。すなわち、前述したように成層燃焼モードと均一燃焼モードとの間で設定されるべき吸入空気量および  $E G R$  量は大きく異なり、また、切換時における

50

これらの変化には応答遅れがある。このため、前述したように気筒内に実際に吸入される吸入空気量に応じて設定される吸気・圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 1 S T T$ 、 $T C Y L 2 N D T$  のうち、均一燃焼モードへの切換時に、前者  $T C Y L 1 S T T$  は、設定すべき値よりも大きな値に設定され、これと逆の切換時に、後者  $T C Y L 2 N D T$  は、設定すべき値よりも小さな値に設定される傾向にある。このような傾向にあることから、吸入空気量などが安定するまでの間、吸気・圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 1 S T T$ 、 $T C Y L 2 N D T$  を制限するためである。このため、第1リミット値  $T C Y L D S$  などは、吸気・圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 1 S T T$ 、 $T C Y L 2 N D T$  を、均一燃焼モードへの切換時には上限側で、その逆の成層燃焼モードへの切換時には下限側でそれぞれ制限するように設定される。なお、第1リミット値  $T C Y L D S$  などによる制限を以下「リミット」という。

10

**【0051】**

まず、図5のステップ30において、暫定要求燃料噴射量  $T C Y L L M T$  の算出に用いられる各種のパラメータを算出する。この算出処理について、図7および図8を参照しながら説明する。

**【0052】**

図7のステップ70では、後述する切換ステータスの今回値  $E M O D \_ S T S$  を、その前回値  $E M O D \_ S T S Z$  として設定する。次いで、成層燃焼許可フラグ  $F \_ D I S C O K$  が「1」であるか否かを判別する(ステップ71)。この答が  $Y E S$ 、すなわち、成層燃焼の実行条件が成立しているときには、図4の前記ステップ21で求めた圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 2 N D T$  を、通常時要求燃料噴射量  $T C Y L T$  として設定する(ステップ72)。一方、ステップ71の答が  $N O$  で、 $F \_ D I S C O K = 0$ 、すなわち、成層燃焼の実行条件が成立していないときには、前記ステップ20で求めた吸気行程噴射用の要求燃料噴射量  $T C Y L 1 S T T$  を、通常時要求燃料噴射量  $T C Y L T$  として設定する(ステップ73)。

20

**【0053】**

上記ステップ72または73に続くステップ74では、フューエルカットフラグの前回値  $F \_ F C Z$  が「1」であるか否かを判別する。この答が  $Y E S$  で、 $F \_ F C Z = 1$  のとき、すなわち、前回のループでフューエルカット(以下「 $F / C$ 」という)運転が実行されていたときには、以下のステップ75~80において、上記の各種のパラメータを初期化する。まず、ステップ75~77では、リミット時間  $T M T C Y L M T$  を値0にリセットし、切換ステータス  $E M O D \_ S T S$  を「0」にリセットするとともに、切換直前要求燃料噴射量  $T C Y L M I N I$  (燃焼モードが切り換えられる直前に算出された要求燃料量)を、所定値  $T C Y L R E F$  に設定する。続くステップ78~80では、切換直前要求トルク  $P M T C Y L I N$ 、トルク変化量  $D P M T C L I N$  およびトルク変化量補正項  $T C Y L D P M$  (トルク変化量パラメータ)をそれぞれ値0に設定し、本処理を終了する。

30

**【0054】**

以上のように、前回のループで  $F / C$  運転が実行されていた場合に、各種のパラメータを初期化するのは次の理由による。すなわち、後述するように、第1リミット値  $T C Y L D S$  などは、燃焼モードの切換直前に算出された要求燃料噴射量  $T C Y L$  に応じて算出されるので、上記のような場合には、第1リミット値  $T C Y L D S$  などの算出およびそれによるリミットを適切に行えないため、各種のパラメータを初期化することにより、この算出を行わないようにするためである。

40

**【0055】**

一方、前記ステップ74の答が  $N O$ 、すなわち、前回のループで  $F / C$  が実行されていなかったときには、成層燃焼許可フラグの今回値  $F \_ D I S C O K$  がその前回値  $F \_ D I S C O K Z$  と等しいか否かを判別する(ステップ81)。この答が  $N O$  で、 $F \_ D I S C O K = F \_ D I S C O K Z$  のとき、すなわち、今回のループが成層燃焼の実行条件が成立したまたは不成立になった直後のループであるときには、成層燃焼許可フラグ  $F \_ D I S C O K$  が「1」であるか否かを判別する(ステップ82)。

50

## 【 0 0 5 6 】

この答が Y E S、すなわち、成層燃焼の実行条件が成立しているときには、吸気行程噴射用の目標空燃比の前回値 K C M D 1 S T Z が、予混合リーンバーン空燃比相当の所定のしきい値 K C M D T C L M T (例えば 0 . 8 8) 以上であるか否かを判別する(ステップ 8 3)。この答が Y E S で、前回のループでの混合気空燃比が、予混合リーンバーン空燃比以上でリッチ側に制御されていたときには、今回のループが、均一燃焼モードのうちのスロイキ燃焼モードから成層燃焼モードに燃焼モードを切り換えた最初のループであるとして、リミット時間 T M T C Y L M T を第 1 の所定時間 T M T C Y L M S D (例えば 3 . 0 s e c) に設定し(ステップ 8 4)、燃焼モードがスロイキ燃焼モードから成層燃焼モードに切り換えられたことを表すために、切換ステータス E M O D \_ S T S を「 3 」に

10

## 【 0 0 5 7 】

一方、ステップ 8 3 の答が N O で、 $K C M D 1 S T Z < K C M D T C L M T$  のときには、今回のループが、均一燃焼モードのうちのリーン燃焼モードから成層燃焼モードに燃焼モードを切り換えた最初のループであるとして、リミット時間 T M T C Y L M T を第 2 の所定時間 T M T C Y L M L D (例えば 2 . 5 s e c) に設定し(ステップ 8 6)、燃焼モードがリーン燃焼モードから成層燃焼モードに切り換えられたことを表すために、切換ステータス E M O D \_ S T S を「 4 」にセットする(ステップ 8 7)。

## 【 0 0 5 8 】

一方、上記ステップ 8 2 の答が N O で、 $F _ D I S C O K = 0$  のとき、すなわち、成層燃焼の実行条件が成立していないときには、吸気行程噴射用の目標空燃比 K C M D 1 S T が、上記ステップ 8 3 で用いたしきい値 K C M D T C L M T 以上であるか否かを判別する(ステップ 8 8)。この答が Y E S で、今回の空燃比が、予混合リーンバーン空燃比以上でリッチ側に制御されているときには、今回のループが、成層燃焼モードからスロイキ燃焼モードに燃焼モードを切り換えた最初のループであるとして、ステップ 8 9 ~ 9 3 を実行する。

20

## 【 0 0 5 9 】

まず、ステップ 8 9 および 9 0 ではそれぞれ、車速 V P およびエンジン回転数 N E がそれぞれ、所定車速 V P T C L M D S (例えば 1 0 k m / h) および所定回転数 N E T C L M D S (例えば 8 5 0 r p m) よりも小さいか否かを判別する。これらの答がいずれも N O のときには、ステップ 9 1 で、リミット時間 T M T C Y L M T を第 3 の所定時間 T M T C Y L M D S S (例えば 2 . 0 s e c) に設定する。一方、上記、ステップ 8 9 および 9 0 の答のいずれかが Y E S で、車速 V P またはエンジン回転数 N E が小さいときには、エンジン 3 が低負荷運転状態にあるとして、ステップ 9 2 で、リミット時間 T M T C Y L M T を第 4 の所定時間 T M T C Y L M D S (例えば 5 . 0 s e c) に設定する。また、ステップ 9 1 またはステップ 9 2 に続くステップ 9 3 では、燃焼モードが成層燃焼モードからスロイキ燃焼モードに切り換えられたことを表すために、切換ステータス E M O D \_ S T S を「 1 」にセットする。

30

## 【 0 0 6 0 】

一方、前記ステップ 8 8 の答が N O で、 $K C M D 1 S T < K C M D T C L M T$  のときには、今回のループが、成層燃焼モードからリーン燃焼モードに燃焼モードを切り換えた最初のループであるとして、リミット時間 T M T C Y L M T を第 5 の所定時間 T M T C Y L M D L (例えば 2 . 0 s e c) に設定し(ステップ 9 4)、燃焼モードが成層燃焼モードからリーン燃焼モードに切り換えられたことを表すために、切換ステータス E M O D \_ S T S を「 2 」にセットする(ステップ 9 5)。

40

## 【 0 0 6 1 】

前記ステップ 8 5、8 7、9 3 または 9 5 に続くステップ 9 6 では、そのときの暫定要求燃料噴射量 T C Y L L M T、すなわち燃焼モードの切換直前に得られた暫定要求燃料噴射量 T C Y L L M T を、切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I として設定する。次いで、要求トルクの前回値 P M C M D Z、すなわち燃焼モードの切換直前での要求トルク P

50

MCMDが、所定の下限トルクPMTCYLMIN（例えば $0.2 \text{ kgf/cm}^2$ ）よりも小さいか否かを判別する（ステップ97）。この答がNOのときには、切換直前要求トルクPMTCYLINを要求トルクの前回値PMCMdzに設定し（ステップ98）、ステップ100に進む。一方、ステップ97の答がYESで、 $PMCMdz < PMTCYLMIN$ のときには、切換直前要求トルクPMTCYLINを下限トルクPMTCYLMINに設定し（ステップ99）、リミット処理し、ステップ100に進む。

【0062】

一方、前記ステップ81の答がYESで、 $F\_DISCOK = F\_DISCOKZ$ 、すなわち、今回のループが燃焼モードを切り換えた2回目以降のループであるときには、リミット実行フラグ $F\_TCYLLMT$ が「1」であるか否かを判別する（ステップ101）。このリミット実行フラグ $F\_TCYLLMT$ は、前述したリミットを実行していることを「1」で表すものである。

10

【0063】

この答がYESで、リミットを実行しているときには、ステップ100に進む一方、この答がNOのときには、前記ステップ75以降を実行することで、各種のパラメータをリセットし、本処理を終了する。

【0064】

以上のように、燃焼モードが切り換えられた直後において、前記ステップ96が実行され、それにより、切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIは、燃焼モードの切換直前に算出された暫定要求燃料噴射量TCYLLMTに設定される。また、前述したように、この暫定要求燃料噴射量TCYLLMTは、膨張行程噴射が実行されない限り、要求燃料噴射量TCYLに等しい（図4の前記ステップ25）。したがって、切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIは、燃焼モードの切換直前における要求燃料噴射量TCYLを表す。また、同様に、燃焼モードの切換直後において、前記ステップ97～99が実行されるため、切換直前要求トルクPMTCYLINは、上述したステップ99によるリミット処理が行われない限り、燃焼モードの切換直前に算出された要求トルクPMCMdに相当する。

20

【0065】

前記ステップ98、99または101に続く、ステップ100では、要求トルクPMCMdが値0よりも小さいか否かを判別する。この答がNOのときには、算出用要求トルクPMCMdTMPを要求トルクPMCMdに設定する（ステップ102）。一方、この答がYESで、要求トルクPMCMdが負値のときには、算出用要求トルクPMCMdTMPを値0に設定し（ステップ103）、リミット処理する。

30

【0066】

次に、ステップ104では、上記ステップ102または103で設定した算出用要求トルクPMCMdTMPから、上記ステップ98または99で設定した切換直前要求トルクPMTCYLINを減算した値を、トルク変化量DPMTCLINとして設定する。このトルク変化量DPMTCLINは、その算出方法から明らかなように、上述したステップ99および103によるリミット処理が行われない限り、燃焼モードの切換直前から今回までの要求トルクPMCMdの変化量を表す。

40

【0067】

次いで、上記ステップ104で設定したトルク変化量DPMTCLINに応じて、図9に示すTCYLDPMテーブルを検索することにより、トルク変化量補正項TCYLDPMを求め（ステップ105）、本処理を終了する。このトルク変化量補正項TCYLDPMは、燃焼モードの切換直前から今回までの要求トルクPMCMdの変化分を燃料量に換算したものであり、後述するように第1リミット値TCYLDsなどを算出する際に加算項として用いられる。

【0068】

上記のTCYLDPMテーブルでは、トルク変化量補正項TCYLDPMは、トルク変化量DPMTCLINが、負値である第1所定値DP1（例えば $-9 \text{ kgf/cm}^2$ ）以

50

下では負値である最小値  $TDPMMIN$  (例えば値  $-3.1$ ) に設定されるとともに、値  $0$  のときには値  $0$  に設定され、正值である第2所定値  $DP2$  (例えば  $9\text{ kgf/cm}^2$ ) 以上では最大値  $TDPMAX$  (例えば値  $3.1$ ) に設定されている。また、トルク変化量補正項  $TCYLDPM$  は、トルク変化量  $DPMTCLIN$  が第1所定値  $DP1$  と第2所定値  $DP2$  との間では、 $DPMTCLIN$  値が大きいほど、より大きな値になるようにリニアに設定されている。これは、トルク変化量  $DPMTCLIN$  の絶対値が大きいほど、すなわち、要求トルク  $PMCMD$  の燃焼モードの切換直前からの増加量または減少量が大きいほど、それに応じてエンジン3の出力トルクを増加または減少させるために、燃料噴射量をより大きく増減させる必要があるので、トルク変化量補正項  $TCYLDPM$  を加算項として補正される第1リミット値  $TCYLD S$  などをより大きく増減させるためである

#### 【0069】

以上のように、切換ステータス  $EMOD\_STS$  は、燃焼モードの切換直後(前記ステップ81: NO)に、前記ステップ82~95が実行されることにより、そのときの燃焼モードの切換パターンに応じて、上述したように「1」~「4」にセットされる。また、切換ステータス  $EMOD\_STS$  は、リミットが終了したとき(前記ステップ101: NO)、またはF/C運転が実行されたとき(前記ステップ74: YES)に、「0」にリセットされる。

#### 【0070】

次いで、図5に戻り、前記ステップ30に続くステップ31では、要求トルク  $PMCMD$  が値0よりも大きいかな否かを判別する。この答がNOで、エンジン3にトルクが要求されていないときには、アップカウント式の切換後経過時間タイマのタイマ値  $TTCYLMC$  を所定時間  $TTCYLREF$  (例えば  $6.0\text{ sec}$ ) にセットし(ステップ32)、暫定要求燃料噴射量  $TCYLLMT$  を、図7の前記ステップ72または73で設定した通常時要求燃料噴射量  $TCYLT$  に設定する(ステップ33)。また、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  を「0」にセットし、リミットを実行しないようにする(ステップ34)。これは、エンジン3にトルクが要求されていないことにより、燃料噴射量が値0かまたは極少量であるために、リミットを実行する必要性に乏しいためである。

#### 【0071】

一方、ステップ31の答がYESで、 $PMCMD > 0$  のときには、切換ステータス  $EMOD\_STS$  が「0」であるかな否かを判別する(ステップ35)。この答がYES、すなわち、燃焼モードが切り換えられていないときには、前記ステップ32~34を実行する。

#### 【0072】

一方、ステップ35の答がNOで、 $EMOD\_STS = 0$  のときには、切換ステータスの今回値  $EMOD\_STS$  が、その前回値  $EMOD\_STS Z$  と等しいかな否かを判別する(ステップ36)。この答がYESで、切換ステータス  $EMOD\_STS$  が変化しておらず、今回のループが燃焼モードの切換直後でないときには、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  が「1」であるかな否かを判別する(ステップ37)。この答がNOで、リミットを実行していないときには、前記ステップ32~34を実行する。一方、ステップ37の答がYESで、リミットを実行しているときには、ステップ39に進む。

#### 【0073】

一方、上記ステップ36の答がNOで、 $EMOD\_STS = EMOD\_STS Z$ 、すなわち、今回のループが燃焼モードの切換直後であるときには、前記ステップ32でセットした切換後経過時間タイマのタイマ値  $TTCYLMC$  を値0にリセットし(ステップ38)、ステップ39に進む。

#### 【0074】

このステップ39では、切換後経過時間タイマのタイマ値  $TTCYLMC$  が、図7の前記ステップ84、86、91、92または94で設定したリミット時間  $TMTCYLLMT$  よりも小さいかな否かを判別する。この答がYES、すなわち、燃焼モードの切換後、切換

パターンに応じたリミット時間  $TMTCYLMT$  が経過していないときには、切換ステータス  $EMOD\_STS$  が「1」であるか否かを判別する（ステップ40）。この答が  $YES$ 、すなわち、切換パターンが成層燃焼モード ストイキ燃焼モードのときには、この切換パターン用の第1リミット値  $TCYLD S$  を算出する（ステップ41）。次いで、算出した第1リミット値  $TCYLD S$  を暫定要求燃料噴射量  $TCYLLMT$  として設定し（ステップ42）、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  を第1リミット値算出フラグ  $F\_TCYLD S$  にセットされている値にセットする（ステップ43）。

【0075】

一方、ステップ40の答が  $NO$  のときには、上記ステップ40～43と同様に、ステップ44～54を実行する。まず、ステップ44および45では、切換ステータス  $EMOD\_STS$  が「2」および「3」であるか否かをそれぞれ判別する。そして、ステップ44の答が  $YES$  ( $EMOD\_STS = 2$ ) で、切換パターンが成層燃焼モード リーン燃焼モードのときには、この切換パターン用の第2リミット値  $TCYLDL$  を算出し（ステップ46）、この第2リミット値  $TCYLDL$  を暫定要求燃料噴射量  $TCYLLMT$  として設定し（ステップ47）、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  を第2リミット値算出フラグ  $F\_TCYLDL$  の値にセットする（ステップ48）。

【0076】

また、上記ステップ45の答が  $YES$  ( $EMOD\_STS = 3$ ) で、切換パターンがストイキ燃焼モード 成層燃焼モードのときには、この切換パターン用の第3リミット値  $TCYLS D$  を算出し（ステップ49）、この第3リミット値  $TCYLS D$  を暫定要求燃料噴射量  $TCYLLMT$  として設定し（ステップ50）、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  を第3リミット値算出フラグ  $F\_TCYLS D$  の値にセットする（ステップ51）。さらに、上記ステップ45の答が  $NO$  ( $EMOD\_STS = 4$ ) で、切換パターンがリーン燃焼モード 成層燃焼モードのときには、この切換パターン用の第4リミット値  $TCYLLD$  を算出し（ステップ52）、この第4リミット値  $TCYLLD$  を暫定要求燃料噴射量  $TCYLLMT$  として設定し（ステップ53）、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  を第4リミット値算出フラグ  $F\_TCYLLD$  の値にセットする（ステップ54）。

【0077】

一方、前記ステップ39の答が  $NO$  で、 $TTCYLMC TMTCYLMT$  のとき、すなわち、燃焼モードの切換後、リミット時間  $TMTCYLMT$  が経過したときには、リミットの実行期間が終了したとして、前記ステップ33および34を実行し、リミットを終了する。

【0078】

前記ステップ34、43、48、51または54に続くステップ55では、リミット実行フラグ  $F\_TCYLLMT$  が「1」であるか否かを判別する。この答が  $YES$  で、リミットを実行しているときには、成層燃焼許可フラグ  $F\_DISCOK$  が「0」であるか否かを判別する（ステップ56）。この答が  $YES$  で、成層燃焼の実行条件が成立していないときには、ダウンカウント式のディレイタイマのタイマ値  $TAFDTOS$  を所定の待機時間  $TMAFD TOS$ （例えば3.0sec）にセットし（ステップ57）、ステップ58に進む。一方、ステップ55の答が  $NO$  で、 $F\_TCYLLMT = 0$  のとき、またはステップ56の答が  $NO$  で、 $F\_DISCOK = 1$  のときには、ステップ57をスキップし、ステップ58に進む。

【0079】

このステップ58では、上記ステップ57でセットしたディレイタイマのタイマ値  $TAFDTOS$  が値0であるか否かを判別する。この答が  $NO$  のときには、成層燃焼モードを禁止するために、成層燃焼モードフラグ  $F\_TAFDTOS0$  を「0」にセットし（ステップ59）、本処理を終了する。一方、この答が  $YES$  で、 $TAFDTOS = 0$  のときには、成層燃焼モードフラグ  $F\_TAFDTOS0$  を「1」にセットし（ステップ60）、本処理を終了する。

【0080】

10

20

30

40

50

以上のように、上記ステップ55～59から明らかなように、成層燃焼モードから均一燃焼モードへの切換パターンでのリミットが実行されている状態から、このリミットが終了した後、または成層燃焼の実行条件が成立した後、待機時間TMAFDTOSが経過するまでは、成層燃焼モードが禁止される。これにより、成層燃焼モードから均一燃焼モードへの切換時に、成層燃焼の実行条件の成立あるいはリミットの終了に応じて、燃焼モードが再び成層燃焼モードにすぐに切り換えられるのを防止することができる。

【0081】

また、燃焼モードの切換時（前記ステップ35：NO）には、前記ステップ40～54により、そのときの切換パターンに応じて、第1～第4のリミット値TCYLD S, TCYLDL, TCYLS D, TCYLL Dのいずれかが算出され、算出されたリミット値によるリミットが実行される。そして、燃焼モードの切換後、リミット時間TMTCYLMTが経過すると（前記ステップ39：NO）、前記ステップ33および34により、リミットが終了される。

10

【0082】

なお、前述したように、ストイキ燃焼モードへの切換時にリミット時間TMTCYLMTとして用いられる第3および第4の所定時間TMTCYLMD S S, TMTCYLMD Sは、 $TMTCYLMD S S < TMTCYLMD S$ の大小関係に設定されている。これは次の理由による。すなわち、前述したように、第4の所定時間TMTCYLMD Sは、前記ステップ89および90により、車速VPまたはエンジン回転数NEが小さいとき、すなわち、エンジン3が低負荷運転状態にあるときのリミット時間TMTCYLMTとして用いられる。また、ストイキ燃焼モードでの低負荷運転中の吸入空気量は、成層燃焼モードのときよりも遙かに小さいことによって、低負荷運転状態でのストイキ燃焼モードへの切換時では、吸入空気量がストイキ燃焼モードに適した大きさになるのに特に時間がかかるので、その分、リミットの実行期間を延長するためである。

20

【0083】

また、第1～第3の所定時間TMTCYLMS D, TMTCYLML D, TMTCYLMD S S、および第5の所定時間TMTCYLMD Lは、前述したように成層燃焼モードでのEGR制御弁16の目標バルブリフト量が均一燃焼モードの場合よりも大きいことと、EGR制御弁16の応答性を考慮し、実際のバルブリフト量が切換後の燃焼モードに適した値に確実に達するのに必要な時間としてそれぞれ設定されている。具体的には、均一燃焼モードへの切換時用の第3および第5の所定時間TMTCYLMD S S, TMTCYLMD Lは、成層燃焼モードへの切換時用の第1および第2の所定時間TMTCYLMS D, TMTCYLML Dよりも短い時間に設定されている。これは、均一燃焼モードへの切換時におけるEGR制御弁16の閉弁時には、EGR制御弁16の弁体に、ステッピングモータによる閉じ側への駆動力に加えて、ばねによる閉じ側への反力がさらに作用するので、上記の弁体の閉弁に必要な時間が、開弁時間よりも短いためである。以上により、燃焼モードの切換時におけるEGR制御弁16の応答遅れの間、リミットを確実に実行することができる。

30

【0084】

次いで、図5の前記ステップ41で実行される、成層燃焼モードからストイキ燃焼モードへの切換時用の第1リミット値TCYLD Sの算出処理について、図10および図11を参照しながら説明する。まず、ステップ110では、リミット実行フラグF\_\_TCYLLMTが「1」であるか否かを判別する。この答がYESで、リミットを実行しているときには、それまでにセットされていた要求トルク領域外フラグF\_\_TCYLD S PMの値を、その暫定フラグF\_\_TCYLD S PMTMPにシフトする（ステップ111）。この要求トルク領域外フラグF\_\_TCYLD S PMは、リミットの実行中に、要求トルクPCMが非常に大きくなったことを「1」で表すものである。一方、ステップ110の答がNO、すなわち、リミットを実行しておらず、今回のループがリミットを開始した最初のループであるときには、暫定フラグF\_\_TCYLD S PMTMPを「0」にセットする（ステップ112）。

40

50

## 【 0 0 8 5 】

次に、ステップ 1 1 3 では、暫定フラグ F \_ T C Y L D S P M T M P が「 1 」であるか否かを判別する。この答が N O のときには、要求トルク P M C M D が、所定の上限トルク P M T C Y L L G (例えば  $6.0 \text{ kgf/cm}^2$ ) 以下であるか否かを判別する (ステップ 1 1 4)。この答が Y E S で、要求トルク P M C M D があまり大きくないときには、暫定フラグ F \_ T C Y L D S P M T M P の値を、要求トルク領域外フラグ F \_ T C Y L D S P M にシフトする (ステップ 1 1 5)。

## 【 0 0 8 6 】

次いで、運転状態ステータス N K E N G C N D が「 1 」であるか否かを判別する (ステップ 1 1 6)。この運転状態ステータス N K E N G C N D は、エンジン 3 の運転状態を表すものであり、具体的には、エンジン 3 がアイドル運転状態のときに「 1 」に、高負荷運転状態のときに「 2 」に、低負荷運転状態のときに「 3 」に、それぞれセットされる。

10

## 【 0 0 8 7 】

このステップ 1 1 6 の答が Y E S で、N K E N G C N D = 1 のとき、すなわち、エンジン 3 がアイドル運転状態にあるときには、図 5 の前記ステップ 3 8 で初期化される切換後経過時間タイマのタイマ値 T T C Y L M C に応じて、図 1 2 の第 1 テーブルを検索することにより、アイドル運転時用の第 1 テーブル値 K T C Y L D S T を求め (ステップ 1 1 7)、燃烧効率係数 K T C L D S T として設定する (ステップ 1 1 8)。この第 1 テーブルでは、第 1 テーブル値 K T C Y L D S T は、タイマ値 T T C Y L M C が大きいほど、すなわち燃烧モードの切換後の経過時間が長いほど、徐々に大きくなるように設定され、タイマ値 T T C Y L M C が所定時間 T (例えば  $2 \text{ sec}$ ) 以上のときには、最大値 K T D S T M A X (例えば値 1) に設定されている。

20

## 【 0 0 8 8 】

一方、上記ステップ 1 1 6 の答が N O のときには、上記ステップ 1 1 6 ~ 1 1 8 と同様に、ステップ 1 1 9 ~ 1 2 3 において以下の処理を実行する。すなわち、ステップ 1 1 9 で、運転状態ステータス N K E N G C N D が「 2 」であるか否かを判別し、この答が Y E S で、高負荷運転状態のときには、ステップ 1 2 0 および 1 2 1 で、切換後経過時間タイマのタイマ値 T T C Y L M C に応じて、図 1 3 に示す第 2 テーブルを検索することにより、高負荷運転時用の第 2 テーブル値 K T C Y L D S T 2 を求め、燃烧効率係数 K T C L D S T として設定する。

30

## 【 0 0 8 9 】

一方、ステップ 1 1 9 の答が N O で、低負荷運転状態のときには、ステップ 1 2 2 および 1 2 3 において、タイマ値 T T C Y L M C に応じて、図 1 4 に示す第 3 テーブルを検索することにより、低負荷運転時用の第 3 テーブル値 K T C Y L D S T 3 を求め、燃烧効率係数 K T C L D S T として設定する。

## 【 0 0 9 0 】

上記の第 2 および第 3 のテーブルでは、第 2 および第 3 のテーブル値 K T C Y L D S T 2 , K T C Y L D S T 3 は、タイマ値 T T C Y L M C が大きいほど、徐々に大きくなるように設定され、上述した第 1 テーブル値 K T C Y L D S T と同様、タイマ値 T T C Y L M C が上記の所定時間 T 以上のときには、上記の最大値 K T D S T M A X に設定されている。また、この場合の第 2 および第 3 のテーブル値 K T C Y L D S T 2 , K T C Y L D S T 3 の切換後の初期における増加度合は、第 1 テーブル値 K T C Y L D S T の場合よりも大きく設定されている。

40

## 【 0 0 9 1 】

次いで、前記ステップ 1 1 8、1 2 1 または 1 2 3 に続くステップ 1 2 4 では、図 8 のステップ 1 0 4 で設定したトルク変化量 D P M T C L I N に応じて、図 1 5 に示す K T C L D S P テーブルを検索することにより、トルク補正係数 K T C L D S P を求める。このテーブルでは、トルク補正係数 K T C L D S P は、トルク変化量 D P M T C L I N が第 3 所定値 D P 3 (例えば  $1 \text{ kgf/cm}^2$ ) 以下では、最小値 K T D S P M I N (例えば値 1) に設定され、第 3 所定値 D P 3 とこれよりも大きい第 4 所定値 D P 4 (例えば  $4 \text{ kg}$

50



$f / \text{cm}^2$  )との間では、トルク変化量  $DPMTCLIN$  が大きいほど、より大きな値に設定され、第4所定値  $DP4$  以上では、最大値  $KTDSMAX$  (例えば値2) に設定されている。

【0092】

次いで、前記ステップ118、121または123で設定した燃焼効率係数  $KTCLDST$  に、上記ステップ124で求めたトルク補正係数  $KTCLDSP$  を乗算することによって、第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  (燃焼効率) を算出し(ステップ125)、後述するステップ130に進む。

【0093】

一方、前記ステップ113の答が  $YES$  で、 $F\_TCYLDSPMTMP = 1$  のとき、または前記ステップ114の答が  $NO$  で、 $PMCMD > PMTCYLLG$ 、すなわち要求トルク  $PMCMD$  が非常に大きいときには、ステップ126～129において、以下の処理を実行し、ステップ130に進む。すなわち、暫定フラグ  $F\_TCYLDSPMTMP$  を「1」にセットし、燃焼効率係数  $KTCLDST$  およびトルク補正係数  $KTCLDSP$  をそれぞれ値1に設定し、第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  を所定値  $KTCLDS$  に設定する。なお、この所定値  $KTCLDS$  は、上記ステップ125で設定される第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  よりも大きな値に設定されている。

10

【0094】

上記のステップ130では、第1リミット値  $TCYLD S$  を、上記ステップ125または129で設定した第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$ 、図8の前記ステップ96および105でそれぞれ設定した切換直前要求燃料噴射量  $TCYLMINI$ 、およびトルク変化量補正項  $TCYLDPM$  を用いて、次式(1)により算出する。

20

$$TCYLD S = (TCYLMINI + TCYLDPM) \cdot (1 + KTCLDS) \quad \dots \dots (1)$$

【0095】

なお、燃焼効率は、燃焼モードの切換が実行されるような低負荷運転中では、成層燃焼モードよりも均一燃焼モードの方が低い。このため、前者から後者への燃焼モードの切換時には、燃焼効率が低下し、それに伴い、同一のトルクを出力するための要求燃料噴射量  $TCYL$  が増加する傾向にある。このため、上式(1)では、値1に第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  を加算した値  $(1 + KTCLDS)$  を、切換直前を基準とした燃焼効率の低下度合を表す値として設定し、これを乗算しており、それにより、第1リミット値  $TCYLD S$  がより大きな値に設定される。また、この場合の燃焼効率は、燃焼モードの切換後、時間が経過するにつれて次第に低下する。これに対応して、図12～図14の第1～第3のテーブルでは、前述したように、それぞれのテーブル値  $KT CYLDST$ 、 $KT CYLDST2$ 、 $KT CYLDST3$  が、切換後経過時間タイマのタイマ値  $TT CYLM C$  の増加に伴って、徐々に大きくなるように設定されている。これにより、上記の値  $(1 + KTCLDS)$  を、燃焼モードの切換後の時間の経過に応じて変化する実際の燃焼効率に見合うように適切に設定することができる。

30

【0096】

また、前述した図15のテーブルでは、トルク変化量  $DPMTCLIN$  が第3所定値  $DP3$  よりも大きく、燃焼モードの切換後、要求トルク  $PMCMD$  が増加しているときには、トルク補正係数  $KTCLDSP$  はトルク変化量  $DPMTCLIN$  が大きいほどより大きな値に設定されているので、これにより第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  を増大補正し、要求燃料噴射量  $TCYL$  を増量補正することによって、運転者の加速要求を満たすことができる。

40

【0097】

さらに、前記ステップ112～114および129により、リミットの実行中に一旦、要求トルク  $PMCMD$  が非常に大きくなると、その後リミットが終了するまで、第1燃焼効率パラメータ  $KTCLDS$  が、ステップ125によって算出する場合よりも大きな所定値  $KTCLDS$  に設定される。これにより、要求トルク  $PMCMD$  が非常に大きいときに、第1リミット値  $TCYLD S$  によるリミットを緩めて、より大きなエンジン3の出力

50

トルクを確保することができる。

【0098】

次に、前記ステップ130に続く、ステップ131では、算出した第1リミット値TCYLD Sが、切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIよりも小さいか否かを判別する。この答がYESで、第1リミット値TCYLD Sが切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIを下回ったときには、第1リミット値TCYLD Sを切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIに設定し(ステップ132)、ステップ133に進む一方、NOのときには、そのままステップ133に進む。

【0099】

上記ステップ131および132の趣旨は次によるものである。すなわち、前述したように、均一燃焼モードへの燃焼モードの切換時では、燃焼効率が低下する傾向にあるので、通常、第1リミット値TCYLD Sは、切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIよりも大きくなり、ステップ131の答はNOになる。一方、低負荷運転状態においてエアコンなどの補機がONされることによって、均一燃焼モードに燃焼モードが切り換えられた後、そのリミット中にOFFされたような場合には、それに応じて要求トルクPMCMDが減少するのに伴い、トルク変化量補正項TCYLDPMが減少する結果、第1リミット値TCYLD Sが過小に算出される場合がある。そのような第1リミット値TCYLD Sをそのまま用いてリミットを実行すると、空燃比が極めてリーンになることで、燃焼が不安定になるおそれがある。ステップ131の判別は、このような事態を想定したものであり、第1リミット値TCYLD Sが切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIを下回ったときに、ステップ132により第1リミット値TCYLD Sを切換直前要求燃料噴射量TCYLMINIに設定することによって、空燃比をリッチ側に維持することで、安定した燃焼を確保することができる。

【0100】

上記ステップ133では、通常時要求燃料噴射量TCYLTが第1リミット値TCYLD Sよりも大きいかなかを判別する(ステップ133)。この答がYESのときには、第1リミット値TCYLD Sによるリミットの実行中であることを表すために、第1リミット値算出フラグF\_\_TCYLD Sを「1」にセットする(ステップ134)とともに、暫定フラグF\_\_TCYLD S PMTMPの値を要求トルク領域外フラグF\_\_TCYLD S PMにシフトし(ステップ135)、本処理を終了する。

【0101】

一方、ステップ133の答がNOで、TCYLT TCYLD Sのときには、通常時要求燃料噴射量TCYLTを第1リミット値TCYLD Sとして設定する(ステップ136)。また、第1リミット値TCYLD Sが通常時要求燃料噴射量TCYLT以上の関係になっていて、リミットを行えない状態であるので、第1リミット値TCYLD Sの算出を終了させ、リミットを終了させるために、第1リミット値算出フラグF\_\_TCYLD Sを「0」にリセットする(ステップ137)とともに、暫定フラグF\_\_TCYLD S PMTMPを「0」にリセットし(ステップ138)、上記ステップ135を実行し、本処理を終了する。

【0102】

なお、図5の前記ステップ46で実行される、成層燃焼モードからリーン燃焼モードへの燃焼モードの切換時用の第2リミット値TCYLDLの算出処理については、上述した第1リミット値TCYLD Sの算出処理とほぼ同様に行われる。その説明については省略する。また、前記ステップ47および48の第3および第4のリミット値TCYLD S, TCYLLDの算出処理は、ほぼ同様に行われる。以下、これらを代表して、リーン燃焼モードから成層燃焼モードへの燃焼モードの切換時用の後者TCYLLDの算出処理について、図16を参照しながら説明する。

【0103】

まず、ステップ150では、切換後経過時間タイマのタイマ値TTCYLMCに応じて、図17に示すKTCLLDテーブルを検索することにより、第4燃焼効率パラメータK

10

20

30

40

50

TCLLD ( 燃焼効率 ) を求める。このテーブルでは、第 4 燃焼効率パラメータ K T C L L D は、このタイム値 T T C Y L M C が大きいほど、徐々に大きくなるように設定されている。

【 0 1 0 4 】

次いで、ステップ 1 5 1 において、第 4 リミット値 T C Y L L D を、上記の第 4 燃焼効率パラメータ K T C L L D、切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I およびトルク変化量補正項 T C Y L D P M を用いて、次式 ( 2 ) により算出する。

$$TCYLLD=(TCYLMINI+TCYLDPM) \cdot (1-KTCLLD) \quad \dots\dots (2)$$

【 0 1 0 5 】

なお、前述したように、均一燃焼モードから成層燃焼モードへの燃焼モードの切換時では、燃焼効率が上昇し、それに伴い、同一のトルクを出力するための要求燃料噴射量 T C Y L が減少する傾向にある。このため、上式 ( 2 ) では、前式 ( 1 ) と異なり、値 1 から第 4 燃焼効率パラメータ K T C L L D を減算した値 ( 1 - K T C L L D ) を、切換直前を基準とした燃焼効率の上昇度合を表す値として設定し、これを乗算しており、それにより、第 4 リミット値 T C Y L L D がより小さな値に設定される。また、この場合の燃焼効率は、燃焼モードの切換後、時間が経過するにつれて次第に上昇する。これに対応して、図 1 7 のテーブルでは、第 4 燃焼効率パラメータ K T C L L D は、上述したように、切換後経過時間タイムのタイム値 T T C Y L M C の増加に伴って、徐々に大きくなるように設定されている。これにより、上記の値 ( 1 - K T C L L D ) を、燃焼モードの切換後の時間の経過に応じて変化する実際の燃焼効率に見合うように適切に設定することができる。

【 0 1 0 6 】

次いで、算出した第 4 リミット値 T C Y L L D が、切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I よりも大きいかが否かを判別する ( ステップ 1 5 2 ) 。この答が Y E S で、第 4 リミット値 T C Y L L D が切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I を上回ったときには、第 4 リミット値 T C Y L L D を切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I に設定し ( ステップ 1 5 3 ) 、ステップ 1 5 4 に進む一方、N O のときには、そのままステップ 1 5 4 に進む。

【 0 1 0 7 】

上記ステップ 1 5 2 および 1 5 3 の趣旨は、前記ステップ 1 3 1 および 1 3 2 の趣旨と同様である。すなわち、低負荷運転状態において補機が O F F されることによって燃焼モードが成層燃焼モードに切り換えられた後、そのリミット中に補機が O N されたような場合には、それに応じて要求トルク P M C M D が増加するのに伴い、第 4 リミット値 T C Y L L D が過大に算出される場合がある。そのような第 4 リミット値 T C Y L L D をそのまま用いてリミットを実行すると、空燃比が極めてリッチになることで、燃焼が不安定になるおそれがある。ステップ 1 5 2 の判別は、このような事態を想定したものであり、第 4 リミット値 T C Y L L D が切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I を上回ったときに、ステップ 1 5 3 により第 4 リミット値 T C Y L L D を切換直前要求燃料噴射量 T C Y L M I N I に設定することによって、空燃比をリーン側に維持することで、安定した燃焼を確保することができる。

【 0 1 0 8 】

上記ステップ 1 5 2 または 1 5 3 に続くステップ 1 5 4 では、通常時要求燃料噴射量 T C Y L T が第 4 リミット値 T C Y L L D よりも小さいかが否かを判別する。この答が Y E S のときには、第 4 リミット値 T C Y L L D によるリミットの実行中であることを表すために、第 4 リミット値算出フラグ F \_ T C Y L L D を「 1 」にセットし ( ステップ 1 5 5 ) 、本処理を終了する。

【 0 1 0 9 】

一方、ステップ 1 5 4 の答が N O で、 T C Y L T > T C Y L L D のときには、通常時要求燃料噴射量 T C Y L T を第 4 リミット値 T C Y L L D として設定する ( ステップ 1 5 6 ) 。また、第 4 リミット値 T C Y L L D が通常時要求燃料噴射量 T C Y L T 以下の関係になっていて、リミットを行えない状態であるので、第 4 リミット値 T C Y L L D の算出を

10

20

30

40

50

終了させ、リミットを終了させるために、第4リミット値算出フラグF\_\_TCYLLDを「0」にセットし(ステップ157)、本処理を終了する。

【0110】

以上のように、本実施形態によれば、燃焼モードの切替時に、第1～第4のリミット値TCYLD S, TCYLD L, TCYLS D, TCYLL Dを、切替直前要求燃料噴射量TCYLMINIをベースとして算出するので、この切替前後においてトルクの急激な段差を生じることなく、燃焼モードの移行を滑らかに行うことができる。また、第1リミット値TCYLD Sなどをトルク変化量補正項TCYLDPMに応じて算出するので、前述したように実吸入空気量に応じて算出される吸気行程噴射用および圧縮行程噴射用の要求燃料噴射量TCYL1STT, TCYL2NDTと異なり、切替直前からその時点までの 10  
 実際の要求トルクPMCMDの変化分を良好に反映させながら、第1リミット値TCYLD Sなどを急激に変動させることなく適切に設定できる。さらに、第1または第4の燃焼効率パラメータKTCLDS, KTCLLDに応じて、対応するリミット値を算出するので、これをそのときの実際の燃焼効率に応じた適切な値に設定できる。以上により、燃焼モードの切替時において、内燃機関の出力トルクを要求トルクに良好に一致させることができ、それにより、ドライバビリティを向上させることができる。

【0111】

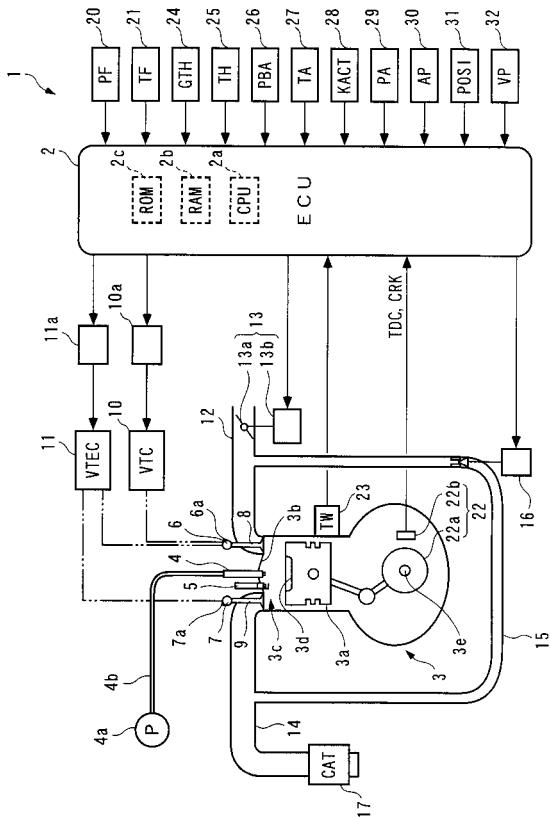
なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態では、トルク変化量パラメータとして、トルク変化量補正項TCYLDPMを、要求トルクPMCMDの燃焼モードの切替直前から今回までの変化量 20  
 を燃料量に換算した加算項として算出したが、トルク変化量パラメータは、これに限らず、要求トルクPMCMDの燃焼モードの切替直前から今回までの変化量を表すものであればよく、例えば、乗算される補正係数として算出してもよい。また、本発明は、クランク軸を鉛直方向に配置した船外機などのような船舶推進機用エンジンを含む、様々な産業用の筒内噴射式の内燃機関の制御装置に適用することが可能である。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。

【符号の説明】

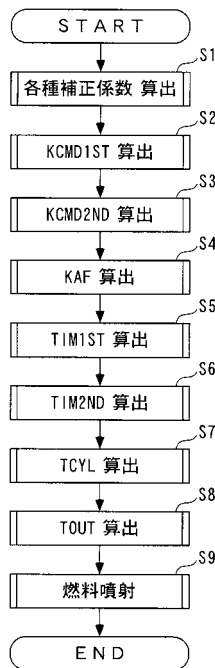
【0112】

- |          |  |    |
|----------|--|----|
| 1        | 制御装置   |    |
| 2        | ECU(運転状態検出手段、要求燃料量算出手段、<br>要求トルク算出手段、記憶手段、トルク変化量パラメータ<br>算出手段、燃焼効率推定手段、切替時要求燃料量算出手段) | 30 |
| 3        | エンジン   |    |
| 22       | クランク角センサ(運転状態検出手段)   |    |
| 24       | エアフローセンサ(運転状態検出手段)   |    |
| 26       | 吸気管内絶対圧センサ(運転状態検出手段)   |    |
| 30       | アクセル開度センサ(運転状態検出手段)  |    |
| TCYL     | 要求燃料噴射量(要求燃料量)   |    |
| PMCMD    | 要求トルク  |    |
| TCYLMINI | 切替直前要求燃料噴射量(燃焼モードが切り換えられる直前に算出<br>された要求燃料量)  | 40 |
| TCYLDPM  | トルク変化量補正項(トルク変化量パラメータ)   |    |
| KTCLDS   | 第1燃焼効率パラメータ(燃焼効率)  |    |
| KTCLLD   | 第4燃焼効率パラメータ(燃焼効率)  |    |
| TCYLD S  | 第1リミット値(切替時要求燃料量)  |    |
| TCYLD L  | 第2リミット値(切替時要求燃料量)  |    |
| TCYLS D  | 第3リミット値(切替時要求燃料量)  |    |
| TCYLL D  | 第4リミット値(切替時要求燃料量)  |    |

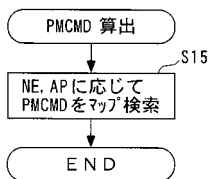
【図1】



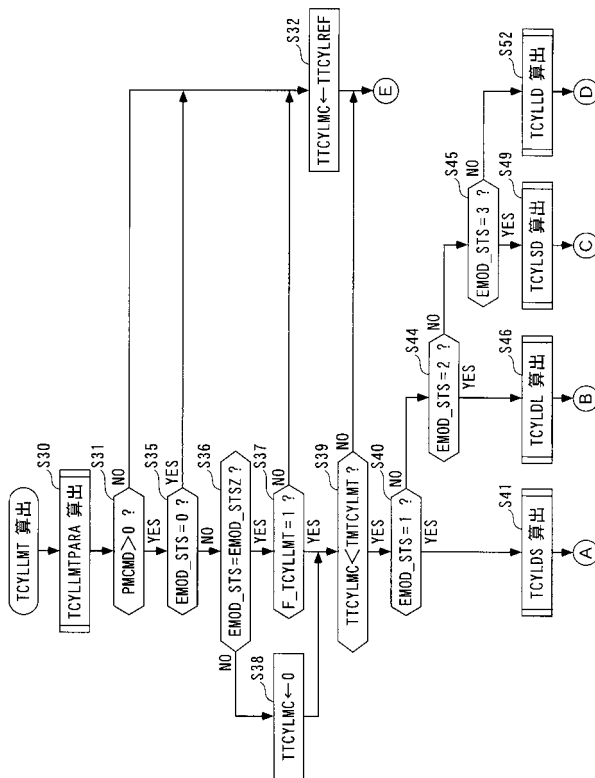
【図2】



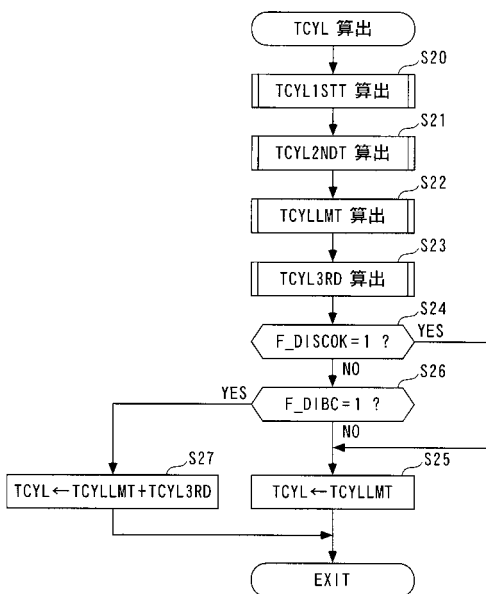
【図3】



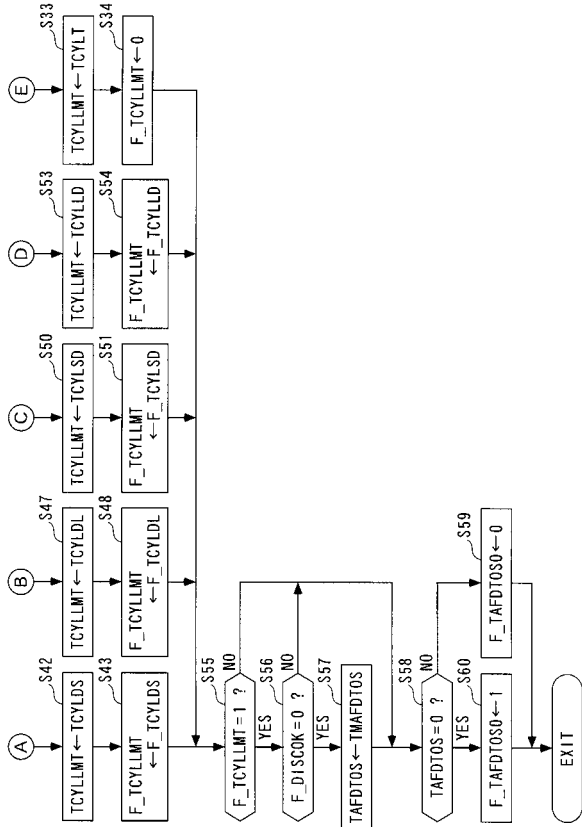
【図5】



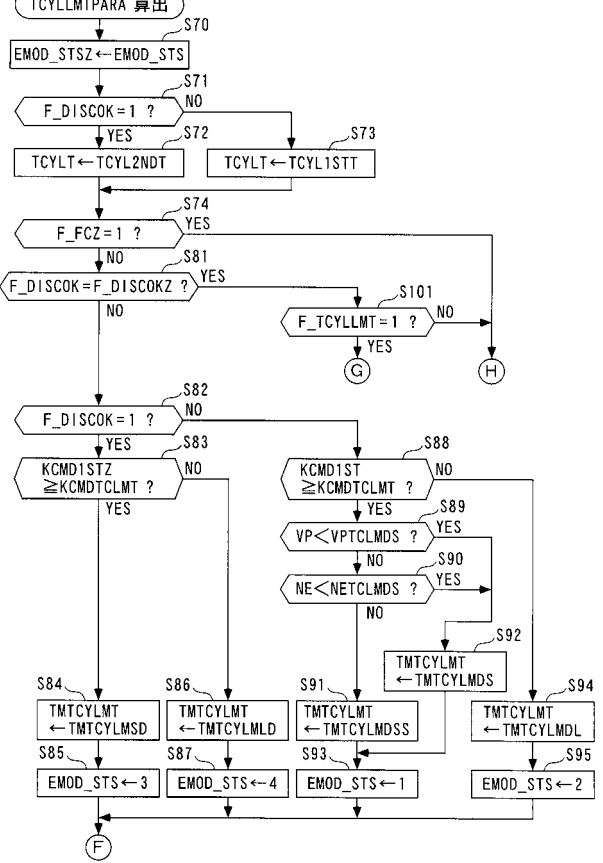
【図4】



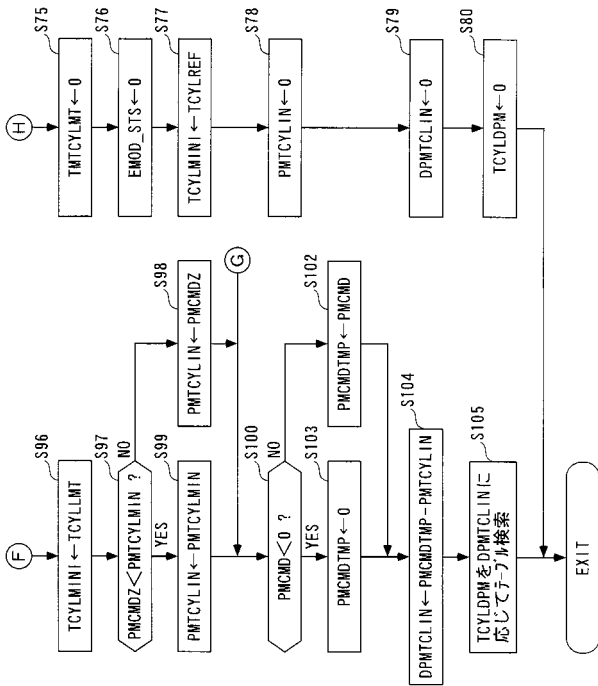
【 図 6 】



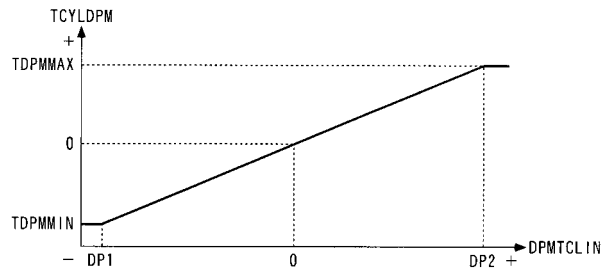
【 図 7 】



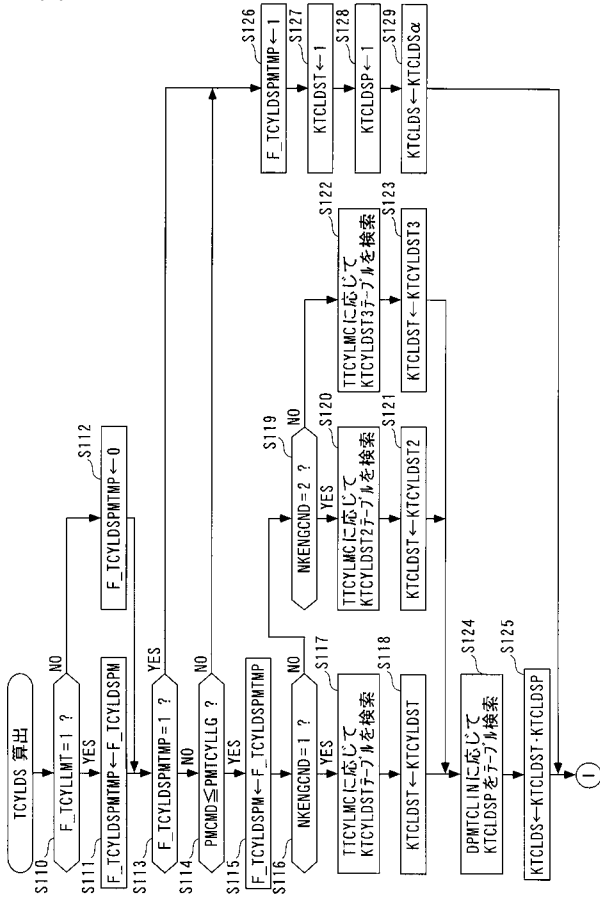
【 図 8 】



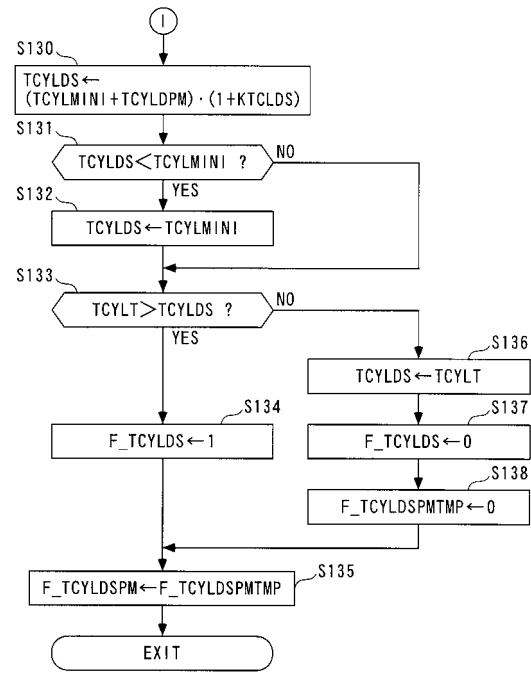
【 図 9 】



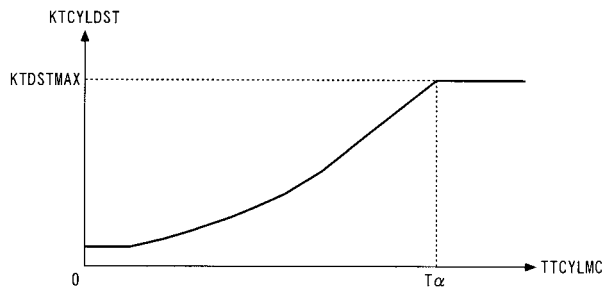
【 図 1 0 】



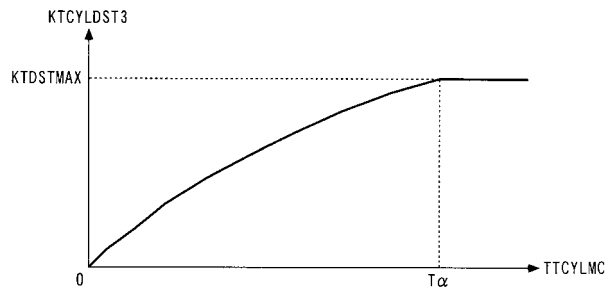
【 図 1 1 】



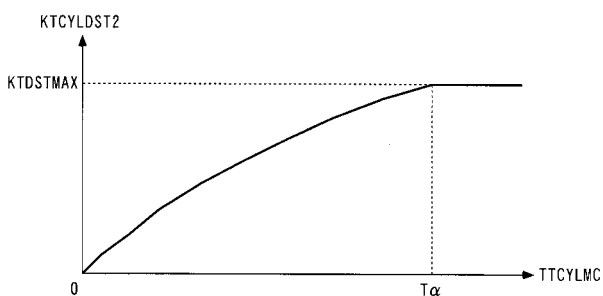
【 図 1 2 】



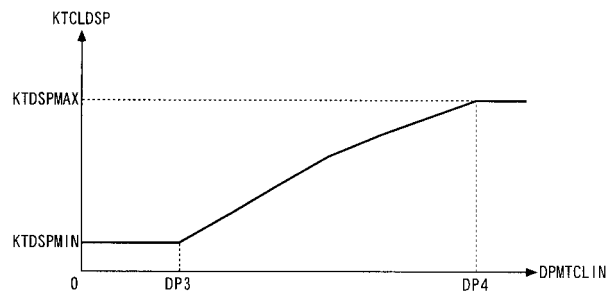
【 図 1 4 】



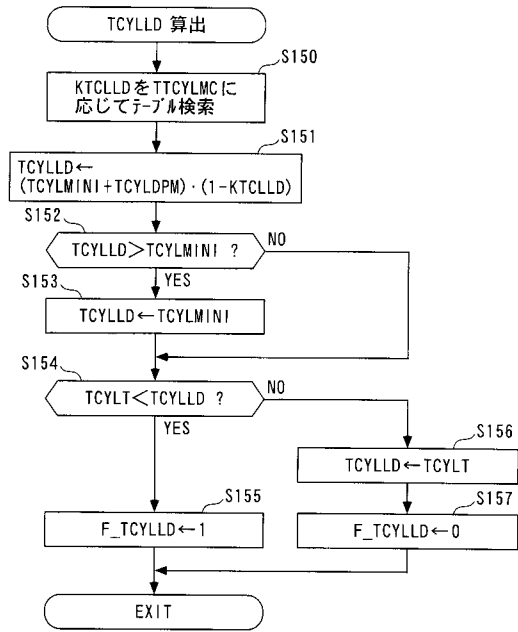
【 図 1 3 】



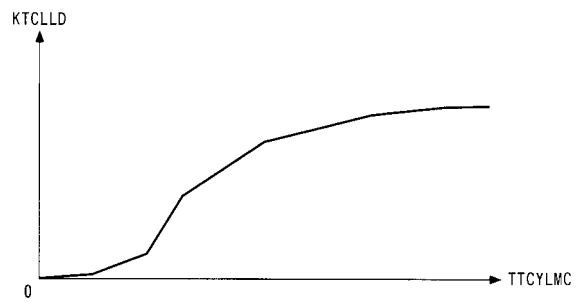
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】





---

フロントページの続き

審査官 加藤 友也

(56)参考文献 特開2004-204688(JP,A)  
特開2001-227399(JP,A)  
特開平11-182299(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02D 45/00  
F02D 41/04