

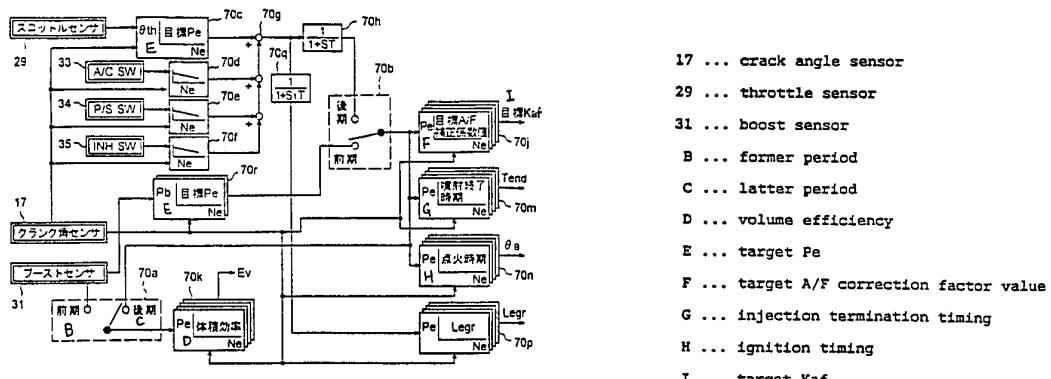


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 F02D 41/02, 41/04, 43/00	A1	(11) 国際公開番号 W096/36802
		(43) 国際公開日 1996年11月21日(21.11.96)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01285		(81) 指定国 DE, KR, SE, US.
(22) 国際出願日 1996年5月15日(15.05.96)		
(30) 優先権データ 特願平7/141231 1995年5月16日(16.05.95) JP		添付公開書類 国際調査報告書
(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について） 三菱自動車工業株式会社 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒108 東京都港区芝5丁目33番8号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者；および 飯田和正(IIDA, Kazumasa)[JP/JP] 宮本勝彦(MIYAMOTO, Katsuhiko)[JP/JP] 吉田正人(YOSHIDA, Masato)[JP/JP] 〒108 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 長門侃二(NAGATO, Kanji) 〒105 東京都港区新橋5丁目8番1号 SKKビル5階 Tokyo, (JP)		

(54) Title : CONTROL DEVICE FOR CYLINDER INJECTION AND SPARK IGNITION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) 発明の名称 筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置



(57) Abstract

A control device for cylinder injection and spark ignition type internal combustion engines that is provided for switching fuel injection modes of the engine without causing misfire and smoke, deteriorating the exhaust emissions and fuel economy characteristics and generating switching shocks. An electronic control unit (70) of the control device sets either a first half period injection mode in which fuel is injected during an intake stroke or a second half period injection mode in which fuel is injected during a compression stroke in accordance with the operating conditions of the engine and also sets values of parameters related to the combusting condition of the engine such as fuel injection amount, ignition timing and exhaust gas re-circulating amount to those that meet the set injection mode so that the operation of the engine is controlled. When an injection mode switching is required due to a change in the engine operating condition, parameters are switched from those meeting an injection mode before the switching to those that meet an injection mode after the switching at a suitable timing.

(57) 要約

失火やスモークの発生、排気特性や燃費特性の悪化ならびに切換ショックを招くことなく、筒内噴射型火花点火式内燃エンジンにおける燃料噴射モードを切り換える制御装置が提供される。制御装置の電子制御ユニット(70)は、吸気行程で燃料を噴射する前期噴射モード又は圧縮行程で燃料を噴射する後期噴射モードのいずれかをエンジン運転状態に応じて設定すると共に、燃料噴射量、点火時期、排気ガス再環流量などの、エンジンでの燃焼状態に関するパラメータの値を、設定噴射モードに適合する値に設定して、エンジン運転を制御する。エンジン運転状態が変化して噴射モード切換が要求されると、パラメータ値が、切換前の噴射モードに適合する値から切換後の噴射モードに適合する値へ適切なタイミングで切り換えられる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL アルバニア	DE ドイツ	LI リヒテンシュタイン	PL ポーランド
AM アルメニア	DK デンマーク	LC セントルシア	PT ポルトガル
AT オーストリア	EE エストニア	LK スリランカ	RO ルーマニア
AU オーストラリア	ES スペイン	LR リベリア	RU ロシア連邦
AZ アゼルバイジャン	FI フィンランド	LS レソト	SD スーダン
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR フランス	LT リトアニア	SE スウェーデン
BB バルバドス	GA ガボン	LU ルクセンブルグ	SG シンガポール
BE ベルギー	GB イギリス	LV ラトヴィア	SI スロヴェニア
BF ブルキナ・ファソ	GE グルジア	MC モナコ	SK スロヴァキア
BG ブルガリア	GN ギニア	MD モルドバ共和国	SN ゼネガル
BJ ベナン	GR ギリシャ	MG マダガスカル	SZ スワジ兰ド
BR ブラジル	HU ハンガリー	MK マケドニア旧ユーゴスラ	TD チャド
BY ベラルーシ	IE アイルランド	VI ヴィエトナム	TG トーゴ
CA カナダ	IL イスラエル	ML マリ	TJ タジキスタン
CF 中央アフリカ共和国	IS アイスランド	MN モンゴル	TM トルクメニスタン
CG コンゴ	IT イタリア	MR モーリタニア	TR トルコ
CH スイス	JP 日本	MW マラウイ	TT トリニダード・トバゴ
CI コート・ジボアール	KE ケニア	MX メキシコ	UA ウクライナ
CM カメルーン	KG キルギスタン	NE ニジェール	UG ウガンダ
CN 中国	KP 朝鮮民主主義人民共和国	NL オランダ	US アメリカ合衆国
CU キューバ	KR 大韓民国	NO ノルウェー	UZ ウズベキスタン
CZ チェコ共和国	KZ カザフスタン	NZ ニュー・ジーランド	VN ヴィエトナム

明細書

筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置

技術分野

本発明は、自動車等に搭載される筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの出力等を制御する制御装置に関する。

背景技術

近年、自動車等に搭載される燃料噴射火花点火式内燃エンジンから排出される有害ガス成分の低減や同エンジンの燃費の向上等を図るため、旧来の吸気管噴射型に代えて燃焼室に直接燃料を噴射する筒内噴射型のものを採用したエンジン（以下、筒内噴射ガソリンエンジン）が種々提案されている。

筒内噴射ガソリンエンジンは、理論空燃比に近い空燃比の混合気を点火プラグの周囲やピストンに設けたキャビティ内に局所的に供給して、全体として燃料希薄な空燃比でも着火可能にする。これにより、COやHCの排出量が減少すると共に、アイドル運転時や定常走行時の燃費が大幅に向上する。更に、筒内噴射ガソリンエンジンは、燃料噴射量を増減させる際に吸気管による燃料移送遅れがないため、加減速レスポンスも非常によくなる。しかしながら、負荷の増大に伴い、全体空燃比（平均空燃比ともいう）が理論空燃比に近づくように燃料噴射量を増大させると、点火プラグ近傍が過度に燃料過濃になり、所謂リッチ失火が生じる。すなわち、点火プラグ近傍の局所的空燃比をエンジン作動域の全域に亘って最適値に保ってエンジンの作動安定性を維持することは困難

である。

このような欠点を解決するため、エンジン負荷に応じて適切なタイミングで燃料噴射を行うと共に燃焼室の形状をこれに合わせて設計した筒内噴射エンジンが、例えば、特開平5-79370号公報に提案されている。この提案のエンジンでは、圧縮行程時に燃料を噴射させる後期噴射モードと吸気行程時に燃料噴射を行う前期噴射モードとの間で噴射モードを負荷に応じて切り換えるようしている。詳しくは、低負荷運転時には、圧縮行程末期にキャビティ内に燃料を噴射して、点火プラグの周囲やキャビティ内に局所的に理論空燃比に近い空燃比の混合気を形成させる。これにより、全体としてリーンな空燃比でも着火が可能となり、COやHCの排出量が減少すると共に、アイドル運転時や定常走行時の燃費が大幅に向上する。中負荷運転時には、前期噴射モードを選択して吸気行程初期にキャビティ内に燃料を噴射して、キャビティ内に混合気を集めて燃焼を安定させる。なお、この場合に、圧縮行程後期に少量の燃料をキャビティ内に噴射することにより点火プラグの周囲に比較的濃い混合気を形成して、点火及び燃焼をより安定化している。また、高負荷運転時には、吸気行程中にキャビティ外に燃料を噴射して、燃焼室内に均一な空燃比の混合気を形成させる。これにより、吸気管噴射型のものと同等量の燃料を燃焼させることが可能となり、発進・加速時に要求される出力が確保される。

上述の提案の筒内噴射ガソリンエンジンによれば、後

期噴射モードでは全体空燃比を極めて大きい値に設定することも可能である。従って、スロットル弁をバイパスする通路から大量の新気を供給したり、排気ガスを大量に再循環させること（以下、EGRという）によって、アイドル等の低負荷運転時におけるリーン燃焼を可能にし、有害排気ガス成分の排出量の低減と燃費向上を図れる。

しかしながら、排気ガス特性や燃費特性の改善のため、後期噴射モードにおける全体空燃比を極めて大きい値（例えば22～40）に設定しようとする場合、エンジン運転可能域のリッチ側空燃比は20～22程度の値に制限される。全体空燃比をこの制限値よりも燃料過濃になると、リッチ失火が生じたり、スマーケの発生の虞があるからである。そして、この様な空燃比制約条件がある後期噴射モードから、加速に最適な、均一混合燃焼を行う前期噴射モードへ制御モードを切り換えるとする場合には、モード切換時に空燃比が不連続に変化して、ショックが発生してドライバビリティを損なうという問題がある。

また、大量のバイパス空気やEGRを導入する後期噴射モードから前期噴射モードへのモード切換時には、燃料噴射量、噴射時期および点火時期等の制御に加えて、バイパス空気量やEGR量の制御が必要である。このため、種々のエンジン運転状態におけるモード間の切り換え（移行）を全てスムーズに行わせることが極めて難しかった。

発明の開示

本発明の目的は、後期噴射モードと前期噴射モードとの間での燃料噴射モードの切り換え時に、失火やスモークの発生および排気ガス特性や燃費の悪化を招くことなく、切換ショックを防止するようにした筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置を提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明は、内燃エンジンの燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置において、前記内燃エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記運転状態検出手段の検出結果に応じて、主として吸気行程で燃料を噴射する第1噴射モード、又は、主として圧縮行程で燃料を噴射する第2噴射モードを設定する噴射モード設定手段と、前記燃焼室内の燃焼状態に影響を与える少なくとも一つのパラメータの値を、前記噴射モード設定手段によって設定された噴射モードに適合する値に設定する燃焼パラメータ設定手段と、前記噴射モード設定手段により設定される噴射モードの変更に応じて噴射モード切換要求が判定されると、前記パラメータ値を切換前の噴射モードに適合するモード切換前パラメータ値から切換後の噴射モードに適合するモード切換後パラメータ値に切り換える燃焼パラメータ切換手段と、前記燃焼パラメータ設定手段により設定され、かつ、前記噴射モード切換要求に応じて前記燃焼パラメータ切換手段により切り換えられる前記パラメータ値に基づき、前記内燃エンジンの燃焼状態を制御する燃焼状態制御手段とを備えたこ

とを特徴とする。

好ましくは、前記燃焼状態に影響を与える前記パラメータは、目標空燃比補正係数、燃料噴射終了時期、燃料噴射量、点火時期、体積効率および前記内燃エンジンの吸気系に再循環される排気ガス量の少なくとも一つである。

本発明によれば、エンジン運転状態変化に伴って噴射モード切換え要求があったとき、目標空燃比補正係数、燃料噴射終了時期、燃料噴射量、点火時期、体積効率、再循環排気ガス量などの、燃焼に関与する一つ以上のパラメータの値をモード切換前パラメータ値からモード切換後パラメータ値に切換えることにより、噴射モード切換の種類にかかわらず、噴射モード切換に適合するエンジン燃焼状態制御を適正に行え、噴射モード切換によるショックを低減または防止できる。そして、第1噴射モードによる燃料噴射を行うことにより、点火プラグ近傍における過度にリッチな混合気の形成を防止しつつ最適空燃比の混合気を燃焼室内に供給して、加速運転時や中高負荷時においても所要エンジン出力を確保でき、また、第2噴射モードによる燃料噴射を行うことにより、最適空燃比の混合気を点火プラグ近傍に局所的に供給して全体として極めてリーンな混合気に着火可能とし、低負荷運転時の排気ガス特性および燃費特性を向上できる。

本発明において、好ましくは、前記噴射モード設定手段により前記第1噴射モードが設定されると、前記内燃エンジンにおいて第1の空燃比状態が形成されるように、

前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動する。また、前記噴射モード設定手段により前記第2噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態よりも燃料希薄な第2の空燃比状態が前記内燃エンジンにおいて形成されるよう、前記パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動する。

この好適様によれば、第1噴射モードによる燃料噴射を行うことによりエンジン運転状態に応じた最適混合気をエンジンに供給してエンジン出力を増大させることができる。また、第2噴射モードによる燃料噴射を行うことにより燃料希薄な混合気をエンジンに供給して排気ガス特性および燃費性能を向上できる。

より好ましくは、前記第1噴射モードは第1副噴射モードを含む。前記噴射モード設定手段により前記第1副噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態としての理論空燃比状態が前記内燃エンジンにおいて形成されるよう、前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動する。

この好適様によれば、例えば、排気ガス中の酸素濃度に基づく空燃比フィードバック制御を適正に行える。

より好ましくは、前記第1噴射モードは第2副噴射モードを含む。前記第2副噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態としての、前記理論空燃比状態よりも燃料希薄でかつ前記第2の空燃比状態よりも燃料過濃

な空燃比状態が、前記内燃エンジンにおいて形成されるよう、前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動する。

この好適態様によれば、第2噴射モードによっては得られないエンジン出力を要するエンジン運転状態において、このエンジン運転状態に適合する空燃比状態を形成して、所要のエンジン出力を得て第2噴射モードと第2副噴射モード間の切換えによるショックの低減を図りつつ、排気ガス特性および燃費特性を向上できる。

本発明において、好ましくは、前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、切換前の噴射モードと切換後の噴射モードとに応じたタイミングで、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値へ切換える。

この好適態様によれば、噴射モード切換の種類にかかわらず、噴射モード切換に適合したタイミングでパラメータ値切換を行え、噴射モード切換中のパラメータ値を適正化でき、噴射モード切換によるショックの低減、防止を図れる。

より好ましくは、前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を所定期間にわたって前記モード切換前パラメータ値に保持する。

この好適態様によれば、所定期間（例えば、制御無効期間）にわたってパラメータ値切換を阻止することにより、噴射モード切換要求に即応してパラメータ値を切り

換える場合に生じ得るショックを防止できる。

より好ましくは、前記所定期間が経過したときに、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

この好適態様によれば、パラメータ値切換に伴うショックを防止しつつ、パラメータ値切換の遅れ、ひいては、噴射モード切換要求に対するエンジン制御上の応答遅れを小さくすることが可能になる。

或いは、前記所定期間が経過したときに、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に急変させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させる。より好ましくは、前記所定期間が経過したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に向かって徐々に変化させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

或いは、前記所定期間が経過したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させる。

これらの好適態様によれば、パラメータ値切換に伴うショックの防止と噴射モード切換要求に対する応答遅れの防止という相反する課題を適切に解決できる。

切換前後の噴射モードに応じたタイミングでパラメータ値を切換える態様において、好ましくは、前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させる。より好ましくは、前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に向かって徐々に変化させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

切換前後の噴射モードに応じたタイミングでパラメータ値を切換える態様において、好ましくは、前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

これらの好適態様によっても、パラメータ値切換に伴うショックの防止と噴射モード切換要求に対する応答遅れの防止という相反する課題を適切に解決できる。

本発明において、好ましくは、制御装置は、前記噴射モード設定手段により設定される噴射モードの変更に応じて噴射モード切換要求および噴射モード切換の種類を

判別するモード切換判別手段と、前記モード切換判別手段の判別結果を表すモード切換判別フラグを設定する判別フラグ設定手段とを備える。前記燃焼パラメータ切換手段は、前記判別フラグ設定手段により設定された前記切換判別フラグが表す噴射モード切換の種類に応じたタイミングで、前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に切り換える。

この好適態様によれば、噴射モード切換の種類にかかわらず、噴射モード切換に適合したタイミングでパラメータ値を切換えることができ、噴射モード切換によるショックの低減、防止を図ることができる。

より好ましくは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値の切換に関連する第1補正係数を設定する第1補正係数設定手段を有する。前記第1補正係数は、前記モード切換判別手段により噴射モード切換要求が判別されたときに噴射モード切換開始時の第1設定値に設定され、その後、噴射モード切換完了時の第2設定値へ変化される。

この好適態様によれば、第1補正係数をパラメータ値切換における制御指標として用いることにより、パラメータ値切換中における一つ以上のパラメータ値を適正化でき、噴射モード切換に伴うショックを低減できる。

より好ましくは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化したときに、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変

させる。

この好適態様によれば、モード切換要求に応じてパラメータ値を急変させることが適切である場合、モード切換要求に即応したパラメータ値切換を行え、応答性を向上できる。

或いは、前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃焼状態に影響を与えるパラメータのうち特定のパラメータの値を、切換前の噴射モードに適合するモード切換前特定パラメータ値から切換後の噴射モードに適合するモード切換後特定パラメータ値へ所定の変化割合で徐々に変化させる。

この好適態様によれば、燃焼状態に大きく影響する特定のパラメータ（例えば目標空燃比補正係数）の値をモード切換中において適正化できる。

或いは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃焼状態に影響を与えるパラメータのうち特定のパラメータの値と予め設定された基準値とを比較するパラメータ比較判別手段を有して、前記パラメータ比較判別手段の判別結果に基づいて前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に切り換える。

この好適態様によれば、特定のパラメータの値の変化を監視しつつ、その他の一つ以上のパラメータの値の切換を適正に行える。例えば、第2噴射モードから第1噴射モードへの切換要求があった場合、特定のパラメータ

である目標空燃比補正係数が基準値である第2噴射モードでのリッチ失火限界値に達するまでは目標空燃比補正係数値を変化させてモード切換要求に対して応答性良くエンジン出力を増大でき、また、目標空燃比補正係数値が基準値に達したときには目標空燃比補正係数値及びその他の一以上パラメータ（例えば、点火時期）値を切換後の噴射モードに適合した値に変化させることができ、エンジン出力などの諸特性を向上させつつ、噴射モード切換によるショックを防止できる。

より好ましくは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記特定のパラメータの値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されたときに前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値に保持し、また、前記特定のパラメータの値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されたときには前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

或いは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値以下であることが判別されたときに前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値に保持し、また、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値を超えていることが判別されたときには前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後

パラメータ値との間の中間パラメータ値に急変させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させる。

或いは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化する間に前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値に達していないことが判別された場合、前記第1補正係数の変化につれて前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値へ所定の変化割合で徐々に変化させ、また、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値に達したことが判別された場合には、前記パラメータ値を、前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間で変化している中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させる。

これらの好適態様によれば、特定のパラメータ以外の一つ以上のパラメータの値が急変したときのショックを防止しつつ、特定のパラメータ以外の一つ以上のパラメータの値を適正タイミングで切り換えることができ、従って、所要のエンジン出力を得つつ、排気特性、燃費性能などのエンジンの諸特性を向上できる。

或いは、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数の関数で表される第2補正係数を設定する第2補正係数設定手段を有して、前記モード切換判別手段により噴射モード切換要求が判別されると、前記特定のパラ

メータの値を、前記モード切換前の噴射モードに適合する切換前特定パラメータ値から、切換後噴射モードに適合する切換後特定パラメータ値に向けて所定の変化割合で徐々に変化させつつ、前記噴射モード切換要求の判別後に前記第2補正係数を噴射モード切換開始時の第3設定値に設定し、次に、前記第2補正係数を前記第3設定値から噴射モード切換完了時の第4設定値へ変化させる。

この好適態様によれば、特定のパラメータの値の切換中に、第1及び第2補正係数に関連しあつ特定のパラメータ以外のものであるその他の一つ以上のパラメータの値を変化させることができ、これにより、エンジンの諸特性を損なうことなしに噴射モード切換を円滑に行える。例えば、第2噴射モードから第1噴射モードへの切換要求があった場合、特定のパラメータである目標空燃比補正係数の値を変化させてモード切換要求に対して応答性良くエンジン出力を増大しつつ、その他のパラメータ値を特定パラメータ値の変化に適合するように変化させて(例えば点火時期を遅角させて)エンジン出力を適正に調整でき、所要のエンジン出力を得つつ、噴射モード切換によるショックを防止できる。

或いは、前記特定のパラメータは少なくとも目標空燃比補正係数を含む。前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を求めるために用いられる仮目標空燃比補正係数の値を設定する仮目標空燃比補正係数設定手段を含み、前記パラメータ比較判別手段による前記仮目標空燃比補正係数の値と前記基準値との比較判別結

果に基づき、前記目標空燃比補正係数の値を、切換前の噴射モードに適合する補正係数値から切換後の噴射モードに適合する補正係数値に切り換える。

この好適態様によれば、特定のパラメータである目標空燃比補正係数の値を適正なタイミングで変化させて、噴射モード切換を円滑に行える。

より好ましくは、前記モード切換判別手段により判別された前記第2噴射モードから前記第1噴射モードへの噴射モード切換要求を表す第1モード切換状態フラグが前記判別フラグ設定手段により設定された場合に、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数の変化について、前記仮目標空燃比補正係数の値を、前記第2噴射モードに適合する第2空燃比補正係数値から前記第1噴射モードに適合する第1空燃比補正係数値に向かって徐々に変化させる間に、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記目標空燃比補正係数の値を前記仮目標空燃比補正係数の値で置き換え、また、前記仮空燃比補正係数が前記基準値を超えたことが判別されると、前記目標空燃比補正係数の値を、前記第2空燃比補正係数値と前記第1空燃比補正係数値との間の中間空燃比補正係数値から前記第1空燃比補正係数値に急変させる。

この好適態様によれば、第2噴射モードから第1噴射モードへの切換要求があった場合、基準値（例えば第2噴射モードでのリッチ失火限界値）に達していない仮空

燃比補正係数値を目標空燃比補正係数値として用いることにより、エンジン出力増大を要求するこのモード切換要求に対して応答性良くエンジン出力を増大でき、また、仮空燃比補正係数値が基準値に達したときに目標空燃比補正係数値の実質的な切換を行え、所要のエンジン出力を得つつ、噴射モード切換によるショックを防止できる。

より好ましくは、前記パラメータは、燃料噴射終了時期および点火時期を含む。前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期および点火時期のそれぞれの値を前記第2噴射モードに適合する第2噴射終了時期値および第2点火時期値に保持する。また、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えたと判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期を前記第2噴射終了時期値から前記第1噴射モードに適合する第1噴射終了時期値に急変させると共に、前記点火時期の値を前記第2点火時期値と前記第1噴射モードに適合する前記第1点火時期値との間の中間点火時期値に急変させ、更に、前記第1補正係数の変化について前記中間点火時期値から前記第1点火時期値に向かって徐々に変化させる。

この好適態様によれば、目標空燃比補正係数値の切換中に、燃料噴射終了時期値及び点火時期値の切換を適正タイミングで行え、噴射モード切換を円滑に行いつつ、スモークや失火の発生を防止できる。

仮目標空燃比補正係数の値と基準値との比較判別結果に基づいて目標空燃比補正係数値を切り換える態様において、好ましくは、前記モード切換判別手段により判別された前記第1噴射モードから前記第2噴射モードへの噴射モード切換要求を表す第2モード切換状態フラグが前記判別フラグ設定手段により設定された場合、前記第1補正係数の値の変化につれて前記仮空燃比補正係数の値を前記中間空燃比補正係数値から前記第2噴射モードに適合する第2空燃比補正係数値に向かって徐々に変化させる間に、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を前記第1噴射モードに適合する第1空燃比補正係数値に保持し、また、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を、前記第1空燃比補正係数値から前記第1空燃比補正係数値と前記第2噴射モードに適合する前記第2空燃比補正係数値の中間空燃比補正係数値に急変させ、次に、前記目標空燃比補正係数の値を前記仮目標空燃比補正係数で置き換える。

この好適態様によれば、第1噴射モードから第2噴射モードへの切換要求があった場合、目標空燃比補正係数の値を第1噴射モードに適合する値から第2噴射モードに適合する値に適正なタイミングで変化させて、噴射モード切換を円滑に行える。

より好ましくは、前記燃焼パラメータが、燃料噴射終了時期および点火時期を含む。前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期の値を前記第1噴射モードに適合する前記第1噴射終了時期値に保持すると共に、前記点火時期を、前記第1補正係数の変化につれて、前記第1噴射モードに適合する前記第1点火時期値から前記第2噴射モードに適合する前記第2点火時期値に向かって徐々に変化させる。更に、前記仮空燃比補正係数が前記基準値以下であることが判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期を前記第1噴射終了時期値から前記第2噴射モードに適合する前記第2噴射終了時期値に急変させると共に、前記点火時期を前記第1点火時期値と前記第2点火時期値との間の中間点火時期値から前記第2点火時期値に急変させる。

この好適態様によれば、第1噴射モードから第2噴射モードへの切換要求があった場合、燃料噴射終了時期及び点火時期の値を目標空燃比補正係数値の変化に適合するように変化させて、噴射モード切換を円滑に行える。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るエンジン制御装置の一実施例を示す概略構成図、

図2は、実施例に係る筒内噴射ガソリンエンジンの縦断面図、

図3は、エンジン筒内平均有効圧 P_e とエンジン回転

数 N_e とに応じて規定され、後期噴射リーン運転域、前期噴射リーン運転域、前期噴射ストイキオフィードバック運転域等を示す、実施例に係る燃料噴射制御マップ、

図 4 は、実施例における後期噴射モード時の燃料噴射形態を示す説明図、

図 5 は、実施例における前期噴射モード時の燃料噴射形態を示す説明図、

図 6 は、目標平均有効圧 P_e 、目標空燃比補正係数値 K_{af} 、燃料噴射終了期間 T_{end} 、基本点火時期 θ_B 、EGRバルブ 4 5 の弁開度 L_{egr} 等を算出する手順を示すブロック図、

図 7 は、図 6 の目標平均有効圧算出マップ 70c の概略構成を示し、スロットルバルブ 28 の弁開度 θ_{th} とエンジン回転数 N_e とに応じて算出される目標平均有効圧 P_e を説明するための図、

図 8 は、図 6 の目標平均有効圧算出マップ 70r の概略構成を示し、吸気管圧 P_b とエンジン回転数 N_e とに応じて算出される目標平均有効圧 P_e を説明するための図、

図 9 は、後期リーンモード制御時に使用され、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて体積効率 E_v を算出するためのマップの構成を示す図、

図 10 は、前期噴射モード制御時に使用され、吸気管圧 P_b とエンジン回転数 N_e とに応じて体積効率 E_v を算出するためのマップの構成を示す図、

図 11 は、図 6 の目標空燃比補正係数値算出マップ 7

0_j の概略構成を示し、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて演算される目標空燃比補正係数値 K_{af} を説明するための図、

図 1 2 は、図 6 の点火時期設定手段 7 0 n の概略構成を示し、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて演算される基本点火時期 θ_B を説明するための図、

図 1 3 は、図 6 の E G R 設定手段 7 0 p の概略構成を示し、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて演算される E G R バルブ 4 5 の弁開度 L_{egr} を説明するための図、

図 1 4 は、各種燃焼パラメータ値を設定するための燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの一部、

図 1 5 は、図 1 4 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 1 6 は、図 1 5 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 1 7 は、図 1 6 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 1 8 は、図 1 7 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 1 9 は、図 1 5 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 2 0 は、図 1 9 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図 2 1 は、図 1 9 のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの他の一部、

図22は、図19のフローチャートに続く、燃焼パラメータ設定ルーチンのフローチャートの残部、

図23は、所定周期のクロックパルスが発生する毎にECU70によって実行される、タイマルーチンのフローチャートの一部、

図24は、図23のフローチャートに続く、タイマルーチンのフローチャートの残部、

図25は、エンジン1の所定クランク角位置を検出する毎にECU70によって実行される、クランク割込ルーチンのフローチャート、

図26は、モード切換制御時に使用され、制御モードの切換様に応じて設定される各種テーリング係数値を説明するための図、

図27は、後期リーンモードとS-F/Bモード間のモード切換制御時の、各種制御変数および燃焼パラメータ値の時間変化を示すタイミングチャート、

図28は、後期リーンモードと前期リーンモード間のモード切換制御時の、各種制御変数および燃焼パラメータ値の時間変化を示すタイミングチャート、および

図29は、前期リーンモードとS-F/Bモード間のモード移行制御時の、各種制御変数および燃焼パラメータ値の時間変化を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、筒内噴射型火花点火式内燃エンジンおよび同エンジンに装備される本発明の一実施例による制御装置を詳細に説明する。

図1および図2において、参照符号1は自動車用の筒内噴射型直列4気筒ガソリンエンジン（以下、単にエンジンと記す）であり、燃焼室を始め吸気装置やEGR装置等が筒内噴射専用に設計されている。

本実施例の場合、エンジン1のシリンダヘッド2には、各気筒毎に点火プラグ3と共に電磁式の燃料噴射弁4も取り付けられており、燃焼室5内に直接燃料が噴射されるようになっている。また、シリンダ6内を摺動して往復動するピストン7の頂面には、上死点近傍で燃料噴射弁4からの燃料噴霧が到達する位置に、半球状のキャビティ8が形成されている（図2）。また、このエンジン1の理論圧縮比は、吸気管噴射型のものに比べ、高く（本実施例では、12程度）設定されている。動弁機構としてはDOHC4弁式が採用されており、シリンダヘッド2の上部には、吸排気弁9、10をそれぞれ駆動すべく、吸気側カムシャフト11と排気側カムシャフト12とが回転自在に保持されている。

シリンダヘッド2には、両カムシャフト11、12の間を抜けるようにして、略直立方向に吸気ポート13が形成されており、この吸気ポート13を通過した吸気流が燃焼室5内で後述する逆タンブル流を発生させるようになっている。排気ポート14は、通常のエンジンと同様に略水平方向に形成されているが、斜めに大径のEGRポート15（図2には図示せず）が分岐している。図中、16は冷却水温TWを検出する水温センサであり、17は各気筒の所定のクランク位置（本実施例では、5°

BTDC および 75° BTDC) でクランク角信号 SGT を出力するクランク角センサであり、19は点火プラグ3に高電圧を出力する点火コイルである。尚、クランクシャフトの半分の回転数で回転するカムシャフト等には、気筒判別信号SGC を出力する気筒判別センサ(図示せず)が取り付けられ、クランク角信号SGT がどの気筒のものか判別される。

吸気ポート13には、サージタンク20を有する吸気マニホールド21を介して、エアクリーナ22、スロットルボディ23、ステッパモータ式のISCV(アイドルスピードコントロールバルブ)24を具えた吸気管25が接続している。更に、吸気管25には、スロットルボディ23を迂回して吸気マニホールド21に吸入気を導入する、大径のエアバイパスパイプ26が併設されており、この管路26にはリニアソレノイド式で大型のABV(エアバイパスバルブ)27が設けられている。尚、エアバイパスパイプ26は、吸気管25に準ずる流路面積を有しており、ABV27の全開時にはエンジン1の低中速域で要求される量の吸入空気が流通可能となっている。一方、ISCV24は、ABV27よりも小さい流路面積を有しており、吸入空気量を精度よく調整する場合にはISCV24を使用する。

スロットルボディ23には、流路を開閉するバタフライ式のスロットルバルブ28と共に、スロットルバルブ28の開度 θ_{TH} を検出するスロットルセンサ29と、スロットルバルブ全閉状態を検出するアイドルスイッチ

30とが備えられている。図中、31は吸気管内圧力P_bを検出するブースト圧(MAP: Manifold Absolute Pressure)センサであり、サージタンク20に接続している。

一方、排気ポート14には、O2センサ40が取付けられた排気マニホールド41を介して、三元触媒42や図示しないマフラー等を具えた排気管43が接続している。また、EGRポート15は、大径のEGRパイプ44を介して、スロットルバルブ28の下流、且つ、吸気マニホールド21の上流に接続されており、その管路にはステッパモータ式のEGRバルブ45が設けられている。

燃料タンク50は、図示しない車体の後部に設置されている。そして、燃料タンク50に貯留された燃料は、電動式の低圧燃料ポンプ51に吸い上げられ、低圧フィードパイプ52を介して、エンジン1側に送給される。低圧フィードパイプ52内の燃圧は、リターンパイプ53に介装された第1燃圧レギュレータ54により、比較的低圧(本実施例では、3.0kg/mm²以下、低燃圧と記す)に調圧される。エンジン1側に送給された燃料は、シリンダヘッド2に取り付けられた高圧燃料ポンプ55により、高圧フィードパイプ56とデリバリパイプ57とを介して、各燃料噴射弁4に送給される。本実施例の場合、高圧燃料ポンプ55は斜板アキシャルピストン式であり、排気側カムシャフト12により駆動され、エンジン1のアイドル運転時にも50kg/mm²以上の吐出圧

を発生する。デリバリパイプ 5 7 内の燃圧は、リターンパイプ 5 8 に介装された第 2 燃圧レギュレータ 5 9 により、比較的高圧（本実施例では、 50 kg/mm^2 以下、高燃圧と記す）に調圧される。図中、6 0 は第 2 燃圧レギュレータ 5 9 に取付けられた電磁式の燃圧切換弁であり、オン状態で燃料をリリーフして、デリバリパイプ 5 7 内の燃圧を所定値（例えば、 3.0 kg/mm^2 ）に低下させる。また、6 1 は高圧燃料ポンプ 5 5 の潤滑や冷却等に供された後の燃料を燃料タンク 5 0 に還流させるリターンパイプである。

車室内には、E C U（電子制御ユニット）7 0 が設置されており、このE C U 7 0 には図示しない入出力装置、制御プログラムや制御マップ等の記憶に供される記憶装置（R O M, R A M, 不揮発性R A M等）、中央処理装置（C P U）、タイマカウンタ等が具えられ、エンジン 1 の総合的な制御を行っている。

E C U 7 0 の入力側には、作動時にエンジン 1 の負荷となるエアコン装置、パワーステアリング装置、自動変速装置等の作動状況を検出するスイッチ類、すなわち、エアコンスイッチ（A / C · S W）3 3、パワーステアリングスイッチ（P / S · S W）3 4、インヒビタスイッチ（I N H · S W）3 5 等が夫々接続され（図 6 参照）、各検出信号をE C U 7 0 に供給している。尚、E C U 7 0 には、上述した各種のセンサ類やスイッチ類の他に、図示しない多数のスイッチやセンサ類が入力側に接続されており、出力側にも各種警告灯や機器類等が接続され

ている。

E C U 7 0 は、上述した各種センサ類及びスイッチ類からの入力信号に基づき、燃料噴射モードや燃料噴射量を始めとして、点火時期や E G R ガスの導入量等を決定し、燃料噴射弁 4 、点火コイル 1 9 , E G R バルブ 4 5 等を駆動制御する。

後述の説明から明らかなように、E C U 7 0 は、単独または上記各種要素の対応するものと協同して、運転状態検出手段、噴射モード設定手段、燃焼パラメータ設定手段、燃焼パラメータ切換手段、燃焼状態制御手段、モード切換判別手段、判定フラグ設定手段、第 1 補正係数設定手段、パラメータ比較判別手段、第 2 補正係数設定手段、仮目標空燃比補正係数設定手段として機能する。

次に、エンジン制御の基本的な流れを簡単に説明する。

冷機時において、運転者がイグニッションキーをオン操作すると、E C U 7 0 は、低圧燃料ポンプ 5 1 と燃圧切換弁 6 0 をオンにして、燃料噴射弁 4 に低燃圧の燃料を供給する。これは、エンジン 1 の停止時やクランキング時には、高圧燃料ポンプ 5 5 が全く、あるいは不完全にしか作動しないため、低圧燃料ポンプ 5 1 の吐出圧と燃料噴射弁 4 の開弁時間とに基づいて燃料噴射量を決定せざるを得ないためである。次に、運転者がイグニッションキーをスタート操作すると、図示しないセルモータによりエンジン 1 がクランкиングされ、同時に E C U 7 0 による燃料噴射制御が開始される。この時点では、E C U 7 0 は、前期噴射モード（第 1 噴射モード）を選択

し、比較的リッチな空燃比となるように燃料を噴射する。これは、冷機時には燃料の気化率が低いため、後期噴射モード（すなわち、圧縮行程）で噴射を行った場合、失火や未燃燃料（H C）の排出が避けられないためである。また、ECU 70は、始動時には ABV 27 を閉鎖するため、燃焼室 5 への吸入空気はスロットルバルブ 28 の隙間や ISCV 24 から供給される。尚、ISCV 24 と ABV 27 とは ECU 70 により一元管理されており、スロットルバルブ 28 を迂回する吸入空気（バイパスエア）の必要導入量に応じてそれぞれの開弁量が決定される。

始動が完了してエンジン 1 がアイドル運転を開始すると、高圧燃料ポンプ 55 が定格の吐出作動を始めるため、ECU 70 は、燃圧切換弁 60 をオフにして燃料噴射弁 4 に高燃圧の燃料を供給する。この際には、当然のことながら、高燃圧と燃料噴射弁 4 の開弁時間とに基づいて燃料噴射量が決定される。そして、冷却水温 TW が所定値に上昇するまでは、ECU 70 は、始動時と同様に前期噴射モードを選択して燃料を噴射すると共に、ABV 27 も継続して閉鎖する。また、エアコン等の補機類の負荷の増減に応じたアイドル回転数の制御は、吸気管噴射型と同様に ISCV 24 （必要に応じて ABV 27 も開弁される）によって行われる。更に、所定サイクルが経過して O2 センサ 40 が活性温度に達すると、ECU 70 は、O2 センサ 40 の出力電圧に応じて空燃比フィードバック制御を開始し、有害排出ガス成分を三元

触媒 4 2 により浄化させる。このように、冷機時においては、吸気管噴射型と略同様の燃料噴射制御が行われるが、吸気管 1 3 の壁面への燃料滴の付着等がないため、制御の応答性や精度は高くなる。

エンジン 1 の暖機が終了すると、ECU 7 0 は、吸気管内圧力 P_b やスロットル開度 θ_{TH} 等から得た筒内有効圧（目標平均有効圧） P_e とエンジン回転速度 N_e とに基づき、図 3 の燃料噴射制御マップから現在の燃料噴射制御領域を検索し、燃料噴射モードと燃料噴射量とを決定して燃料噴射弁 4 を駆動する他、ABV 2 7 や EGR バルブ 4 5 の開弁制御等も行う。

例えば、アイドル運転時等の低負荷・低回転運転時には、エンジン負荷が、図 3 中の前期噴射リーン域と後期噴射リーン域との水平境界線で表される負荷（噴射モード設定負荷）を下回ってエンジン 1 が後期噴射リーン域で運転されるため、ECU 7 0 は、後期噴射モード（これを後期リーンモードともいう）を選択すると共に ABV 2 7 及び EGR バルブ 4 0 を運転状態に応じて開弁し、リーンな空燃比（本実施例では、20～40程度）となるよう燃料を噴射する。この時点では燃料の気化率が上昇すると共に、図 4 に示したように吸気ポート 1 3 から流入した吸気流が矢印で示す逆タンブル流 8 0 を形成するため、燃料噴霧 8 1 がピストン 7 のキャビティ 8 内に保存される。その結果、点火時点において点火プラグ 3 の周囲には理論空燃比近傍の混合気が形成されることになり、全体として極めてリーンな空燃比（例えば、全体空

燃比で40程度)でも着火が可能となる。これにより、COやHCの排出が極く少量になると共に、排気ガスの還流によってNOxの排出量も低く抑えられる。そして、ABV27及びEGRバルブ40を開弁することによるポンピングロス低減とも相俟って燃費が大幅に向上する。そして、負荷の増減に応じたアイドル回転数制御は、燃料噴射量を増減させることにより行うため、制御応答性も非常に高くなる。

尚、後期噴射モードにおいては、噴射弁4から噴射された燃料噴霧が前述した逆タンブル流に乗って、点火プラグ3に到達しなければならないし、到達して点火時点までに燃料が蒸発して点火容易な混合気が形成されていなければならない。平均空燃比が20以下になると点火プラグ3近傍において局所的にオーバリッチな混合気が生成されて所謂リッチ失火が生じる一方、40以上になると希薄限界を超えてやはり失火(所謂リーン失火)が生じる。このため、燃料噴射開始及び終了のタイミングが正確に制御されると共に、平均空燃比が20~40の範囲になるように設定され、この範囲を超える場合には、後述する前期噴射モード等に切り換えられる。

また、低中速走行時は、その負荷状態やエンジン回転速度Neに応じて、図3中の前期噴射リーン域あるいはトイキオフィードバック域(理論空燃比フィードバック制御域、これをS-F/B域ともいう)となるため、ECU70は、前期リーンモード又はS-F/Bモード(この2つのモード及び後述するオープンループ制御モ

ードを総称して前期噴射モードという)を選択すると共に、所定の空燃比となるように燃料を噴射する。

すなわち、前期リーンモードでは、比較的リーンな空燃比(本実施例では、20~23程度)となるようにABV27の開弁量と燃料噴射量とを制御し、S-F/Bモードでは、ABV27とEGRバルブ45とを開閉制御すると共に、O2センサ40の出力電圧に応じて空燃比フィードバック制御を行う。この場合も、図5に示したように吸気ポート13から流入した吸気流が逆タンブル流80を形成するため、燃料噴射開始時期又は終了時期を調整することにより前期噴射リーン域においても、逆タンブルによる乱れの効果でリーンな空燃比でも着火が可能となる。尚、ECU70は、前期噴射リーン域でもEGRバルブ45を開弁し、燃焼室5内に適量のEGRガスを導入することにより、リーンな空燃比において発生するNOXが大幅に低減する。また、S-F/B域では、比較的高い圧縮比により大きな出力が得られると共に、有害排出ガス成分が三元触媒42により浄化される。

そして、急加速時や高速走行時は図3中のオープンループ制御域となるため、ECU70は、前期噴射モードを選択すると共にABV27を閉鎖し、スロットル開度 θ_{TH} やエンジン回転速度N_e等に応じて、比較的リッチな空燃比となるように燃料を噴射する。この際には、圧縮比が高いことや吸気流が逆タンブル流80を形成することの他、吸気ポート13が燃焼室5に対して略直立

しているため、慣性効果によつても高い出力が得られる。

更に、中高速走行中の惰行運転時は図3中の燃料カット域となるため、ECU70は、燃料噴射を完全に停止する。これにより、燃費が向上すると同時に、有害排出ガス成分の排出量も低減される。尚、燃料カットは、エンジン回転速度N_eが復帰回転速度より低下した場合や、運転者がアクセルペダルを踏み込んだ場合には即座に中止される。

次に、本発明に関連して、目標平均有効圧情報によつて設定されるエンジン燃焼室内の燃焼状態に影響を与えるパラメータ値、すなわち、燃料噴射弁4の開弁時間T_{inj}、点火時期T_{ig}、EGRバルブ45の開弁量L_{egr}等の設定手順を説明すると共に、後期リーンモードとS-F/Bモード間、前期リーンモードとS-F/Bモード間、および前期リーンモードと後期リーンモード間のモード切換を例に、それらのモード切換時の制御手順について説明する。

図6は、目標平均有効圧P_eが算出され、この目標平均有効圧P_eに応じて目標A/F、噴射終了時期T_{end}、基本点火時期θ_B、EGRバルブ45の弁開度L_{egr}等が演算される手順を示すブロック図であり、図14ないし図25は、エンジン制御モードを判別してそのモードへ移行するための制御手順、およびそのモードでの制御手順を示すフローチャートである。そこで、このフローチャートを追つて本発明のエンジン制御手順を順次説明する。なお、図14ないし図22に示す燃焼パラメータ

設定ルーチンは、 E C U 7 0 によって各気筒の所定クラシク角位置を検出する毎に実行される。

先ず、 E C U 7 0 は、 図 1 4 に示すステップ S 1 ないしステップ S 8 において、 制御モードの判定と設定を行う。 実行すべき制御モードでの制御内容については図 3 を参照してその概略を説明したのでその詳細説明は省略するが、 各種センサやスイッチ類からの検出情報に基づいて実行すべき制御モードが判別される。 そして、 例えば、 ステップ S 1 において後期リーンモードが判別されると（ステップ S 1 の判別結果が肯定（Y e s）の場合）、 ステップ S 2 において後期リーンモードによる制御を実行すべく各種制御フラグや制御変数が設定される。 また、 ステップ S 5 において前期リーンモードが判別されると（ステップ S 5 の判別結果が肯定の場合）、 ステップ S 6 において前期リーンモードによる制御を実行すべく各種制御フラグや制御変数が設定される。

そして、 ステップ S 2 およびステップ S 6 における後期リーンモードおよび前期リーンモードの制御フラグ等の設定に続いて、 E C U 7 0 はステップ S 4 を実行してエンジン 1 が加速中であるか否かを判別する。

エンジン 1 が加速中であるか否かは、 スロットルセンサ 2 9 が検出するスロットル弁開度 θ_{th} の前回値と今回値との偏差（時間変化割合） $\Delta\theta$ 、 及び、 クランク角センサ 1 7 が検出するエンジン回転数 N e の前回値と今回値との偏差（エンジン回転数の時間変化割合） ΔN に基づいて判別される。 即ち、 偏差 $\Delta\theta$ または ΔN がそれ

それの所定の判別値 (α , β) を超えると加速と判定し、また、一旦加速と判定された後、偏差 $\Delta \theta$ または ΔN がそれぞれの所定の判別値 ($\alpha - \Delta \alpha$, $\beta - \Delta \beta$) を下回つたら加速終了と判定する。ここに、($\Delta \alpha$, $\Delta \beta$) は制御を安定させるためにヒステリシス特性を与えるための微小値であり、これらの値は何れも 0 を含む適宜値に設定することもできる。

ステップ S 4において判別結果が肯定であり、エンジン 1 が加速中であると判別されると、ステップ S 8に進み、S-F/B モードによる加速制御を強制的に実行すべく、設定していた各種制御フラグや制御変数を S-F/B モードによるものに変更される。そして、上述の加速条件が成立している限りは、繰り返しこのステップ S 8 が実行されて加速制御が行われる。この S-F/B モードによる加速制御方法については、特に限定されず従来の加速制御方法を用いることができる。なお、加速が一旦判別されると、所定期間中に加速解除の条件が成立了としても、所定の期間は S-F/B モードによる制御を継続させることもできる。このようにすると制御が安定し、ドライバビリティも向上する。

ステップ S 4 の判別結果が否定 (N o) の場合、すなわちエンジン 1 の加速状態が検出されないか、加速終了と判別された場合、ステップ S 2 またはステップ S 6 で設定された制御フラグ等は変更されることなく、判別された通りのモードで制御が行われる。

後期リーンモードでもなく前期リーンモードでもない

場合（ステップ S 1 およびステップ S 5 がいずれも N O の場合）には前期 S - F / B モードと判定し、前述のステップ S 8 に進んで、S - F / B モードの各種制御フラグや制御変数を設定する。

なお、ステップ S 2 , S 6 , および S 8 において後述するテーリング係数 K 1 , K 2 , K S , K L がそれぞれ設定される。図 2 6 に示すように、モードの移行（噴射モード移行要求ともいう）が判別された時点で、上記テーリング係数のうちモード移行の態様に対応するテーリング係数を値 0 に設定する。例えば、S - F / B モードから後期リーンモードへの移行を初めて判別した時点で、テーリング係数 K 1 が値 0 にリセットされる。また、前期リーンモードから S - F / B モードへの移行を初めて判別した時点で、テーリング係数 K L が値 0 にリセットされる。

このような各種制御フラグ等の設定が終わると、E C U 7 0 は図 1 5 のステップ S 1 0 以下のステップに進み、各モードの移行制御やそのモードでの制御を実行する。以下、これらの制御手順を図 2 7 ないし図 2 9 の各種制御パラメータ値の時間変化を示すタイミングチャートを参照して説明する。

先ず、説明の都合上、後期リーンモードの実行中であってテーリング係数値 K 1 が値 1.0 に設定されている場合から説明すると（図 2 7 の t 0 時点以前）、E C U 7 0 は、ステップ S 1 0 において、現在のエンジン運転状態が後期モードか或いは前期モードのどちらに対応するの

かを判別する。ここで、後期モードは後期リーンモードを意味し、前期モードには前期リーンモードと S - F / B モードとが含まれる。現在のエンジン 1 の運転モードが上述した通り後期リーンモードであるから、ステップ S 1 0 からステップ S 1 2 に進み、エンジン制御に必要な各種パラメータ値 P_e , K_{af} , T_{ig} , T_{end} , L_{egr} , E_v 等を演算する。これらのパラメータ値の演算方法について、図 6 のブロック図を参照して以下に説明する。なお、エンジン 1 が後期リーンモード制御を実行すべき運転状態にあることが ECU 70 により判別されている場合、図 6 に示す切換スイッチ 70 a および 70 b は後期モード側に切り換えられている。

先ず、燃料噴射弁 4 の開弁時間 T_{inj} に関する各種変数値の演算の説明から始めると、ECU 70 は、前述した記憶装置に予め記憶されている目標平均有効圧マップ 70 c から、スロットルセンサ 29 及びクランク角センサ 17 によって検出されるスロットル弁開度 θ_{th} とエンジン回転数 N_e とに応じた目標平均有効圧 P_e を算出する。図 7 は、目標平均有効圧マップの詳細を示し、スロットル弁開度 θ_{th} とエンジン回転数 N_e とに応じた、運転者が要求する出力に対応する目標平均有効圧 P_{eij} がマッピングされて ECU 70 の記憶装置に記憶されている。これらの各データは、エンジンの台上試験でデータが収集し易い目標平均有効圧情報（例えば正味平均有効圧）について、実験的に設定された値である。ECU 70 はこのマップから例えば公知の 4 点補間法等に

より、検出されたスロットル弁開度 θ_{th} とエンジン回転数 N_e とに応じた最適の目標平均有効圧 P_e を算出する。

なお、この実施例では、目標平均有効圧情報として正味平均有効圧 P_e を用いたが、エンジンの台上試験でのデータの収集に特に差し障りがなければ種々のものを用いることができ、図示平均有効圧力や正味出力等であってもよい。

ECU 70 の記憶装置には、作動時にエンジン 1 の機械的、電気的な負荷となる種々の負荷装置、例えばエアコン装置、パワーステアリング装置、変速装置等のための出力補正マップ 70d ~ 70f (図 6) を備えており、これらの負荷装置の作動を検出するスイッチ 33 ~ 35 (図 6) からのオン信号によりエンジン回転数 N_e に応じた目標平均有効圧補正值が出力される。これらの補正值は加算器 70g によってマップ 70c から得られた目標平均有効圧 P_e に加算されてその値を修正する。

このようにして算出された目標平均有効圧 P_e のデータは、一次遅れフィルタ 70h によってフィルタリングされ、燃焼パラメータ設定手段である目標空燃比補正係数値 K_{af} 算出マップ 70j 等に送られる。一次遅れ要素 (フィルタ) 70h を設ける理由は、筒内燃料噴射を行う場合、噴射量の変化は直ちに出力等の変化となって出現することになる。燃料噴射量の決定に用いられるスロットル弁開度 θ_{th} は、吸入空気量等の検出と比較して遅れなく検出できる検出情報であり、検出した弁開度 θ_{th} に応じた燃料噴射量を直ちにエンジン 1 に供給すると、ド

ライバビリティを損なう虞がある。なお、一次遅れ要素 70 h は、制御の応答性を優先させる場合等、場合によつてはこれを設けなくてもよい。

目標空燃比補正係数値算出マップ $70j$ の詳細は図11に示され、各モード毎に、またEGRの有無等に対応して複数枚のマップが準備されており、各マップの詳細は図7に示したものと同様に、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて、予め実験的に設定され、前述した記憶装置に記憶されている。ECU70は目標空燃比補正係数値算出マップ $70j$ から、算出マップ $70j$ に入力された目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じた目標空燃比補正係数値 K_{af} を算出して、後述する開弁時間の演算に使用する。

一方、体積効率算出手段 $70k$ では、上述のようにして一次遅れフィルタリングされた目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて体積効率 E_v 値が算出される。図9は、後期リーンモード制御時に使用される体積効率マップを示し、このマップに示す体積効率マップ値も、図7に示すものと同様に、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて予め実験的に設定され、前述した記憶装置に記憶されている。

上述のようにして求めた目標空燃比補正係数値 K_{af} 及び体積効率 E_v は、次式(F1)に適用され、後述するようなタイミングで燃料噴射弁4の開弁時間 T_{inj} が演算される。

$$T_{inj} = K * P_b * E_v * K_{af} * (K_{wt} * K_{at} * ...) * K_g + T_{DEC} \dots (F1)$$

ここに、 P_b は、ブースト圧センサ 31 によって検出される吸気管内圧力（吸気通路内圧力）であり、 K_{wt} 、 $K_{at} \dots$ 等はエンジン水温 T_w 、大気温度 T_{at} 、大気圧力 T_{ap} 等に応じて設定される各種補正係数である。 K_g は、噴射弁 4 のゲイン補正係数、 T_{DEC} は、無効時間補正值であり、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて設定される。 K は、燃料量を開弁時間に変換する変換係数であり、定数である。

K_{af} は、エンジン運転状態に応じて設定される。尚、式(F1)は、後期リーンモード制御時ばかりではなく他のモードにおいても適用される。上述した種々の補正係数の内、空燃比補正係数値 K_{af} は、後述する後期リーンモードと S-F/B モード間等のモード移行時には後述する方法により設定され、S-F/B モード制御時には、O2 センサ 40 の出力電圧に応じて設定され、他のモードにおいてもそのモードに最適な値に設定される。また、体積効率 E_v は、各モードにおいて設定される値が使用されることはあることは勿論のことである。

なお、上式(F1)において開弁時間 T_{inj} の演算に使用される体積効率 E_v は、各燃焼室 5 に供給され、単位吸気行程当たり（一気筒当たり）の、燃焼に関わることのできる酸素量に関連した指標であり、類似の指標としては充填効率、吸気効率等があり、体積効率 E_v に代えてこれらの指標を使用することもできる。また、体積効率 E_v と吸気管圧 P_b とで求められる値は、単位吸気行程

当たり吸入空気量に関連しており、体積効率 E_v や吸気管圧 P_b を使用する代わりに、エアフローセンサで検出される空気流量とエンジン回転数とで直接求められる単位吸気行程当たり吸入空気量 (A/N) を用いることができる。これら、体積効率、充填効率、単位吸気行程当たり吸入空気量 (A/N) 等を総称して有効吸気パラメータという。

このように算出した開弁時間 T_{inj} のデータは、所定のタイミングで燃料噴射弁 4 を駆動するインジェクタ駆動回路（図示せず）に送られる。

次に、噴射終了時期 T_{end} の設定について説明すると、ECU 70 は、図 6 に示す噴射終了時期設定手段（燃焼パラメータ設定手段）70mにおいて、目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて、現時点で選択されている制御モードに好適な噴射終了時期 T_{end} を設定する。後期リーンモードにおける燃料噴射の噴射終了時期を遅らせると、噴射された燃料噴霧が十分に蒸発するための期間が確保されず、黒煙の発生を招く。逆に早や過ぎると噴射された燃料が筒壁に衝突する等により最適混合気が形成されず失火を招く虞がある。この噴射終了時期 T_{end} は、制御モード毎に、あるいは EGR 等の有無に応じてそれぞれ予め実験的に最適値に設定されてマッピングされている。目標平均有効圧 P_e 等に応じて設定された噴射終了時期 T_{end} のデータは、更にエンジン水温等による補正が行われて前述のインジェクタ駆動回路に供給される。インジェクタ駆動回路では、供給さ

れた噴射終了時期 T_{end} および開弁時間 T_{inj} のデータに基づいて噴射開始時期を演算し、演算した噴射開始時期になると噴射すべき気筒の燃料噴射弁 4 に開弁時間 T_{inj} に応じた期間に亘って駆動信号を出力する。

点火時期 T_{ig} は、ECU 70 によって次式(F2)に基づいて演算される。

$$T_{ig} = \theta_B + (\text{各種リタード補正量}) \quad \dots (F2)$$

上式の基本点火時期 θ_B は、図 6 の点火時期設定手段(燃焼パラメータ設定手段) 70nにおいて算出される。

図 12 に示すように、点火時期設定手段 70n は、各モード毎の、また、EGR の有無等の運転状態毎の複数枚の基本点火時期設定マップを有している。後期リーンモード制御時においては、前述した目標平均有効圧マップ 70c でスロットル弁開度 θ_{th} に応じて設定された目標平均有効圧 P_e のデータが点火時期設定手段 70n に供給され、この目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じた基本点火時期 θ_B が、後期リーンモード用マップから算出される。

各種リタード量(第 2 補正係数)には、エンジン水温補正值等の通常の補正值の他に、後期リーンモードと S-F/B モード間の移行時には後述する移行時リタード補正值 $R_1(K)$, $R_2(K)$ が含まれている。移行時リタード補正值 $R_1(K)$, $R_2(K)$ は、移行時以外においては値 0 に設定されている。後期リーンモード制御時の点火時期は、最適混合気が点火プラグ 3 に到達する時点に設定され、この設定時期が最適点火時期になる。

上述のように設定された点火時期 T_{ig} のデータは点火コイル駆動回路（図示せず）に供給され、同駆動回路は、設定された点火時期 T_{ig} に対応する時点で、点火すべき気筒の点火プラグ 3 に高電圧を印加して点火させる。

EGRバルブ 4 5 の弁開度 L_{egr} は、図 6 の EGR量設定手段（燃焼パラメータ設定手段）70 pにおいて算出される。図 13 に示すように、EGR量設定手段 70 p は、排気ガスを再循環させるべき運転モード毎の、また、変速装置の選択位置（DレンジかNレンジ）等に応じた複数枚の EGR弁開度マップを有している。弁開度 L_{egr} の算出においては、前述した目標平均有効圧マップ 70 c でスロットル弁開度 θ_{th} に応じて設定された目標平均有効圧 P_e のデータに対しては一次遅れフィルタリング処理を行わず、設定された目標平均有効圧 P_e のデータを単にローパスフィルタ 70 q を介して EGR量設定手段 70 p に供給し、この目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じた弁開度 L_{egr} が、後期リーンモード用マップから算出される。

排気ガスが EGRバルブ 4 5 を介してエンジン 1 に供給されるとき、変更された弁開度に見合う EGR量がエンジン 1 に供給されるには大きなタイムラグが生じる。このようなタイムラグを考慮すると逸早く運転状態に最適な EGR量を演算した方がよいので、目標平均有効圧マップ 70 c で設定した目標平均有効圧 P_e のデータを遅れなく EGR量設定手段 70 p に供給するようにしている。

上述のようにして算出された弁開度 L_{egr} のデータは、エンジン水温補正等の補正を行った後、EGR駆動回路（図示せず）に供給され、弁開度 L_{egr} に対応する弁駆動信号をEGRバルブ45に出力するよう正在している。

図15のステップS12において、上述のように各種燃焼パラメータ値等の算出が終わると、図16のステップS20に進む。このステップでは、テーリング係数 K_1 が値 1.0 であるか否かを判別する。このテーリング係数 K_1 は、前述した通り、後期リーンモードへの移行が完了している場合には値 1.0 である。現時点では、完全移行後の後期リーンモードによるエンジン制御が行われているので、テーリング係数 K_1 は値 1.0 に設定されている。従って、ステップS20での判別結果が Y_{es} になるので、ステップS21に進んで後期モードから前期モードへの移行のための準備をおこなう。移行の準備としては、移行のための制御変数の初期値の設定、及び前記ステップS12で算出され、現在の後期リーンモード制御で使用する各種補正係数値 K_{af} や燃焼パラメータ値 T_{ig} 、 T_{end} 、 E_V 、目標平均有効圧 P_e 等を記憶しておく。移行のための制御変数としては、無効期間カウンタ T_{d2} とブースト圧遅れカウンタ CNT_2 があり、前者のカウンタ T_{d2} には初期値として目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて設定される値 $f_2(N_e, P_e)$ が設定され、後者のカウンタ CNT_2 には値 XN_2 が設定される。なお、上述の制御変数値の初期

化や補正係数値 K_{af} 等の記憶値は、このステップ S 2 1 が実行される毎に新しい値に更新される。

ステップ S 2 1 での制御変数等の初期値の設定が終わると、ステップ S 2 2 に進み、後期噴射セットルーチンを実行し、前述した燃料噴射制御、点火時期制御、EGR量制御等の各種制御を行う。

次に、エンジン 1 の運転状態が変化して後期リーンモードから S - F / B モードに移行した（モード移行要求があった）と判断された場合を想定すると、前述した図 1 4 のステップ S 8 においてテーリング係数 K_2 が、図 2 6 に示されるように値 0 に設定される（図 2 7 の t_0 時点）。このような場合、ECU 7 0 は図 1 5 のステップ S 1 0 で前期モードを判定した後、ステップ S 1 4 を実行し、前述したステップ S 1 2 と同じようにして各種燃焼パラメータ値 P_e , K_{af} , T_{ig} , T_{end} , L_{egr} , E_v 等を演算する。

この場合、図 6 に示す切換スイッチ 7 0 a, 7 0 b は、後述するタイミングで前期モード側に切り換えられ、目標平均有効圧 P_e は第 2 算出マップである目標平均有効圧マップ 7 0 r によって算出される。前期リーンモードや S - F / B モードでは通常の吸気管噴射型と同様に、運転者が要求するエンジン負荷は吸気管圧 P_b に略対応しており、検出される吸気管圧 P_b 自体に一次遅れ要素を有している。従って、スロットル弁開度 θ_{th} で目標平均有効圧 P_e を設定する場合のように一次遅れ処理を必要としないので、この吸気管圧 P_b が目標平均有効圧 P

e の設定に使用される。ブーストセンサ 3 1 によって検出された吸気管圧 P_b のデータは、目標平均有効圧マップ 7 0 r に供給され、この吸気管圧 P_b とエンジン回転数 N_e とに応じた目標平均有効圧 P_e が演算される。目標平均有効圧 P_e の演算の仕方は、目標平均有効圧マップ 7 0 c の場合と同様であり、このマップ 7 0 r には図 8 に示すような、図 7 に示すものと類似のマップが、EGR の有無等のエンジン運転状態に応じて必要な枚数だけ準備されている。

なお、このような前期モードでは、吸気管圧 P_b に代えて、エアフローセンサで検出した新気吸入空気量等を用いるようにしてもよい。また、エンジン 1 が吸入する空気量の体積効率 E_v を吸気管圧 P_b 又はエアフローセンサで検出した新気吸入空気量等に基づいて求め、求めた体積効率 E_v とエンジン回転数 N_e とに応じて目標平均有効圧 P_e を算出することもできる。

目標平均有効圧 P_e が算出されると、この目標平均有効圧 P_e のデータは目標空燃比補正係数値算出マップ 7 0 j 、噴射終了時期設定手段 7 0 m 、点火時期設定手段 7 0 n 、EGR 量設定手段 7 0 p にそれぞれ供給され、運転状態に応じたマップを使用して目標 A/F, T_end, T_ig, L_egr が演算される。

また、体積効率算出手段 7 0 k にもブーストセンサ 3 1 が検出した吸気管圧 P_b のデータが供給され、体積効率 E_v も図 1 0 に示す、図 7 に示すものと類似のマップを使用して、吸気管圧検出 P_b とエンジン回転数 N_e と

に応じた体積効率 E_v が演算される。この場合にも、体積効率 E_v の算出には、吸気管圧 P_b に代えて、エアフローセンサで検出した新気吸入空気量等を用いるようにしてもよい。

そして、上述のようにして求めた目標 A/F と体積効率 E_v を前式(F1)に適用して、後期リーンモードで求めたと同様にして燃料噴射弁 4 の開弁時間 T_{inj} が演算される。

図 1 5 を再び参照すると、ステップ S 1 4 において、上述のように各種の燃焼パラメータ値等の算出が終わると、図 1 9 のステップ S 5 0 に進む。このステップでは、テーリング係数 K_2 が値 1.0 であるか否かを判別する。このテーリング係数 K_2 は、前述した通り、後期リーンモードへの移行要求直後であるから、値 0 に設定されている。従って、ステップ S 5 0 の判別結果は N○であり、ステップ S 5 1 以降のステップを実行して後期リーンモードから S-F/B モードへの移行処理を行う。なお、テーリング係数 K_2 は、移行処理が完了すると値 1.0 になるが、それまでは、後述する図 2 3 および図 2 4 に示すタイマーチンにより、値 1.0 より小さい微小値 ΔK_2 が順次加算され、テーリング係数値 K_2 が値 1.0 になる迄の間、その係数値 K_2 に応じた移行処理が行われる。

図 2 3、図 2 4 は、ECU 7 0 の内蔵クロックが発生させる所定周期のクロックパルスによって実行されるタイマーチンのフローチャートを示し、各種テーリング係数値 K_1 、 K_2 、 K_L 、 K_S がクロックパルスによっ

てカウントアップされる手順を示している。先ず、ステップ S 1 1 0 ないしステップ S 1 1 3 ではテーリング係数 K 1 のカウントアップを行う。係数値 K 1 に値 1.0 より小さい所定微小値 ΔK_1 が加算され（ステップ S 1 1 0）、この係数値 K 1 が値 1.0 と比較され（ステップ S 1 1 2）、値 1.0 より大であればステップ S 1 1 3 で係数値 K 1 を値 1.0 に設定し直した後に、また、係数値 K 1 が値 1.0 以下であればステップ S 1 1 2 からステップ S 1 1 4 に進む。このように、テーリング係数値 K 1 が一旦値 0 にリセットされると、このルーチンが実行される毎に微小値 ΔK_1 が加算され、加算された値が値 1.0 に到達すればその値に保持されるようになっている。

他のテーリング係数値についても同様であり、テーリング係数値 K 2 についてはステップ S 1 1 4 ないしステップ S 1 1 7においてカウントアップされ、係数値 K L, K S については、同様にステップ S 1 1 8 ないしステップ S 1 2 0、ステップ S 1 2 2 ないしステップ S 1 2 5 でそれぞれカウントアされる。なお、各係数値に加算する微小値 ΔK_1 , ΔK_2 等は、モード移行制御期間の必要な長さを決定するものであり、通常は各テーリング係数毎に異なる値に設定される。但し、これらの微小値を互いに同じ値に設定することもできる。

図 1 9 を再び参照すると、ステップ S 5 1 では、無効期間カウンタ T d2 のカウント値が値 0 であるか否か、すなわち、カウンタ T d2 の初期値 f 2 (N e, P e) に対応する無効期間が経過したか否かを判別する。カウンタ

T_{d2} の初期値 $f_2(N_e, P_e)$ は、前述した図 16 のステップ S 2 1 の実行によって設定されており、モード移行要求直後にこのステップ S 5 1 が実行された時点でのカウンタ値 T_{d2} は、この初期値 $f_2(N_e, P_e)$ に等しい。従って、ステップ S 5 1 の判別結果は否定になり、ステップ S 5 2 に進んでカウンタ値 T_{d2} から所定値 ΔT_{d2} を減算し、ステップ S 5 3 においてテーリング係数値 K_2 を値 0 に設定し直す。そして、これらのステップ S 5 2, S 5 3 は上記無効期間が経過するまで繰り返し実行され、その間、テーリング係数値 K_2 は値 0 に保持されることになる。ここにテーリング係数値 K_2 および無効期間カウンタ T_{d2} は、いずれもモード移行時の急激な筒内燃焼状況の変化を回避してドライバビリティの向上を図るものである。

次いで、ECU 70 はステップ S 5 5 およびステップ S 5 7 を実行して、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率 E_v を下式(F3), (F4)によりそれぞれ演算する。

$$K_{aft} = (1 - K_2) * K_{af} + K_2 * K_{af} \quad \dots(F3)$$

$$E_v = (1 - K_2) * E_v' + K_2 * E_v \quad \dots(F4)$$

ここに、 $K_{af'}$ および E_v' は、後期リーンモード制御時に最後に演算した目標空燃比補正係数値および体積効率であり、前述した図 16 のステップ S 2 1 を最後に実行したときに $K_{af'}$ 値および E_v' 値として記憶したものである。各式の右辺最終項の K_{af} および E_v は今回 S-F/B モード制御の実行時にそれぞれ設定され、 K_{af}

値は O 2 センサ 4 0 の出力値に応じて設定された値 (S - F / B モード処理で算出された値) である。

従って、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率値 E_v は、係数値 K_2 が値 0 である期間 (図 27 に示す t_0 時点から t_1 時点の無効期間) では前回値に、すなわち後期リーンモード制御時に最後に設定した値に保持され、また、係数値 K_2 の値が 0 から 1.0 に向かって増加する間は係数値 K_2 に応じた重み付けで設定される値に設定され、更に、係数値 K_2 が値 1.0 に到達すると S - F / B モード制御用に算出された値に設定されることになる。テーリング係数値 K_2 の上述のように変化するにつれて、モード移行中、目標空燃比補正係数値 K_{af} は、後述するように変化し、体積効率 E_v は、図 27 に示すように、 t_1 時点から t_4 時点までは線形的に徐々にその値を変化させ、また、 t_4 時点以降は S - F / B モードによって算出される値に保持されることになる。

次に、ECU 70 は、図 20 のステップ S 6 0において、ブースト圧遅れカウンタ CNT 2 が後述のカウントダウン処理により値 0 までカウントダウンされたか否かを判別する。ブースト圧遅れカウンタ値 CNT 2 が未だ値 0 にカウントダウンされていない場合 (ステップ S 6 0 での判別結果が否定) には、ステップ S 6 1 を実行して目標平均有効圧 P_e を値 P_e' に書き換え、後期リーン制御時に最後に設定された値を所定期間 (カウンタの初期値 $X_N 2$ に対応する期間であり、図 27 に示す t_0 時点から t_2 時点までの期間) に亘って保持する。初期値 X_N

2に対応する期間は、スロットル弁28の開弁動作に対するブースト圧の立ち上がりの遅れに関連して設定されるもので、初期値XN2はエンジン1の所定の行程数分に設定される。このブースト圧遅れカウンタ値CNT2によって、目標平均有効圧Peを算出するマップの切り換えを遅らせる。

なお、カウンタCNT2のカウント値は、図25に示す、各気筒の所定クランク角位置を検出する毎に実行されるクランク割込ルーチンで、1宛カウントダウンされる。このルーチンではカウンタCNT2以外にも、カウンタCNT1, CNT3も同様にそれらのカウント値が1宛カウントダウンされる。

図20のステップS60の判別結果が肯定の場合（ブースト圧遅れ期間が経過した場合）、以後のS-F/Bモード制御では図6の目標平均有効圧マップ70rから算出した値が使用されることになる（図27のt2時点以後）。

次いで、ステップS62に進み、上式(F3)で演算した仮目標空燃比補正係数値K_{aft}が値X_{af}より小であるか否かを判別する。この判別値X_{af}は、この値の目標空燃比補正係数値K_{af}を使用して後期リーンモードでエンジン制御した場合、エンジン燃焼室5内でリッチ失火の虞が生じる値で、全体空燃比で言えば略20（理論空燃比14.7）に相当する。すなわち、目標空燃比補正係数値K_{aft}が値X_{af}より小であれば、後期リーンモードによる燃料噴射量調節を行うことによってエンジン出力の

制御が可能であることを意味し、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が値 X_{af} に到達するまでは（図 27 に示す t_3 時点まで）、目標空燃比補正係数値 K_{af} は、テーリング係数 K_2 に応じた値、すなわち仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} に設定される（ステップ S 6 3）。そして、後期リーンモード制御を引き続き実行するために、点火時期 T_{ig} を後期リーンモードで設定した最後の値 $T_{ig'}$ に保持し（ステップ S 6 4）、燃料噴射終了期間 T_{end} も、後期リーンモードで設定した最後の値 $T_{end'}$ に保持される（ステップ S 6 5）。

$$K_{af} = K_{aft}$$

$$T_{ig} = T_{ig'}$$

$$T_{end} = T_{end'}$$

このように各燃焼パラメータ値を設定し直した後、前述した図 16 のステップ S 2 2 が実行され、後期リーンモードでのエンジン制御が行われる。

テーリング係数値 K_2 が増加して、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を超えると、ステップ S 6 2 の判別結果が否定となり、前述したステップ S 6 3 ないしステップ S 6 5 を実行することなく、ステップ S 6 6 に進む。この結果、目標空燃比補正係数値 K_{af} および燃料噴射終了期間 T_{end} は、最早仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および後期リーンモード処理で算出した最後の値 $T_{end'}$ にそれぞれ書き換えられることはなく、S-F/B モードによって算出した値がそのまま使用される。この場合、図 27 の t_3 時点に示す補正係数値の変化から判

るようすに、目標空燃比補正係数値 K_{af} は、S-F/B モードにおいて理論空燃比近傍の値に対応する好適な値にステップ状に一気に変化して、この時点で S-F/B モードに移行する。すなわち、後期リーンモード制御で空燃比がリッチ失火限界の X_{af} 値に対応する値（略 20）に到達すると、空燃比はその値 20 と理論空燃比との間で徐々に変化していくのではなく、S-F/B モードによる理論空燃比近傍に急変させられることになる。これに伴って、燃料噴射終了期間 T_{end} も S-F/B モード制御に好適な値に変化される（図 27 の t_3 時点）。

ステップ S 6 6 では、現在のエンジン運転状態が、前期モードに含まれる前期リーンモードまたは前期モードに含まれる S-F/B モードのいずれに対応するのかが判別され、判別結果に応じて異なるエンジン制御が行われる。今回ループでは S-F/B モードが判別されるので（ステップ S 6 6 の判別結果が否定）、ステップ S 6 7 が実行され、点火時期 T_{ig} は次式(F5)によって演算される値に置き換えられる。

$$T_{ig} = (1 - K_2) * T_{ig'} + K_2 * T_{ig} + R_2(K_2) \quad \dots(F5)$$

ここで、 $R_2(K_2)$ は、モード移行に伴うエンジン出力の急変を防止するために設定されたリタード量で、その値は、図 27 の t_3 時点から t_4 時点間の変化で示すようにテーリング係数値 K_2 の関数として一時的に負の値を取り、その後その値から徐々に変化して t_4 時点 ($K_2 = 1.0$) で値 0 に設定される。その結果、点火時期 T_{ig} は、図 27 の t_3 時点から t_4 時点間に示されるように変化す

る。点火時期 T_{ig} をこのように制御することによって S - F / B モード制御の開始による出力の急増が防止される。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、図 18 のステップ S 48 が実行され、前期噴射モードによるエンジン制御が行われる。

テーリング係数値 K_2 が除々に増加して値 1.0 に到達すると、図 19 のステップ S 50 における判別結果が肯定 (Yes) となり、ステップ S 58 が実行される。ステップ S 58 では、前期モード制御を前期リーンモードまたは S - F / B モードのいずれにより行うべきかが判別され、この判別結果に応じて異なる制御が実行される。引き続いて S - F / B モードが判別されると、ECU 70 は、図 21 のステップ S 70 において、後期リーンモード制御への移行または前期リーンモード制御への移行のための準備を行う。移行の準備としては、移行のための制御変数の初期値の設定、及び現在制御モードで算出された各種補正係数値 K_{af} や燃焼パラメータ値 T_{ig} 、 T_{end} 、EV、目標平均有効圧 P_e 等を記憶しておく。移行のための制御変数としては、無効期間カウンタ T_{d1} と EGR 遅延カウンタ CNT_1 があり、前者のカウンタ T_{d1} には目標平均有効圧 P_e とエンジン回転数 N_e とに応じて設定される値 $f_2(N_e, P_e)$ が、後者のカウンタ CNT_1 には値 XN_1 がそれぞれ初期値として設定される。これらの移行制御変数等は、S - F / B モードによる制御が繰り返され、ステップ S 70 が繰り返し

実行されると、その都度新しい値に更新される。

ステップ S 7 0 での制御変数等の初期値の設定が終わると、ステップ S 7 2 に進み、前期リーンモードから S - F / B モードへの移行制御時に使用するテーリング係数値 K L が値 1.0 であるか否かを判別する。現在は S - F / B モードへの移行が完了し、そのモードの制御が行われているので、係数値 K L は値 1.0 であり、ステップ S 7 3 を飛び越してステップ S 7 4 に進む。ステップ S 7 4 では、後述する E G R 遅延カウンタ C N T 3 のカウント値を判別する。このカウンタ C N T 3 は、前述した図 2 5 に示すクランク割込ルーチンで常にカウントダウンされる。従って一旦初期値に設定されたとしても、カウンタ C N T 3 は、後述する前期リーンモードから S - F / B モードへの移行制御中以外は値 0 にカウントダウンされている筈である。結局、モード移行完了後の S - F / B モードが実行されている限り、ステップ S 7 4 の判別結果も否定となり、ステップ S 7 5 を飛び越して前述した図 1 8 のステップ S 4 8 に進み、前期噴射モードによる制御が実行される。なお、ステップ S 7 3 , S 7 5 については、後述する前期リーンモードから S - F / B モードへの移行制御において説明する。

次に、現在の S - F / B モードから再び後期リーンモードに移行する場合の移行制御について説明する。

図 1 4 のステップ S 1 において S - F / B モード制御中に後期リーン域でのエンジン運転が判別されると（図 2 7 の t6 時点）、ステップ S 2 においてテーリング係数

K₁に値0が設定される。そして、図15のステップS10で後期モードへの移行要求を判別し、前述したステップS12で各種燃焼パラメータ値等の演算を行った後、図16のステップS20が実行され、K₁が値1.0に等しいか否かが判別される。後期リーンモードが判別された直後ではテーリング係数値K₁が前述した通り値0であるので、ステップS20の判別結果は否定となり、ステップS24以降のステップを実行してS-F/Bモードから後期リーンモードへの移行処理を行う。なお、テーリング係数K₁は、移行処理が完了すると値1.0になるが、それまでは、前述した図23および図24に示すタイマルーチンにおいて、値1.0よりもより小さい微小値△K₁が順次加算され、テーリング係数値K₁が値1.0になる迄の間、その係数値K₁に応じた移行処理が行われる。

ステップS24では、無効期間カウンタT_{d1}が値0であるか否か、すなわち、カウンタT_{d1}の初期値f₁(N_e, P_e)に対応する無効期間が経過したか否かを判別する。カウンタT_{d1}の初期値f₁(N_e, P_e)は、移行直前のS-F/Bモード制御時に前述した図21のステップS70の実行によって設定されており、モード移行直後にこのステップS24が実行された時点でのカウンタ値T_{d1}は、この初期値f₁(N_e, P_e)に等しい。従って、ステップS24の判別結果は否定になり、ステップS25に進んでカウンタ値T_{d1}から所定値△T_{d1}を減算し、ステップS26においてテーリング係数値K

1を値0に設定し直す。そして、これらのステップS25, S26は上記無効期間が経過するまで(図27のt6時点からt7時点まで)繰り返し実行され、その間、テーリング係数値K1は値0に保持されることになる。

次いで、ECU70はステップS28および図17のステップS30を実行して、仮目標空燃比補正係数値K_{aft}および体積効率E_vを下式(F6), (F7)によりそれぞれ演算する。

$$K_{aft} = (1 - K1) * K_{af'} + K1 * K_{af} \quad \dots(F6)$$

$$E_v = (1 - K1) * E_{v'} + K1 * E_v \quad \dots(F7)$$

上式(F6), (F7)は、前述した式(F3), (F4)にそれぞれ類似しており、K_{af'}およびE_{v'}は、S-F/Bモード制御時に最後に演算した目標空燃比補正係数値および体積効率であり、前述した図21のステップS70を最後に実行したときにK_{af'}値およびE_{v'}値として記憶したものである。各式の右辺最終項のK_{af}およびE_vは今回の後期リーンモード処理でそれぞれ算出した値である。

従って、係数値K1が値0である期間(図27に示すt6時点からt7時点の無効期間)は、仮目標空燃比補正係数値K_{aft}および体積効率値E_vは前回値、すなわちS-F/Bモード制御時に最後に設定した値に保持される。その後、係数値K1の値が0から1.0に向かって増加すると、値K_{aft}及びE_vは、値K1に応じた重み付けで設定される値に設定され、また、係数値K1が値1.0に到達すると後期リーンモードによって算出される値に設定されることになる。テーリング係数値K1が上述のよ

うに変化するにつれて、モード移行時の目標空燃比補正係数値 K_{af} は、後述するように変化し、また、体積効率 E_v は、図 27 の t_7 時点から t_{10} 時点間に示すように線形的に徐々にその値を変化させ、 t_{10} 時点以降は後期リーンモードによって算出される値に保持されることになる。

次に、ECU 70 は、図 17 のステップ S 3 1 に進み、EGR 遅延カウンタ CNT 1 が値 0 までカウントダウンしたか否かを判別する。このカウンタ CNT 1 は、後期リーンモードにおける EGR 制御を遅らせる目的で設けられたもので、S-F/B モードから、大量の EGR を導入する後期リーンモードへの移行制御中における EGR 過多状態を防ぐ。EGR 遅延カウンタ値 CNT 1 が未だ値 0 にカウントダウンされていない場合には、ステップ S 3 2 を実行して EGR バルブ 45 の弁開度 L_{egr} を値 $L_{egr'}$ に書き換え、S-F/B モード制御時に最後に設定した値を所定期間（カウンタの初期値 XN 1 に対応する期間であり、図 27 に示す t_6 時点から t_9 時点までの期間）に亘って保持する。初期値 XN 1 に対応する期間は、EGR 量を後期リーンモードに適合する値に移行させるのを遅らせることを考慮して設定されている。

ステップ S 3 1 の判別結果が肯定の場合 (EGR 遅延期間が経過した場合)、前述のステップ S 3 2 はスキップされ、以後の後期リーンモード制御には図 6 の EGR 量設定手段 70p により算出した値が使用されることになる (図 27 の t_9 時点以降)。

次いで、ステップ S 3 4 に進み、上式(F6)で演算した仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が値 X_{af} より小であるか否かを判別する。この判別値 X_{af} は、図 2 0 のステップ S 6 2 で説明した通り、後期リーンモードで燃料リッチにすれば失火が生じる値、空燃比で言えば略 2 0 (理論空燃比 14.7) に相当する値に設定されている。但し、場合によっては、値 X_{af} ステップ S 6 2 で設定した値と同じ値に設定する必要はない。目標空燃比補正係数値 K_{af} が値 X_{af} より小であれば、後期リーンモードによる燃料噴射量調節を行うことによってエンジン出力の制御が可能であることを意味し、ステップ S 3 4 の判別によって、後期リーンモードを開始してもよいか否かを判別するものである。目標空燃比補正係数値 K_{af} が値 X_{af} 以上であれば S - F / B モード制御が引き続き実行される。

ステップ S 3 4 の判別結果が否定である期間、すなわち仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が値 X_{af} に到達するまでは(図 2 7 に示す t_7 時点から t_8 時点まで)、ECU 7 0 は、図 1 8 のステップ S 4 0 において、噴射終了期間 T_{end} を S - F / B モード処理で算出した最後の値 T_{end}' に書き換え、この値に保持する。そして、移行要求が判別される前の制御モードが前期リーンモードであったか、或いは S - F / B モードであったかを判別するために、移行要求判別直前に設定し記憶した補正係数値 K_{af}' が値 1.0 より小であるか否かを判別する。前期リーンモード制御が実行される場合には、補正係数 K_{af} は値 1.0 より小に必ず設定される。

ステップ S 4 2 の判別結果が否定である場合、すなわち、移行要求判別前の制御モードが S - F / B モードであった場合、ステップ S 4 6において、目標空燃比補正係数値 K_{af} を、移行要求が判別された直前の値 $K_{af'}$ に保持する。そして、引き続いて S - F / B モード制御を実行することによるエンジン出力の調整は点火時期で制御することとし、ステップ S 4 7 に進んで、点火時期 T_{ig} を次式(F5)によって演算される値に置き換える。

$$T_{ig} = (1 - K_1) * T_{ig'} + K_1 * T_{ig} + R_1(K_1) \quad \dots(F8)$$

ここで、 $R_1(K_1)$ は、モード移行に伴う出力の急変を防止するために設定されたリタード量（第 2 補正係数）で、その値は、図 2 7 の t_7 時点から t_8 時点間の変化で示すようにテーリング係数値（第 1 補正係数） K_1 の関数として徐々にリタード量が大きくなるような値に設定され、 t_8 時点で最大リタード量に設定される。そして、後期リーンモードへの移行を完了すると（図 2 7 の t_8 時点以降）、 $R_1(K_1)$ はリタード量 0 に設定される。このように、後期リーンモードに移行させるタイミング（図 2 7 の t_8 時点）に近づくに従って点火時期のリタード量を大にして、エンジン出力を調整して、後期リーンモード制御の開始による出力の急変を防止する。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、ステップ S 4 8 が実行され、前期噴射モードによるエンジン制御が行われる。

なお、移行要求が判別される前の制御モードが前期リーンモードであったことが図 1 8 のステップ S 4 2 にお

いて判別されると（判別結果が肯定の場合）、ＥＣＵ７０はステップＳ４３，４４を実行するが、両ステップＳ４３、Ｓ４４は、前期リーンモードから後期リーンモードへの移行時に実行されるものであって、その詳細は後述する。

S-F/Bモードから後期リーンモードへの移行制御中、テーリング係数値K1が増加して仮目標空燃比補正係数値K_{aft}が判別値X_{af}を下回ると、図17のステップS34の判別結果が肯定となり、前述したステップS40，S46およびS47を実行することなく、ステップS36に進む。この結果、目標空燃比補正係数値K_{af}は最早S-F/Bモード制御時の値に保持されることはなく、仮目標空燃比補正係数値K_{aft}に設定され（K_{af}=K_{aft}）、これに伴って、燃料噴射終了期間T_{end}および点火時期T_{ig}は、後期リーンモードで算出した値がそのまま使用される。この場合、図27のt8時点に示す補正係数値の変化から判るように、目標空燃比補正係数値K_{af}は、S-F/Bモードにおいて理論空燃比近傍の値に対応するそのモードに好適な値から、後期リーンモードに適合しかつリッチ失火の虞がない値にステップ状に一気に変化し、この時点で制御が後期リーンモードに移行する。すなわち、モード移行制御中に点火時期調整により徐々に調整されたエンジン出力が、後期リーンモード制御でのリッチ失火限界の空燃比略20で得られる出力と略同じになると、目標空燃比を後期リーンモードでのリッチ失火限界空燃比に一気に急変させることにな

る。これに伴って、噴射終了期間 T_{end} および点火時期 T_{ig} も後期リーンモード制御に好適な値に変化させる(図 27 の t_8 時点)。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、図 16 のステップ S 2 2 が実行され、後期リーンモードによるエンジン制御が行われる。

テーリング係数値 K_1 が除々に増加して値 1.0 に到達すると、S-F/B モードから後期リーンモードへの移行が完了したことになり、以後前述した図 16 のステップ S 2 0 における判別結果が肯定 (Yes) となる。この場合、ステップ S 2 1 において前期モード制御への移行のための準備を実行した後、ステップ S 2 2 で後期リーンモードによるエンジン制御が行われ、ステップ S 2 1, S 2 2 が繰り返し実行されることになる。

次に、後期リーンモードから前期リーンモードへの移行制御について説明する。

エンジン運転状態が変化して、後期リーンモードから前期リーンモードへの移行要求があると、前述した図 14 のステップ S 6 においてテーリング係数 K_2 が、図 26 に示されるように値 0 に設定される(図 28 の t_{20} 時点)。このような場合、ECU 70 は図 15 のステップ S 1 0 で前期モードを判定した後、ステップ S 1 4 を実行し、前述した S-F/B モード制御への移行時と同じようにして各種燃焼パラメータ値 P_e , K_{af} , T_{ig} , T_{end} , L_{egr} , E_v 等を演算する。

なお、前期リーンモード制御への移行制御中には、前

述の S - F / B モード制御時と同様に図 6 に示す切換スイッチ 70a, 70b は、後述する所定のタンミングで前期モード側に切り換えられ、目標平均有効圧 P_e は第 2 算出マップである目標平均有効圧マップ 70r に基づき、吸気管圧 P_b とエンジン回転数 N_e とに応じて演算される。また、目標平均有効圧 P_e が算出されると、この目標平均有効圧 P_e のデータは、目標空燃比算出マップ 70j、噴射終了時期設定手段 70m、点火時期設定手段 70n、EGR量設定手段 70p にそれぞれ供給され、前期リーンモードの運転状態に応じたマップを使用して目標 A / F, T_end, T_ig, L_egr が演算される。また、目標平均有効圧 P_e データに基づき E_v が演算される。

上述のように各種の燃焼パラメータ値等の算出が終わると、図 19 のステップ S 50 に進み、テーリング係数 K_2 が値 1.0 であるか否かを判別する。このテーリング係数 K_2 は、前述した通り、前期リーンモードへの移行要求直後であるから、値 0 に設定されており、従って、ステップ S 50 の判別結果は NO であり、ステップ S 51 以降のステップを実行して後期リーンモードから前期リーンモードへの移行処理を行う。

ステップ S 51 では、後期リーンモードから S - F / B モードへの移行制御の場合と同様にして無効期間カウンタ T_{d2} が値 0 であるか否か、すなわち、カウンタ T_{d2} の初期値 $f_2(N_e, P_e)$ に対応する無効期間が経過したか否かを判別する。カウンタ T_{d2} の初期値 $f_2(N$

e, Pe) は、前述した図 16 のステップ S 2 1 の実行によって設定されており、モード移行要求直後には初期値 $f_2 (Ne, Pe)$ に等しい。従って、ステップ S 5 1 の判別結果は否定になり、ステップ S 5 2 に進んでカウンタ値 T_{d2} から所定値 ΔT_{d2} を減算し、ステップ S 5 3 においてテーリング係数値 K_2 を値 0 に設定し直す。そして、これらのステップ S 5 2, 5 3 は上記無効期間(図 28 に示す t_{20} 時点から t_{21} 時点までの期間)が経過するまで繰り返し実行され、その間、テーリング係数値 K_2 は値 0 に保持されることになる。

次いで、ECU 70 はステップ S 5 5 およびステップ S 5 7 を実行して、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率 E_v を前述した式(F3), (F4)によりそれぞれ演算する。仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率値 E_v は、係数値 K_2 が値 0 である期間(図 28 に示す t_{20} 時点から t_{21} 時点の無効期間)では前回値、すなわち後期リーンモード処理で最後に算出した値に保持され、係数値 K_2 の値が増加すると K_2 値に応じた重み付けて設定される値に設定され、係数値 K_2 が値 1.0 に到達すると、前期リーンモード処理で算出される値に設定されることになる。テーリング係数値 K_2 の上述のような変化により、モード移行時の目標空燃比補正係数値 K_{af} および体積効率 E_v は、図 28 に示すように、 t_{21} 時点から t_{24} 時点までは線形的に徐々にその値を変化させ、 t_{24} 時点以降は前期リーンモードによって算出される値に保持されることになる。

次に、ECU70は、図20の前述したステップS60において、ブースト圧遅れカウンタ値CNT2を判別して、ブースト圧遅れカウンタ値CNT2が未だ値0にカウントダウンされていない場合（ステップS60の判別結果が否定）には、ステップS61を実行して目標平均有効圧Peを値Pe'に書き換え、後期リーンモードによって最後に算出された値を所定期間（図28に示すt20時点からt22時点までの期間）に亘って保持する。このブースト圧遅れカウンタ値CNT2によって、目標平均有効圧Peを算出するマップの切り換えを遅らせる。なお、初期値XN2に対応する期間は、エンジンによっては前述したS-F/Bモードでの設定値と異なる値に設定してもよい。

ステップS60の判別結果が肯定の場合（ブースト圧遅れ期間が経過した場合）、以後の前期リーンモード制御には図6の目標平均有効圧マップ70rから算出した値が使用されることになる（図27のt22時点以降）。

次に、ステップS62に進み、上式(F3)で演算した仮目標空燃比補正係数値K_{aft}が値X_{af}よりも小であるか否かを判別し、目標空燃比補正係数値K_{af}が値X_{af}よりも小さければ、仮目標空燃比補正係数値K_{aft}が値X_{af}に到達するまで（図28に示すt23時点まで）、目標空燃比補正係数値K_{af}をテーリング係数K₂に応じた値、すなわち仮目標空燃比補正係数値K_{aft}に設定する（ステップS63）。そして、後期リーンモード制御を実行するために、点火時期T_{ig}を後期リーンモードによって

算出した最後の値 $T_{ig'}$ に保持し(ステップ S 6 4)、噴射終了期間 T_{end} も、後期リーンモードによって算出した最後の値 $T_{end'}$ に保持される(ステップ S 6 5)。

このように各燃焼パラメータ値を設定し直した後、前述した図 16 のステップ S 2 2 が実行され、後期噴射モードでのエンジン制御が行われる。

ここまで後期リーンモードから S-F/B モードへの移行制御の場合と同じであるが、後期リーンモードから前期リーンモードへの移行制御では、テーリング係数値 K_2 が増加して仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を超えると、S-F/B モードへの移行制御と異なる制御が以下のようにして実行される。

すなわち、前期リーンモードでは、空燃比を理論空燃比よりもリーン側でかつ後期リーンモードでのリッチ失火限界よりもリッチ側の値に設定することができる。このため、空燃比を調整することによってエンジン出力の制御を行うことができ、移行時の出力の急変を防止することができる。そこで、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を超え、ステップ S 6 2 の判別結果が否定になると、ステップ S 6 6 に進んで、前期リーンモードであることを判別した後、ステップ S 6 8 およびステップ S 6 9 が実行され、目標空燃比補正係数値 K_{af} および点火時期 T_{ig} が算出される。目標空燃比補正係数値 K_{af} は、前述した仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} に書き換えられ、点火時期 T_{ig} は次式(F9)によって演算される値に置き換えられる。従って、目標空燃比補正係数値 K_{af} は、

仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が前述の判別値 X_{af} を超えるても、テーリング係数値 K_2 に応じた値に設定され、図 28 に示すように引続き漸増し、 K_2 値が値 1.0 に到達した時点で前期リーンモードによって算出した値に移行することになる。

$$T_{ig} = (1 - K_2) * T_{ig'} + K_2 * T_{ig} \quad \dots(F9)$$

また、前期リーンモードへの移行制御では、S-F/B モードへの移行制御に用いたリタード量 $R_2(K_2)$ の設定はなく、点火時期 T_{ig} はテーリング係数値 K_2 に応じた値に設定される。前期リーンモードへの移行制御では S-F/B モードへの移行制御の場合とは異なり、出力の急変が空燃比の調整で防止できるからである。従って、点火時期 T_{ig} は、図 28 に示されるように、 t_{23} 時点で急変し、以後除々に前期リーンモード制御に好適な値に向かって変化し、 t_{24} 時点およびそれ以降の前期リーンモードへの移行完了状態では前期リーンモードで算出した値に設定され。

また、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を超えると、前述のステップ S 6 5 が実行されないために、噴射終了期間 T_{end} は、前期リーンモード処理で算出した値がそのまま使用される。以上の結果、前期リーンモードへの移行制御では、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を超えた時点で、前期リーンモード制御が実行され、その時点で噴射終了期間 T_{end} は、前期リーンモードで算出した値に直ちに移行し（図 28 の t_{23} 時点以降）、点火時期 T_{ig} は、テーリング係数値 K_2 に従

って徐々に増加することになる（図28のt23時点からt24時点間）。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、図18のステップS48が実行され、前期噴射モードによるエンジン制御が行われる。

テーリング係数値K2が除々に増加して値1.0に到達すると、図19のステップS50における判別結果が肯定（Yes）となり、ステップS58が実行される。このステップS58では現在の制御モードが前期リーンモードであると判別されるため、ECU70は、図22のステップS80において後期リーンモード制御への移行またはS-F/Bモード制御への移行のための準備を行う。移行の準備としては、移行のための制御変数の初期値の設定、及び現在制御モードで算出された各種補正係数値Kafや燃焼パラメータ値Tig、Tend、EV、目標平均有効圧Pe等を記憶しておく。移行のための制御変数としては、無効期間カウンタTd1と後述するEGR遅延カウンタCNT3があり、前者のカウンタTd1には初期値として目標平均有効圧Peとエンジン回転数Neとに応じて設定される値f1(Ne, Pe)が、後者のカウンタCNT3には値XN3がそれぞれ初期値として設定される。これらの移行制御変数等は、前期リーンモードによる制御が繰り返され、ステップS80が繰り返し実行されると、その都度新しい値に更新される。なお、このステップS80では、前述したS-F/Bモードから後期リーンモードへの移行制御時に使用したEGR遅

延カウンタ C N T 1 の初期値の設定は行われない。

ステップ S 8 0 での制御変数等の初期値の設定が終わると、ステップ S 8 2 に進み、S - F / B モードから前期リーンモードへの移行制御に使用するテーリング係数値 K S が値 1.0 であるか否かを判別する。現在は前期リーンモードへの移行が完了して前期リーンモードによる制御が行われているので、係数値 K S は値 1.0 であり、ステップ S 8 4 および S 8 6 を飛び越して前述した図 18 のステップ S 4 8 に進み、前期噴射モードによる制御が実行される。なお、飛び越したステップ S 8 4 および S 8 6 は、S - F / B モードから前期リーンモードへの移行制御時に実行されるものでその詳細については後述する。

次に、前期リーンモードから後期リーンモードへ移行する場合の移行制御について説明する。

前期リーンモード制御中にエンジン運転状態が変化して後期リーンモードへの移行要求があったことが図 14 のステップ S 1 で判別されると（図 28 の t25 時点）、ステップ S 2 においてテーリング係数 K 1 に値 0 が設定される。そして、図 15 のステップ S 1 0 で現在のエンジン運転状態が後期モードに対応することが判別されると、前述したステップ S 1 2 で各種燃焼パラメータ値等の演算を行った後、K 1 が値 1.0 に等しいか否かが図 16 のステップ S 2 0 で判別される。後期リーンモードが判別された直後ではテーリング係数値 K 1 が値 0 であるので、ステップ S 2 0 の判別結果は否定となり、ステッ

ステップ S 2 4 以降のステップを実行して前期リーンモードから後期リーンモードへの移行処理を行う。

ステップ S 2 4 では、無効期間カウンタ T_{d1} が値 0 であるか否か、すなわち、カウンタ T_{d1} の初期値 $f_1(N_e, P_e)$ に対応する無効期間が経過したか否かを判別する。カウンタ T_{d1} の初期値 $f_1(N_e, P_e)$ は、移行直前の前期リーンモード制御時に前述した図 2 2 のステップ S 8 0 の実行によって設定されており、モード移行直後にこのステップ S 2 4 が実行された時点でのカウンタ値 T_{d1} は、この初期値 $f_1(N_e, P_e)$ に等しい。従って、ステップ S 2 4 の判別結果は否定になり、ステップ S 2 5 に進んでカウンタ値 T_{d1} から所定値 ΔT_{d1} を減算し、ステップ S 2 6 においてテーリング係数値 K_1 を値 0 に設定し直す。そして、これらのステップ S 2 5, 2 6 は上記無効期間が経過するまで(図 2 8 の t_{26} 時点まで)繰り返し実行され、その間、テーリング係数値 K_1 は値 0 に保持されることになる。

次いで、ECU 7 0 はステップ S 2 8 および図 1 7 のステップ S 3 0 を実行して、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率 E_v を、前述した S-F/B モードから後期リーンモードへの移行制御時と同様に前式(F6), (F7)によりそれぞれ演算する。この場合、前式(F6), (F7)中の $K_{af'}$ および $E_{v'}$ は、それぞれ前期リーンモード処理で最後に算出した目標空燃比補正係数値および体積効率であり、前述した図 2 2 のステップ S 8 0 を最後に実行したときに $K_{af'}$ 値および $E_{v'}$ 値として記憶した

ものである。

従って、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} および体積効率値 E_v は、係数値 K_1 が値 0 である期間（図 28 に示す t_{25} 時点から t_{26} 時点の無効期間）では、前回値、すなわち前期リーンモード制御用に最後に算出した値に保持され、係数値 K_1 の値が増加すると K_1 値に応じた重み付けで設定される値に設定され、係数値 K_1 が値 1.0 に到達すると後期リーンモード制御時に設定される値に設定される。テーリング係数値 K_1 の上述のような変化により、モード移行時の目標空燃比補正係数値 K_{af} および体積効率 E_v は、図 28 の t_{26} 時点から t_{29} 時点間に示すように線形的に徐々にその値を変化させ、 t_{29} 時点以降は後期リーンモード処理によって設定される値に保持されることになる。

次に、ECU 70 は、図 17 のステップ S 3 1において、EGR 遅延カウンタ CNT 1 が値 0 までカウントダウンしたか否かを判別する。このカウンタ CNT 1 は、後期リーンモードにおける EGR 制御を遅らせる目的で設けられたもので、前期リーンモードから、大量の EGR を導入する後期リーンモードへの移行制御中の EGR 過多を防ぐ。EGR 遅延カウンタ値 CNT 1 が未だ値 0 にカウントダウンされていない場合には、ステップ S 3 2 を実行して EGR バルブ 45 の弁開度 L_{egr} を値 L_{egr}' に書き換え、前期リーンモード制御時に最後に設定した値を所定期間（カウンタの初期値 XN 1 に対応する期間であり、図 28 に示す t_{25} 時点から t_{28} 時点までの期

間)に亘って保持する。初期値 X_{N1} に対応する期間は、EGR量を後期リーンモードに適合する値に移行させるのを遅らせることを考慮して設定されている。ステップ S31 の判別結果が肯定の場合 (EGR遅延期間が経過した場合)、前述のステップ S32 はスキップされ、以後の後期リーンモード制御には図 6 の EGR量設定手段 70p により算出した値が使用されることになる (図 28 の t28 時点以降)。

次いで、ステップ S34 に進み、前式(F6)で演算した仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が値 X_{af} より小であるか否かを判別して、後期リーンモードを開始してもよいか否かを判別する。ステップ S34 の判別結果が否定で、目標空燃比補正係数値 K_{af} が値 X_{af} 以上であれば前期リーンモード制御が引き続き実行される。すなわち、ステップ S34 の判別結果が否定である期間、すなわち仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が値 X_{af} に到達するまでは (図 28 に示す t26 時点から t27 時点まで)、図 18 のステップ S40において、ECU70 は、噴射終了期間 T_{end} を前期リーンモードによって算出した最後の値 T_{end}' に書き換え、この値に保持する (図 28 に示す t26 時点から t27 時点までの期間)。そして、移行要求が判別される前の制御モードが前期リーンモードであったかあるいは S-F/B モードであったかを判別するために、移行要求判別直前に設定し記憶した補正係数値 $K_{af'}$ が値 1.0 よりも小であるか否かを判別する。

前期リーンモードからの移行制御中であるから、ステ

ップ S 4 2 の今回の判別結果は肯定となり、ステップ S 4 3において、目標空燃比補正係数値 K_{af} は仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} に書き換えられる。そして、点火時期 T_{ig} は、テーリング係数値に応じて、次式(F10)によって演算される値に置き換える。この結果、目標空燃比補正係数値 K_{af} および点火時期 T_{ig} は、図 2 8 の t_{26} 時点から t_{27} 時点に示すように、テーリング係数値 K_1 に応じて徐々に変化する。

$$T_{ig} = (1 - K_1) * T_{ig'} + K_1 * T_{ig} \quad \dots(F10)$$

なお、S-F/B モードから後期リーンモードへの移行時にはリタード量 $R_1(K_1)$ を設けて、移行時に伴う出力の急変を防止したが、上式(F10)には、リタード量 $R_1(K_1)$ が含まれていない。前期リーンモードから後期リーンモードへの移行の場合には、空燃比の調整によって出力制御が行われており、従ってリタード量 $R_1(K_1)$ による補正は必要がなく、点火時期 T_{ig} はテーリング係数値 K_1 に応じた値に設定される。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、ステップ S 4 8 が実行され、前期噴射モードによるエンジン制御が行われる。

テーリング係数値 K_1 が増加して、仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} が判別値 X_{af} を下回ると、図 1 7 のステップ S 3 4 の判別結果が肯定となり、前述したステップ S 4 0 および S 4 4 が実行されることなく、ステップ S 3 6 に進む。この結果、目標空燃比補正係数値 K_{af} は仮目標空燃比補正係数値 K_{aft} に設定され ($K_{af} = K_{aft}$)、

これに伴って、燃料噴射終了期間 T_{end} および点火時期 T_{ig} は、後期リーンモード処理で算出した値がそのまま使用される。この場合、噴射終了期間 T_{end} および点火時期 T_{ig} は、図 28 の t_{27} 時点に示す変化から判るように、後期リーンモード制御に好適な値にステップ状に変化する。

このように各燃焼パラメータ値を設定した後、図 16 のステップ S 22 が実行され、後期噴射モードによるエンジン制御が行われる。

テーリング係数値 K_1 が除々に増加して値 1.0 に到達すると、後期リーンモードへの移行が完了したことになり、以後前述した図 16 のステップ S 20 における判別結果が肯定 (Yes) となり、ステップ S 21 において前期モード制御への移行のための準備を実行した後、ステップ S 22 の後期噴射モードによるエンジン制御が行われ、以後、ステップ S 21, S 22 が繰り返し実行される。

次に、前期リーンモードから S-F/B モードに移行する場合の移行制御について説明する。モード移行要求があると、前述した図 14 のステップ S 8 においてテーリング係数 K_L が、図 26 に示されるように値 0 に設定される (図 29 の t_{30} 時点)。このような場合、ECU 70 は、図 15 のステップ S 10 において前期モードを判別した後、ステップ S 14 に進み、前述した各種燃焼パラメータ値 P_e , K_{af} , T_{ig} , T_{end} , L_{egr} , E_v 等を演算する。

各種の燃焼パラメータ値等の算出が終わると、図 19 のステップ S 5 0 に進み、テーリング係数 K 2 が値 1.0 であるか否かを判別する。このテーリング係数値 K 2 は、今回ループが前期リーンモードから S - F / B モードへの移行要求直後のループであるから、値 1.0 である筈であり、ステップ S 5 0 の判別結果は肯定となってステップ S 5 8 に進む。次にステップ S 5 8 において S - F / B モードであることを判別した後、ECU 7 0 は図 21 のステップ S 7 0 に進み、前述した後期リーンモード制御への移行または前期リーンモード制御への移行のための準備を行う。そして、移行の準備を終えた後、ステップ S 7 2 に進む。

S - F / B モードへの移行要求が判別された直後においては、テーリング係数値 K L は値 0 に設定されたばかりであるから、ステップ S 7 2 の判別結果は否定であり、ステップ S 7 3 において体積効率 E v を、次式(F11)に基づき演算する。

$$E v = (1 - K L) * E v' + K L * E v \quad \dots(F11)$$

上式(F11)は、前述した式(F4)に類似しており、E v' は、前期リーンモード制御において最後に算出した体積効率であり、前述した図 22 のステップ S 8 0 を最後に実行したときに E v' 値として記憶したものである。上式の右辺最終項の E v は今回の S - F / B モード処理で算出された値である。

従って、体積効率値 E v は、係数値 K L の値が増加すると K L 値に応じた重み付けで設定される値に設定され、

また、係数値 K_L が値 1.0 に到達すると S-F/B モード処理で算出される値に設定されることになる。テーリング係数値 K_L の上述のような変化により、モード移行時の体積効率 E_v は、図 29 の t_{30} 時点から t_{32} 時点間に示すように線形的に徐々にその値を変化させ、 t_{32} 時点以降は S-F/B モードによって算出される値に保持されることになる。

次に、ECU70は、図21のステップS74において、EGR遅延カウンタCNT3が値0までカウントダウンしたか否かを判別する。このカウンタCNT3は、S-F/B モードにおけるEGR制御を遅らせる目的で設けられたもので、これによってモード移行時の制御の安定化が図られる。なお、カウンタ値CNT3は、前期リーンモード制御が繰り返し実行されると、前述した図22のステップS80においてその都度、初期値XN3に設定し直され、また、クランク角センサ17が所定のクランク角位置を検出する毎に、図25に示すクランク割り込みのルーチンのステップS100が実行されてカウントダウンされている。

ステップS74の判別結果が否定、すなわち、EGR遅延期間（図29の t_{30} 時点から t_{31} 時点間で示す、初期値XN3に対応する期間）が経過していなければEGRバルブ45の弁開度 L_{egr} は前回値、すなわち、S-F/B モードへの移行判別の直前に実施した前期リーンモード制御時の値 $L_{egr'}$ に設定される。この値 $L_{egr'}$ は、前述した図22のステップS80の実行の都度記憶し更

新したものである。ステップ S 7 4 の判別結果が肯定、すなわち初期値 X N 3 に対応する期間が経過すると（図 2 9 の t31 時点以降）、弁開度 L egr は、S - F / B モードによって算出される値に設定され、設定された弁開度 L egr に基づいて E G R バルブ 4 5 の弁開度が制御される。

なお、前期リーンモードから S - F / B モードへの移行は、同じ前期噴射モードでの移行であり、目標平均有効圧 P e を算出するマップは同じマップが使用される（図 2 9 参照）。また、アクセルペタルの踏込みにより運転者の出力増大要求が想定されるので、目標空燃比補正係数値 K af、燃料噴射終了期間 T end 、および点火時期 T ig は、モード移行要求が判定された t30 時点で直ちに、S - F / B モードによって算出されたそれぞれの値に切り換えられる（図 2 9 参照）。

このように各種燃焼パラメータ値を演算した後、前述した図 1 8 のステップ S 4 8 に進み、前期噴射モードによる制御が実行される。

最後に、S - F / B モードから前期リーンモードに移行する場合の移行制御について説明する。この場合、E C U 7 0 は、モード移行要求があると、図 1 4 のステップ S 6 の実行によってテーリング係数値 K S を、図 2 6 に示す制御ルールに従って値 0 に設定する。そして、図 1 5 のステップ S 1 0 において前期モードを判別した後、ステップ S 1 4 において各種燃焼パラメータ値等を演算し、図 1 9 のステップ S 5 0 に進む。ステップ S 5 0 で

はテーリング係数値 K_2 が値 1.0 であるか否かを判別するが、今回ループは、S-F/B モードから前期リーンモードへの移行要求を判別した直後であるから、係数値 K_2 は値 1.0 である筈であり、ステップ S 5 0 での判別結果は肯定となってステップ S 5 8 に進む。このステップ S 5 8 では前期リーンモードによる制御が要求されていることが判別されて、図 2 2 のステップ S 8 0 が実行される。ステップ S 8 0 では、前述した通り、後期リーンモード制御への移行または S-F/B モード制御への移行の準備のために、移行のための制御変数の初期値の設定、及び現在制御モードで算出された各種補正係数値 K_{af} や燃焼パラメータ値 T_{ig} 、 T_{end} 、 E_V 、目標平均有効圧 P_e 等を記憶しておく。

ステップ S 8 0 での制御変数等の初期値の設定が終わると、ステップ S 8 2 に進み、S-F/B モードから前期リーンモードへの移行制御時に使用するテーリング係数値 K_S が値 1.0 であるか否かを判別する。今回ループは、前期リーンモードへの移行要求が判別された直後であり、テーリング係数値 K_S は値 0 に設定されたばかりであるから、ステップ S 8 2 の判別結果は否定になる。ECU 7 0 は、ステップ S 8 2 の判別結果が否定である場合、ステップ S 8 4 およびステップ S 8 6 を繰り返し実行し、ステップ S 8 4 では体積効率 E_V を、次式(F12)に基づき演算する。

$$E_V = (1 - K_S) * E_{V'} + K_S * E_V \quad \dots(F12)$$

上式(F12) は、前述した式(F11) や式(F4)に類似してお

り、 E_v' は、S-F/B モードによって最後に算出した体積効率であり、前述した図 2 1 のステップ S 7 0 を最後に実行したときに E_v' 値として記憶したものである。上式の右辺最終項の E_v は今回前期リーンモード処理によって算出した値である。

従って、体積効率値 E_v は、係数値 K_S の値が増加すると K_S 値に応じた重み付けで設定される値に設定、係数値 K_S が値 1.0 に到達すると、前期リーンモード処理によって算出される値に設定されることになる。テーリング係数値 K_S の上述のような変化により、モード移行時の体積効率 E_v は、テーリング係数値 K_S が値 0 から値 1.0 に変化する期間に亘り、図 2 9 の t34 時点から t35 時点間に示すように線形的に徐々にその値を変化させ、t35 時点以降は前期リーンモードによって算出される値に保持されることになる。

次に、ステップ S 8 6 では目標空燃比補正係数値 K_{af} 、点火時期 T_{ig} 、および噴射終了期間 T_{end} がそれぞれ S-F/B モード処理で最後に算出した値 K_{af}' 、値 T_{ig}' 、および値 T_{end}' に設定され、テーリング係数値 K_S が値 1.0 になるまで、それらの値が保持される（図 2 9 の t34 時点から t35 時点間）。

$$K_{af} = K_{af}'$$

$$T_{ig} = T_{ig}'$$

$$T_{end} = T_{end}'$$

このように、S-F/B モードから前期リーンモードへの移行時には、テーリング係数値 K_S が値 0 から値 1.0

になるまでの期間、引き続き S - F / B モードでエンジン制御が行われ、テーリング係数値 K_S が値 1.0 になつた時点で、目標空燃比補正係数値 K_{af} 、点火時期 T_{ig} および燃料噴射終了時期 T_{end} が前期リーンモードでの値へ切り換えられ、その時点で前期リーンモード制御への移行が完了することになる。S - F / B モードから前期リーンモードへの移行制御には、切換ショックの防止という観点からは、これら燃焼パラメータ値をテーリング係数値に応じて徐々に変化させてもよいが、徐々に変化させると切換時に排ガス特性（特に NO_x 排出量）を悪化させる虞があるので、この実施例では、体積効率 E_v を徐々に変化させることによって切換ショックを防止することにし、体積効率 E_v が前期リーンモードに適合する値に到達した時点（テーリング係数値 K_S が値 1.0 に到達した時点）で、目標空燃比補正係数値 K_{af} 、点火時期 T_{ig} および燃料噴射終了時期 T_{end} が一気に S - F / B モードに適合する値から前期リーンモードに適合する値に切り換えるようにして、 NO_x 等の発生を最少限に抑える。

なお、この S - F / B モードから前期リーンモードへの移行制御時には、EGR バルブ 4 5 の弁開度 L_{egr} は、モード移行要求の判定と同時に、前期リーンモードによる算出値に設定されている（図 29 の t34 時点参照）。空燃比を理論空燃比近傍に制御する S - F / B モード制御時には図 1 に示す三元触媒 4 2 によって窒素酸化物 NO_x の排出が抑制されるが、空燃比が理論空燃比よりも

希薄側のリーン空燃比（例えば空燃比 2.2）でリーン燃焼させる場合には、排気ガスを早い時期に大量にエンジン 1 に導入させた方がよく、従って、EGR バルブ 45 の弁開度 L_{egr} の変更は、モード移行要求の判定と同時に行われる。

このようにして各種燃焼パラメータ値等の設定が終わると、ECU 70 は図 18 のステップ S48 に進み、前期噴射モードによるエンジン制御を実行する。

上述の実施例では、図 27 ないし図 29 に示すタイミングチャートの比較から明らかなように、目標平均有効圧 P_e を算出するマップを切り換える際に、後期リーンモードから前期噴射モードに切り換える場合には、無効期間（XN2 に対応する期間）を設け、吸気管圧 P_b の応答遅れの解消を待って切り換えたが、前期噴射モード（S-F/B モードまたは前期リーンモード）から後期リーンモードへの移行時にはモードの移行を判別した時点で直ちに切り換えている。後期リーンモード制御時には EGR バルブ 45 や ABV27 を開弁して大量の排気ガスおよびバイパス空気がエンジン 1 に供給され、全体空燃比を極めて大きい値（例えば 3.0 ~ 3.5）に設定される。そして、EGR 量や新気吸入空気量に関係なく燃料噴射量を調整することによりエンジン 1 の出力制御がおこなわれる所以、検出遅れのある吸気管圧 P_b 等のパラメータとは異なり、スロットルバルブ 28 の弁開度 θ_{th} を検出することによって遅れなく運転者の運転意図が制御に反映され、応答性のよいエンジン制御を行うことが

できる。

本実施例の制御装置の作動および利点を以下に列記する。

(1) 燃焼室内の燃焼状態に影響を与えるパラメータ値の少なくとも一つを、エンジン運転状態に応じて、切換前モードに適合する値から切換後モードに適合する値に、切換前後のモードに応じたタイミングで変化させることにより、切換ショックを効果的に防止する。

(2) 第1モード(前期モード)による燃料噴射を行って加速運転や中高負荷時のようなエンジン出力が要求される運転性能を確保する一方、第2モード(後期モード)による燃料噴射を行って低負荷運転時の排気ガス特性および燃費特性の向上を図る。

(3) モード切換要求があった時点から所定期間が経過したときにパラメータ値を切り換えて、切換ショックを正確に防止する。

(4) モード切換時の特定のパラメータ値を、仮補正係数値に基づいて、切換前のモードに適合する値から切換後のモードに適合する値に所定の期間に所定の変化割合で徐々に変化させつつ、この仮補正係数値に応じて他のパラメータ値も切り換えることにより、その他のパラメータ値の切換タイミングを特定パラメータ値の変化と対応させることができ、正確かつ切換ショックのない制御をより容易に実現する。

(5) モード切換要求があった時点から切換ショック防止に好適な期間だけ仮補正係数値の設定を遅らせつつ、

仮補正係数値を第1所定値から第2所定値に変化させて、正確な切換制御を行う。第1所定値から第2所定値への変化に要する期間を切換前後のモードに応じて設定して、肌理細かい切換制御を行う。

(6) 燃焼室内の燃焼状態に最も影響を大きく与える燃料噴射量を特定のパラメータとして選択し、仮補正係数値によって定まるタイミングで燃料噴射量を切り換えて、切換ショックを防止する。

例えば、第2モードから第1副モードへの切換中、仮補正係数値が基準値（例えばリッチ失火限界値）に到達するまでは、燃料噴射量を、仮補正係数値に応じて第2モードに適合する値から第1副モードに適合する値（略理論空燃比に対応する値）に向かって徐々に切り換え、また、仮補正係数値が基準値に到達した時点で第1副モードに適合する値に急変させる。仮補正係数値がリッチ失火限界値に到達すると、第2モードでエンジンを制御すれば失火の虞があるので、第1副モードに移行させる。

逆に第1副モードから第2モードに切り換えられたとき、仮補正係数値が基準値に到達するまでは、燃料噴射量を、第1副モードに適合する値に保持し、仮補正係数値が基準値に到達した時点で、第1副モードに適合する値と第2モードに適合する値との間の、仮補正係数値に応じた中間値に切り換え、その後は中間値から切換後の第2モードに適合する値に向かって仮補正係数値に応じて徐々に切り換える。

(7) 或いは、燃料噴射量と他のパラメータ値とを仮

補正係数値によって対応付けたタイミングで切り換えて、切換ショックを防止する。

例えば、第1モードと第2モードとの間でのモード切換中、仮補正係数値が所定値に到達した時点で、燃料噴射終了時期を、切換前のモードに適合する値から切換後のモードに適合する値に切り換える。また、仮補正係数値によって燃料噴射量と対応付けたタイミングで、燃料噴射終了時期を切り換える。

第2モードから第1モードへの切換中、点火時期を、仮補正係数値が基準値に到達するまでは第2モードに適合する値に保持し、仮補正係数値が基準値に到達した時点で第2モードに適合する値と第1モードに適合する値との間の仮補正係数値に応じた中間値に切り換え、その後は中間値から第1モードに適合する値に向かって徐々に切り換える。

逆に、第1モードから第2モードへの切換中、点火時期を、仮補正係数値が基準値に到達するまでは第1モードに適合する値から第2モードに適合する値に向かって仮補正係数値に応じて徐々に変化させ、仮補正係数値が基準値に到達した時点で第2モードに適合する値に切り換える。

(8) 第2モードによる制御時には点火時期が常に最適値に設定され、従って、極めてリーンな空燃比状態でも燃焼可能であり、点火時期を進角しても遅角してもエンジン出力は減少してしまう。換言すれば、第2モード制御時には点火時期を調節してエンジン出力を調整する

ことはできない。一方、第1モード制御時では、点火時期調節によるエンジン出力調整が可能である。

そこで、第1モードでは、空燃比を第2モードでの設定値よりも燃料過濃側の値に設定してエンジン出力を増大させる一方、点火時期の遅角制御によってエンジン出力を調整する。例えば、補正リタード量を、第2モード（空燃比が極めてリーンに設定される運転状態）から第1副モード（略理論空燃比で運転される状態）への切換中、仮補正係数値が基準値に到達した時点で最大リタード値に設定し、その後、最大リタード値から仮補正係数値に応じて0に向かって徐々に減少させる。そして、この補正リタード量により点火時期を更に補正して切換ショックを防止する。

逆に、第1副モードから第2モードへの切換え中、補正リタード量を、仮補正係数値に応じて0から徐々に増加させ、仮補正係数値が基準値に到達した時点で最大リタード値に設定し、その後0に設定する。そして、この補正リタード量により点火時期を更に補正して第1副モードのエンジン出力を点火時期の遅角制御で徐々に制限し、第2モードへ円滑に切換える。

(9) 有効吸気パラメータ値に基づいて燃料噴射量を設定する場合、第1モードと第2モードとの間でのモード切換中、有効吸気パラメータ値を、切換前のモードに適合する値から切換後のモードに適合する値に向かって仮補正係数値に応じて徐々に変化させる。これにより、有効吸気パラメータ値を仮補正係数値に応じて設定され

る燃料噴射量と対応付けて、燃焼室内の燃焼状態をスムーズに移行させて切換ショックを防止する。

(10) 燃焼状態を変化させるべく排気ガス再循環量を変化させるには、EGRバルブ開度を変化させる。しかし、排気ガス再循環量変化には、EGRバルブ変化に対する応答遅れを伴う。そこで、モード切換時には、排気ガス量を、モード切換が要求された時点で切換前のモードに適合する値から切換後のモードに適合する値に直ちに切り換えて、上述の応答遅れを可能な限り小にする。

例えば、第1副モードから第2副モードへの切換の場合、排ガス特性（特に、NO_x）の向上の観点から、切換要求があった時点で、排気ガス循環量を第2副モードに適合する値に切り換える。

但し、第1副モード（略理論空燃比状態でのエンジン運転）から、排気ガス特性の向上を目的に大量の排気ガスを再循環させる第2モードへのモード切換に際しては、モード移行時の排気ガス循環量の過多状態ひいては切換ショックを防止するため、排気ガス量を、モード切換時点から所定期間経過後に第2モードに適合する値に切り換える。

(11) 第1副モードから第2副モード（理論空燃比より燃料希薄側の空燃比でのエンジン運転）への切換の場合、切換ショックを防止する観点からはパラメータ値を徐々に変化させることが好ましい。しかし、排気ガス特性に悪影響を与えないためには、切換ショックの発生の虞がない時点でパラメータ値を一気に変化させた方が

好ましい場合がある。

そこで、第1副モードから第2副モードへの切換時、燃料噴射量を、仮補正係数値が第2所定値に到達するまでは第1副モードに適合する値（略理論空燃比に対応する値）に保持し、仮補正係数値が第2所定値に到達して切換ショック発生の虞がない時点で、第2副モードに適合する値（リーン空燃比に対応する値）に切り換える。例えば、有効吸気パラメータ値に基づいて燃料噴射量を設定する場合、第1副モードと第2副モード間でのモード切換中、有効吸気パラメータ値を、切換前のモードに適合する値から切換後のモードに適合する値に向かって仮補正係数値に応じて徐々に変化させ、仮補正係数値が第2所定値に到達した時点で、燃料噴射量を第1副モードに適合する値から第2副モードに適合する値に切換える。

(12) パラメータ値に燃料噴射終了時期または点火時期が含まれる場合、第1副モードから第2副モードへの切換中、燃料噴射終了時期または点火時期の値を、仮補正係数値が第2所定値に到達するまでは、第1副モードに適合する値に保持し、仮補正係数値が第2所定値に到達した時点で第2副モードに適合する値に切り換える。

また、パラメータ値に排気ガス循環量が含まれる場合には、第1副モードから第2副モードへの切換要求があった時点で、排気ガス循環量を第2副モードに適合する値に切り換える。排気ガス循環量が第2副モードに適合する値に到達するまでには応答遅れが生じるので、排気

ガスの再循環は排ガス特性（特に、NO_x）の向上の観点からモード切換と同時に行われる。

(13) 第2副モードから第1副モードへの切換要求時、運転者は加速を意図していることが多く、逸早いエンジン出力の増大を望んでいる。従って、第2副モードから第1副モードへの切換要求があった時点で、燃料噴射量を第1副モードに適合する値に切り換える。そして、パラメータ値に燃料噴射終了時期または点火時期が含まれる場合は、第2副モードから第1副モードへの切換要求があった時点で、各パラメータ値を第1副モードに適合する値に切り換える。一方、パラメータ値に排気ガス循環量が含まれる場合には、第2副モードから第1副モードへの切換要求があった時点から所定期間が経過したときに、排気ガス循環量を第1副モードに適合する値に切り換え、モード移行時の制御の安定化を図る。

(14) エンジンの加速状態が検出されたとき、第1モードに強制的に切り換えて加速時の応答性向上を図る。また、エンジン加速状態の終了が検出されたとき、第1モードから所要のモードに切り換えて排ガス特性および燃費特性の向上を図る。

請 求 の 範 囲

1. 内燃エンジンの燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置において、前記内燃エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に応じて、主として吸気行程で燃料を噴射する第1噴射モード、又は、主として圧縮行程で燃料を噴射する第2噴射モードを設定する噴射モード設定手段と、

前記燃焼室内の燃焼状態に影響を与える少なくとも一つのパラメータの値を、前記噴射モード設定手段によつて設定された噴射モードに適合する値に設定する燃焼パラメータ設定手段と、

前記噴射モード設定手段により設定される噴射モードの変更に応じて噴射モード切換要求が判定されると、前記パラメータ値を切換前の噴射モードに適合するモード切換前パラメータ値から切換後の噴射モードに適合するモード切換後パラメータ値に切り換える燃焼パラメータ切換手段と、

前記燃焼パラメータ設定手段により設定され、かつ、前記噴射モード切換要求に応じて前記燃焼パラメータ切換手段により切り換えられる前記パラメータ値に基づき、前記内燃エンジンの燃焼状態を制御する燃焼状態制御手段と

を備えたことを特徴とする、筒内噴射型火花点火式内燃エンジンの制御装置。

2. 前記噴射モード設定手段により前記第1噴射モードが設定されると、前記内燃エンジンにおいて第1の空燃比状態が形成されるように、前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動し、また、前記噴射モード設定手段により前記第2噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態よりも燃料希薄な第2の空燃比状態が前記内燃エンジンにおいて形成されるように、前記パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

3. 前記第1噴射モードは第1副噴射モードを含み、前記噴射モード設定手段により前記第1副噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態としての理論空燃比状態が前記内燃エンジンにおいて形成されるように、前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動することを特徴とする請求の範囲第2項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

4. 前記第1噴射モードは第2副噴射モードを含み、前記第2副噴射モードが設定されると、前記第1の空燃比状態としての、前記理論空燃比状態よりも燃料希薄でかつ前記第2の空燃比状態よりも燃料過濃な空燃比状態が、前記内燃エンジンにおいて形成されるように、前記燃焼パラメータ設定手段、前記燃焼パラメータ切換手段および前記燃焼状態制御手段が作動することを特徴とす

る請求の範囲第3項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

5. 前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、切換前の噴射モードと切換後の噴射モードとに応じたタイミングで、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値へ切換えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

6. 前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を所定期間にわたって前記モード切換前パラメータ値に保持することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

7. 前記所定期間が経過したときに、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

8. 前記所定期間が経過したときに、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に急変させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させることを特徴とする請求の範囲第6項に記載

の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

9. 前記所定期間が経過したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

10. 前記所定期間が経過したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に向かって徐々に変化させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

11. 前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化させることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

12. 前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に向かって徐々に変化させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パ

ラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

13. 前記噴射モード切換要求が判定されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

14. 前記制御装置は、前記噴射モード設定手段により設定される噴射モードの変更に応じて噴射モード切換要求および噴射モード切換の種類を判別するモード切換判別手段と、前記モード切換判別手段の判別結果を表すモード切換判別フラグを設定する判別フラグ設定手段とを備え、

前記燃焼パラメータ切換手段は、前記判別フラグ設定手段により設定された前記切換判別フラグが表す噴射モード切換の種類に応じたタイミングで、前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に切り換えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

15. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ値の切換に関連する第1補正係数を設定する第1補正係数設定手段を有し、

前記第1補正係数は、前記モード切換判別手段により噴射モード切換要求が判別されたときに噴射モード切換開始時の第1設定値に設定され、その後、噴射モード切

換完了時の第2設定値へ変化されることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

16. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化したときに、前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

17. 前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化したとき、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃焼状態に影響を与えるパラメータのうち特定のパラメータの値を、切換前の噴射モードに適合するモード切換前特定パラメータ値から切換後の噴射モードに適合するモード切換後特定パラメータ値へ所定の変化割合で徐々に変化させることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

18. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃焼状態に影響を与えるパラメータのうち特定のパラメータの値と予め設定された基準値とを比較するパラメータ比較判別手段を有して、前記パラメータ比較判別手段の判別結果に基づいて前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に切り換えることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

19. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記特定のパラメータの値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されたときに前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値に保持し、また、前記特定のパラメータの値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されたときには前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

20. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値以下であることが判別されたときに前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値に保持し、また、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値を超えていることが判別されたときには前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間の中間パラメータ値に急変させ、次に、前記パラメータ値を前記中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に向かって徐々に変化することを特徴とする請求の範囲第18項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

21. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数が前記第1設定値から前記第2設定値へ変化する間に前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメ

ータの値が前記基準値に達していないことが判別された場合、前記第1補正係数の変化について前記パラメータ値を前記モード切換前パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値へ所定の変化割合で徐々に変化させ、また、前記パラメータ比較判別手段により前記特定のパラメータの値が前記基準値に達したことが判別された場合には、前記パラメータ値を、前記モード切換前パラメータ値と前記モード切換後パラメータ値との間で変化している中間パラメータ値から前記モード切換後パラメータ値に急変させることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

22. 前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数の関数で表される第2補正係数を設定する第2補正係数設定手段を有して、前記モード切換判別手段により噴射モード切換要求が判別されると、前記特定のパラメータの値を、前記モード切換前の噴射モードに適合する切換前特定パラメータ値から、切換後噴射モードに適合する切換後特定パラメータ値に向けて所定の変化割合で徐々に変化させつつ、前記噴射モード切換要求の判別後に前記第2補正係数を噴射モード切換開始時の第3設定値に設定し、次に、前記第2補正係数を前記第3設定値から噴射モード切換完了時の第4設定値へ変化させることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

23. 前記特定のパラメータは少なくとも目標空燃比補正係数を含み、

前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を求めるために用いられる仮目標空燃比補正係数の値を設定する仮目標空燃比補正係数設定手段を含み、前記パラメータ比較判別手段による前記仮目標空燃比補正係数の値と前記基準値との比較判別結果に基づき、前記目標空燃比補正係数の値を、切換前の噴射モードに適合する補正係数値から切換後の噴射モードに適合する補正係数値に切り換えることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

24. 前記モード切換判別手段により判別された前記第2噴射モードから前記第1噴射モードへの噴射モード切換要求を表す第1モード切換状態フラグが前記判別フラグ設定手段により設定された場合に、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記第1補正係数の変化について、前記仮目標空燃比補正係数の値を、前記第2噴射モードに適合する第2空燃比補正係数値から前記第1噴射モードに適合する第1空燃比補正係数値に向かって徐々に変化させる間に、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記目標空燃比補正係数の値を前記仮目標空燃比補正係数の値で置き換え、また、前記仮空燃比補正係数が前記基準値を超えたことが判別されると、前記目標空燃比補正係数の値を、前記第2空燃比補正係数値と前記第1空燃比補正係数値との間の中間空燃比補正係数値から前記第1空燃比補正係数値に急変させることを特徴とする請求の範囲第23項に記載の筒内噴射型火花点

火内燃エンジンの制御装置。

25. 前記パラメータが、燃料噴射終了時期および点火時期を含み、

前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期および点火時期のそれぞれの値を前記第2噴射モードに適合する第2噴射終了時期値および第2点火時期値に保持し、

また、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えたと判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期を前記第2噴射終了時期値から前記第1噴射モードに適合する第1噴射終了時期値に急変させると共に、前記点火時期の値を前記第2点火時期値と前記第1噴射モードに適合する前記第1点火時期値との間の中間点火時期値に急変させ、更に、前記第1補正係数の変化について前記中間点火時期値から前記第1点火時期値に向かって徐々に変化させることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

26. 前記モード切換判別手段により判別された前記第1噴射モードから前記第2噴射モードへの噴射モード切換要求を表す第2モード切換状態フラグが前記判別フラグ設定手段により設定された場合、前記第1補正係数の値の変化について前記仮空燃比補正係数の値を前記中間空燃比補正係数値から前記第2噴射モードに適合する

第2空燃比補正係数値に向かって徐々に変化させる間に、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を前記第1噴射モードに適合する第1空燃比補正係数値に保持し、また、前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値以下であることが判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記目標空燃比補正係数を、前記第1空燃比補正係数値から前記第1空燃比補正係数値と前記第2噴射モードに適合する前記第2空燃比補正係数値の中間空燃比補正係数値に急変させ、次に、前記目標空燃比補正係数の値を前記仮目標空燃比補正係数で置き換えることを特徴とする請求の範囲第23項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

27. 前記燃焼パラメータが、燃料噴射終了時期および点火時期を含み、

前記仮空燃比補正係数の値が前記基準値を超えていることが前記パラメータ比較判別手段により判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、前記燃料噴射終了時期の値を前記第1噴射モードに適合する前記第1噴射終了時期値に保持すると共に、前記点火時期を、前記第1補正係数の変化につれて、前記第1噴射モードに適合する前記第1点火時期値から前記第2噴射モードに適合する前記第2点火時期値に向かって徐々に変化させ、

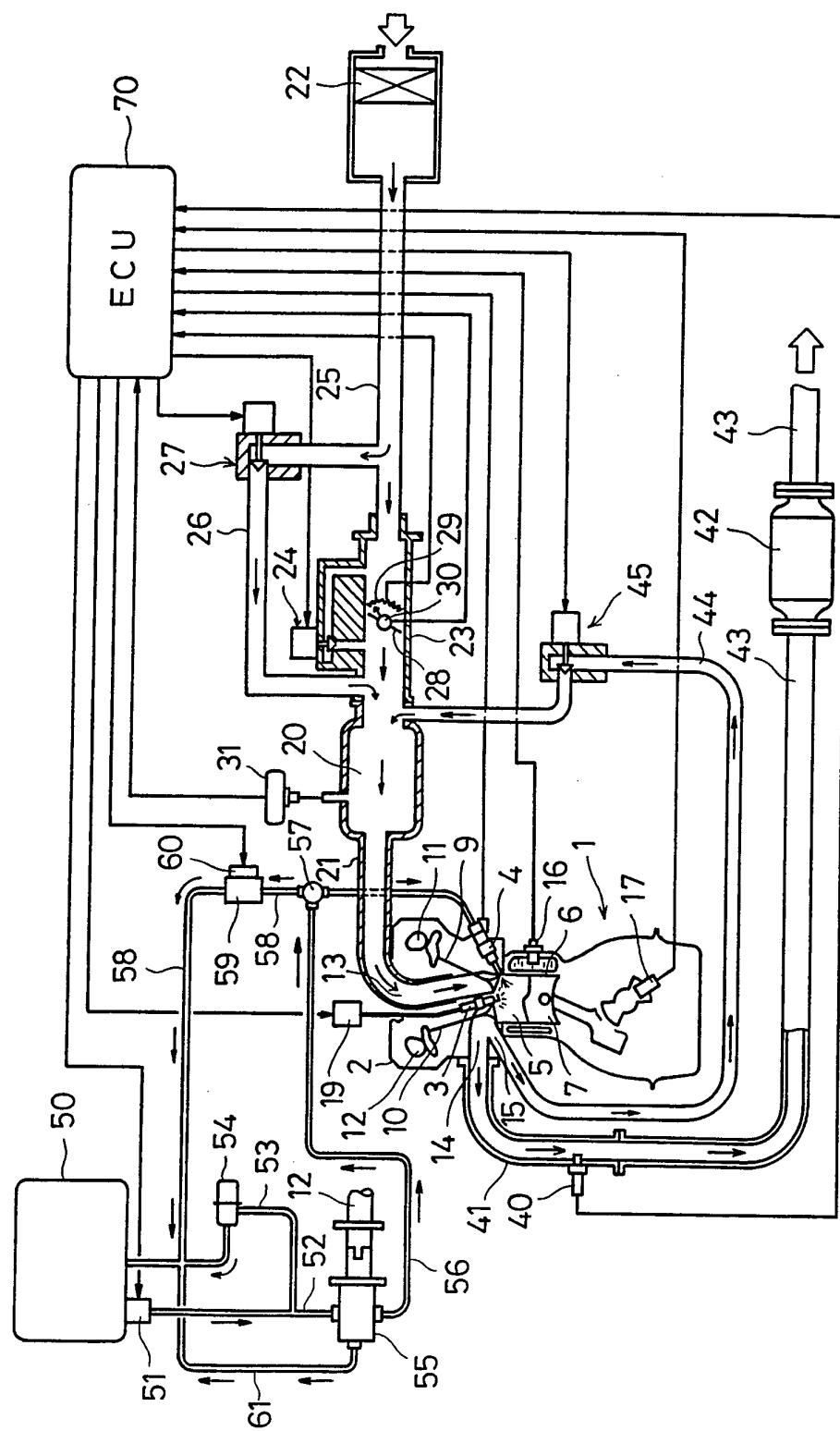
更に、前記仮空燃比補正係数が前記基準値以下であることが判別されると、前記燃焼パラメータ切換手段は、

前記燃料噴射終了時期を前記第1噴射終了時期値から前記第2噴射モードに適合する前記第2噴射終了時期値に急変させると共に、前記点火時期を前記第1点火時期値と前記第2点火時期値との間の中間点火時期値から前記第2点火時期値に急変させることを特徴とする請求の範囲第26項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

28. 前記燃焼状態に影響を与える前記パラメータは、目標空燃比補正係数、燃料噴射終了時期、燃料噴射量、点火時期、体積効率および前記内燃エンジンの吸気系に再循環される排気ガス量の少なくとも一つであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の筒内噴射型火花点火内燃エンジンの制御装置。

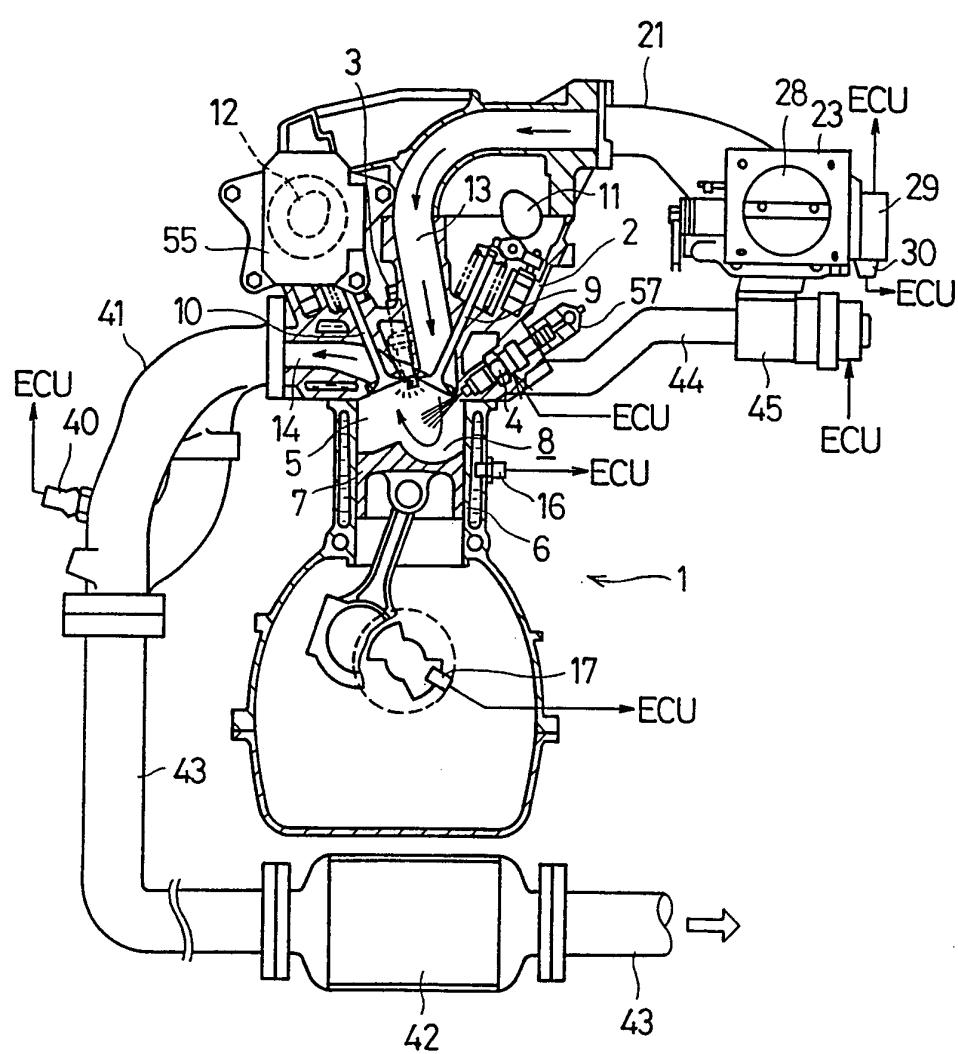
1/25

第1図



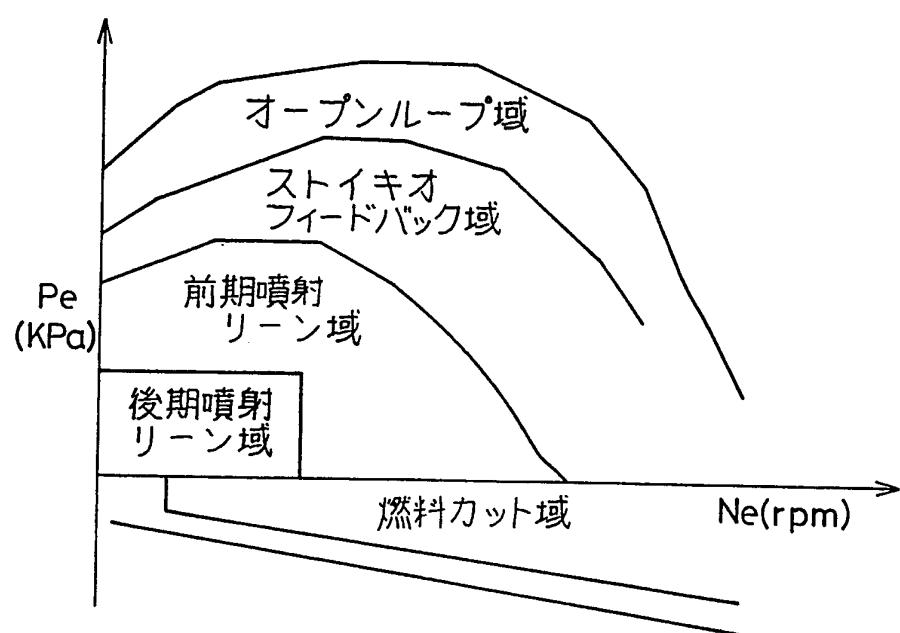
2/25

第2図



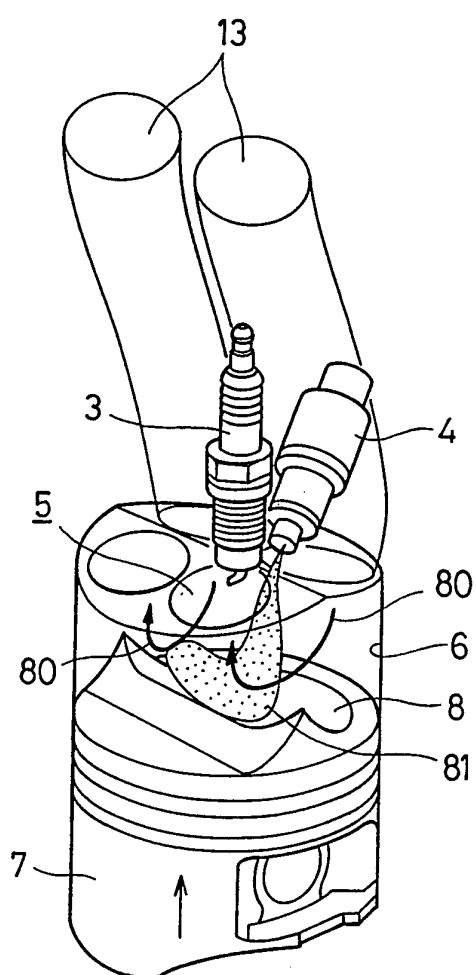
3/25

第3図



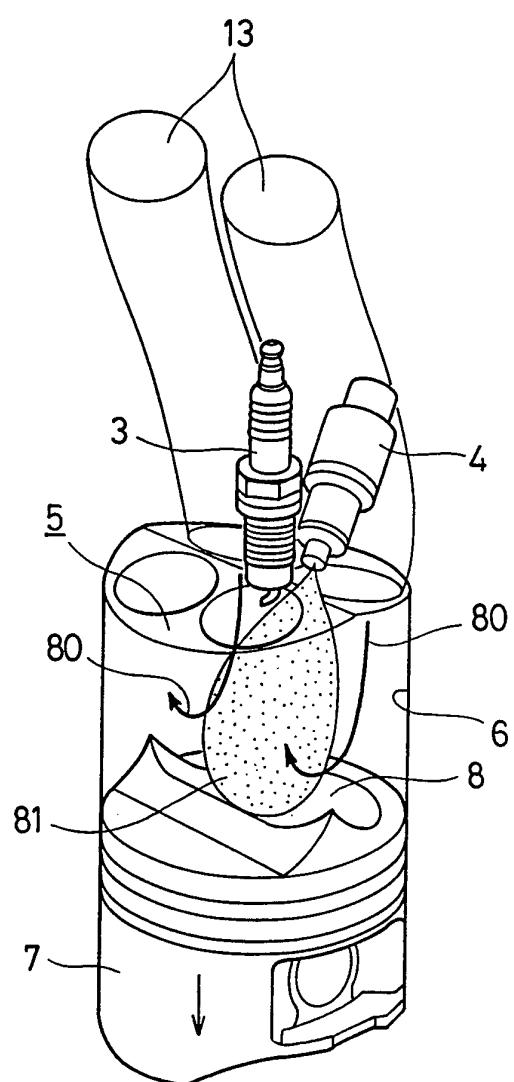
4/25

第4図



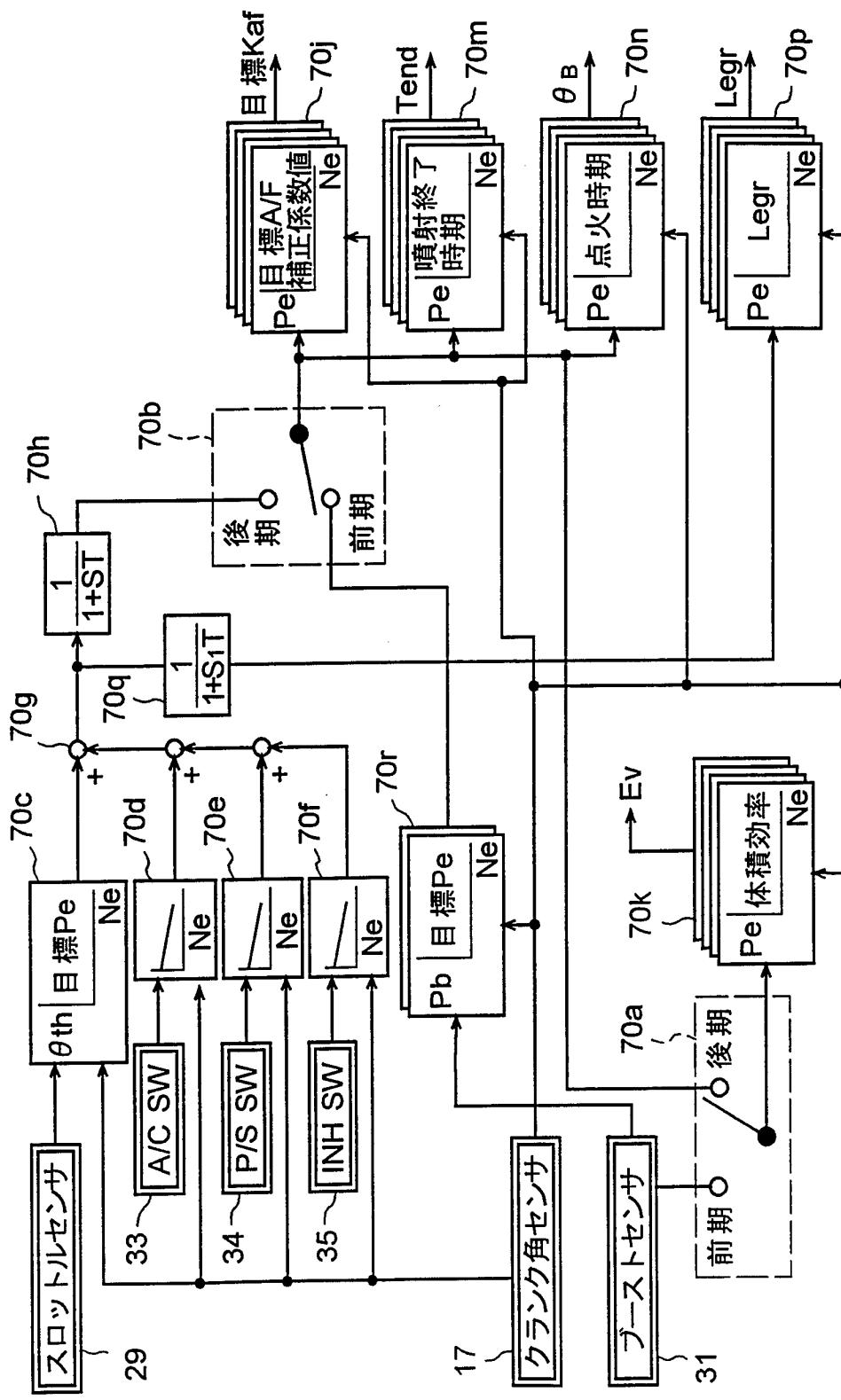
5/25

第5図



6/25

第6図



7/25

第7図

θ_{th}	N_1	N_2	• • •	N_{j-1}	N_j
θ_1	P_{e11}	P_{e12}	• • •	P_{e1j-1}	P_{e1j}
θ_2	P_{e21}	P_{e22}	• • •	P_{e2j-1}	P_{e2j}
•	•	•		•	•
•	•	•		•	•
•	•	•	• • •	•	•
•	•	•		•	•
θ_{i-1}	θ_{i-11}	θ_{i-12}	• • •	$P_{ei-1j-1}$	P_{ei-1j}
θ_i	θ_{i1}	θ_{i2}	• • •	P_{eij-1}	P_{eij}

第8図

θ_{th}	N_1	N_2	• • •	N_j
P_{b1}	P_{e11}	P_{e12}	• • •	P_{e1j}
•	•	•		•
•	•	•		•
•	•	•	• • •	•
•	•	•		•
P_{bi}	P_{ei1}	P_{ei2}	• • •	P_{eij}

8/25

第9図

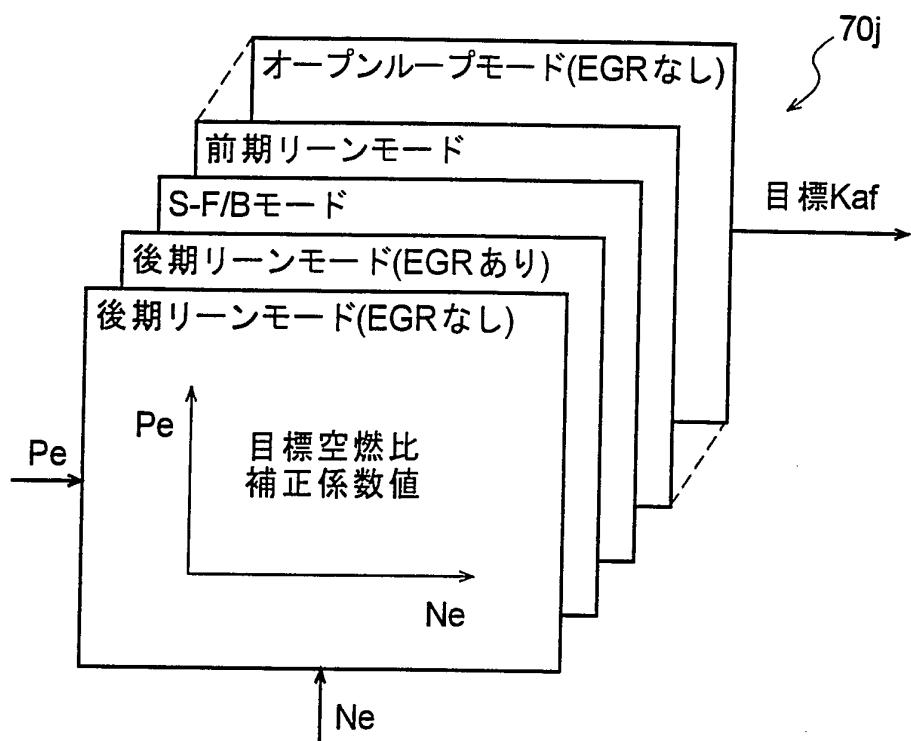
$\frac{Ne}{Pe}$	N ₁	N ₂	· · ·	N _j
P _{e1}	E _{v11}	E _{v12}	· · ·	E _{v1j}
·	·	·		·
·	·	·	· · ·	·
·	·	·		·
·	·	·		·
P _{ei}	E _{vi1}	E _{vi2}	· · ·	E _{vj}

第10図

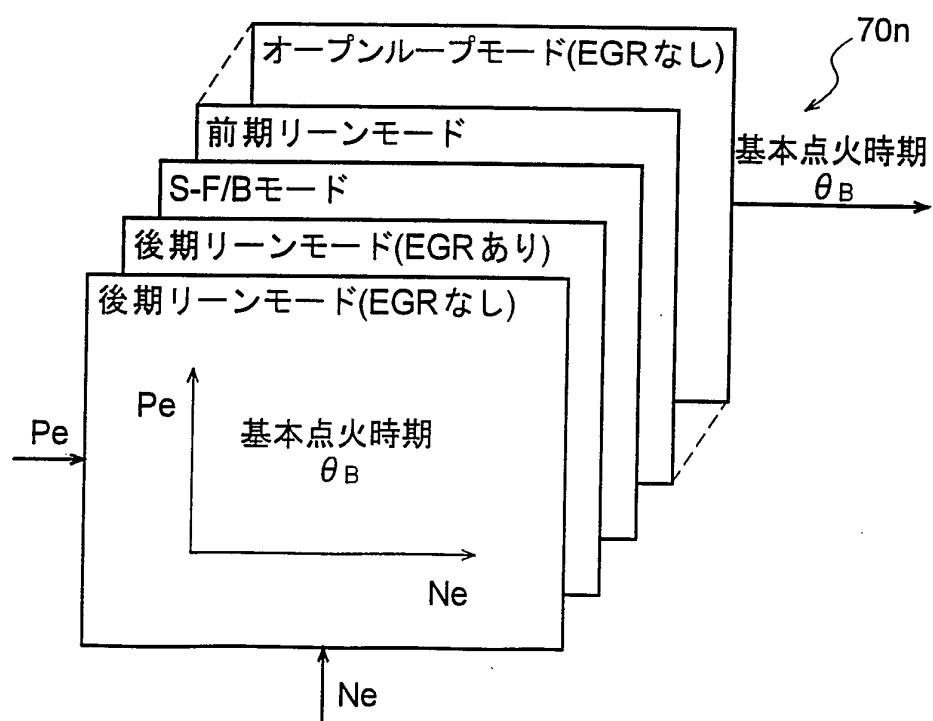
$\frac{Ne}{Pb}$	N ₁	N ₂	· · ·	N _j
P _{b1}	E _{v11}	E _{v12}	· · ·	E _{v1j}
·	·	·		·
·	·	·	· · ·	·
·	·	·		·
·	·	·		·
P _{bi}	E _{vi1}	E _{vi2}	· · ·	E _{vij}

9/25

第11図

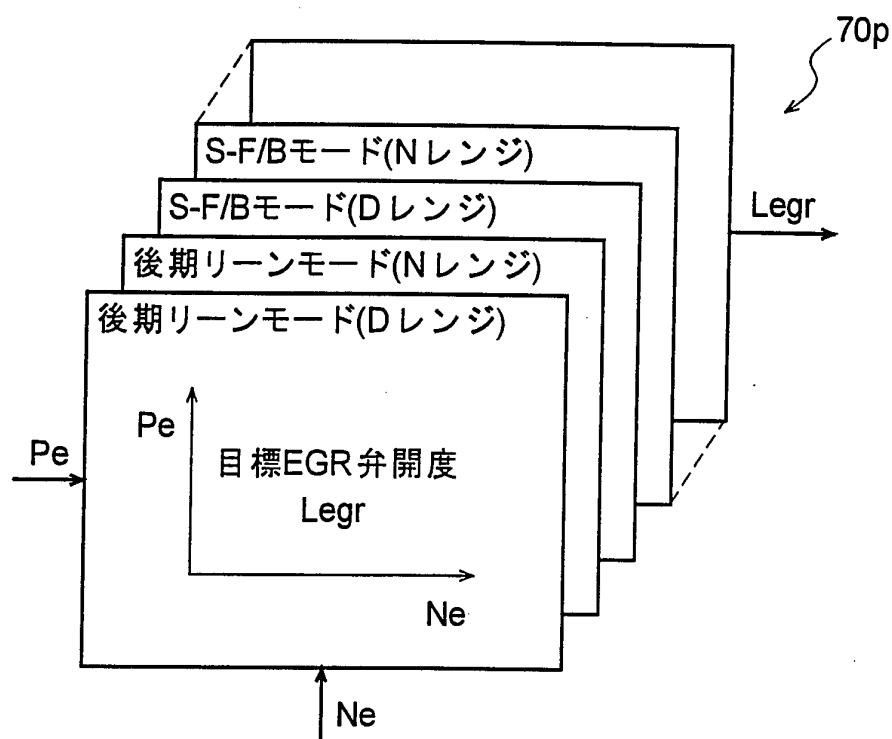


第12図



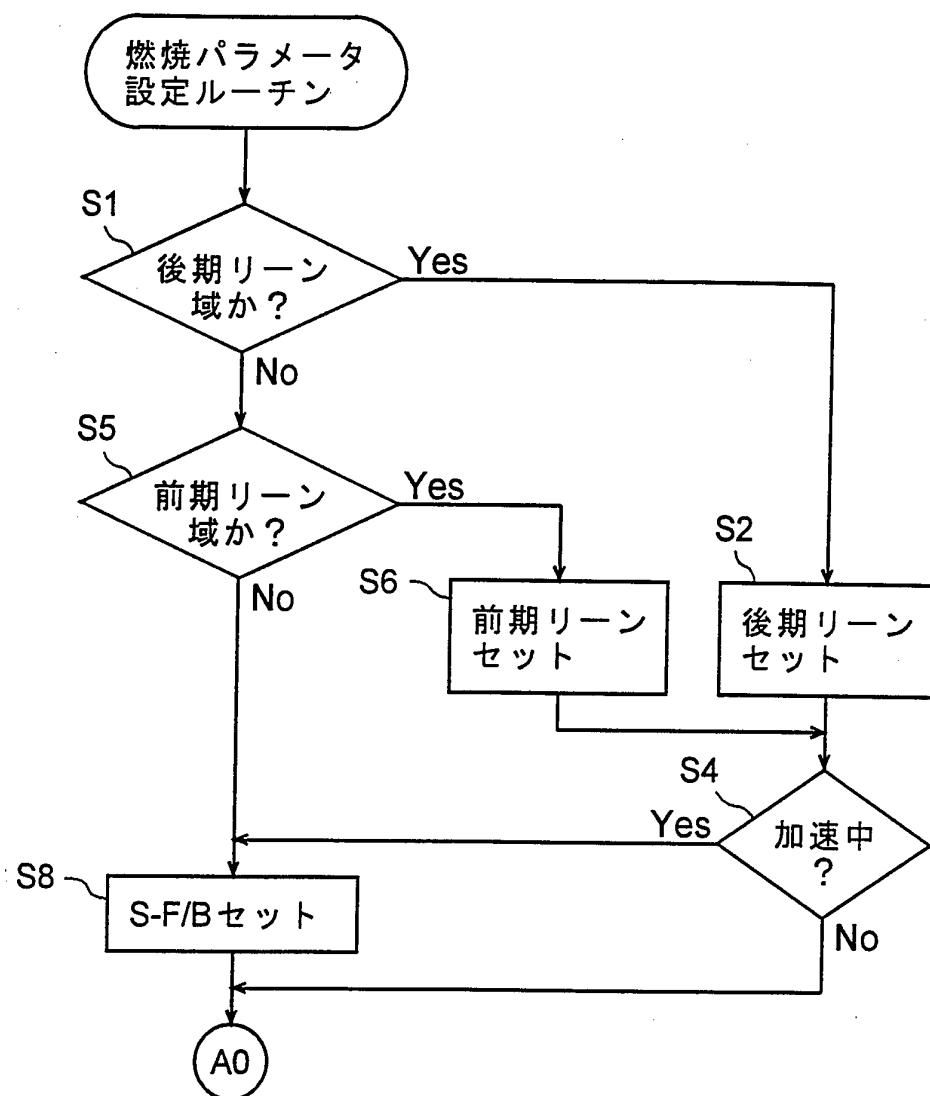
10/25

第13図



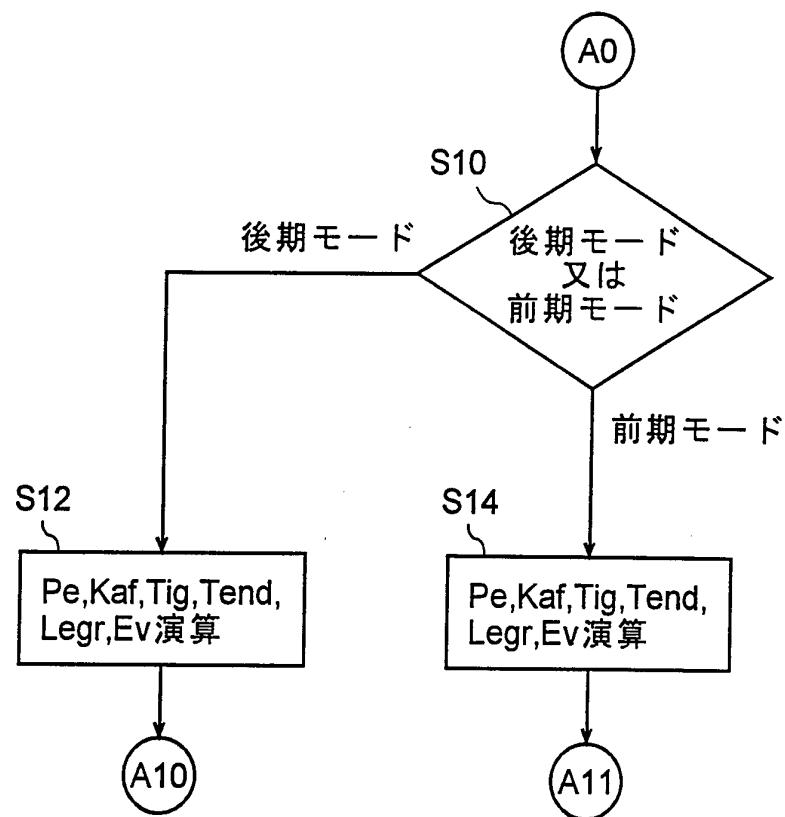
11/25

第14図



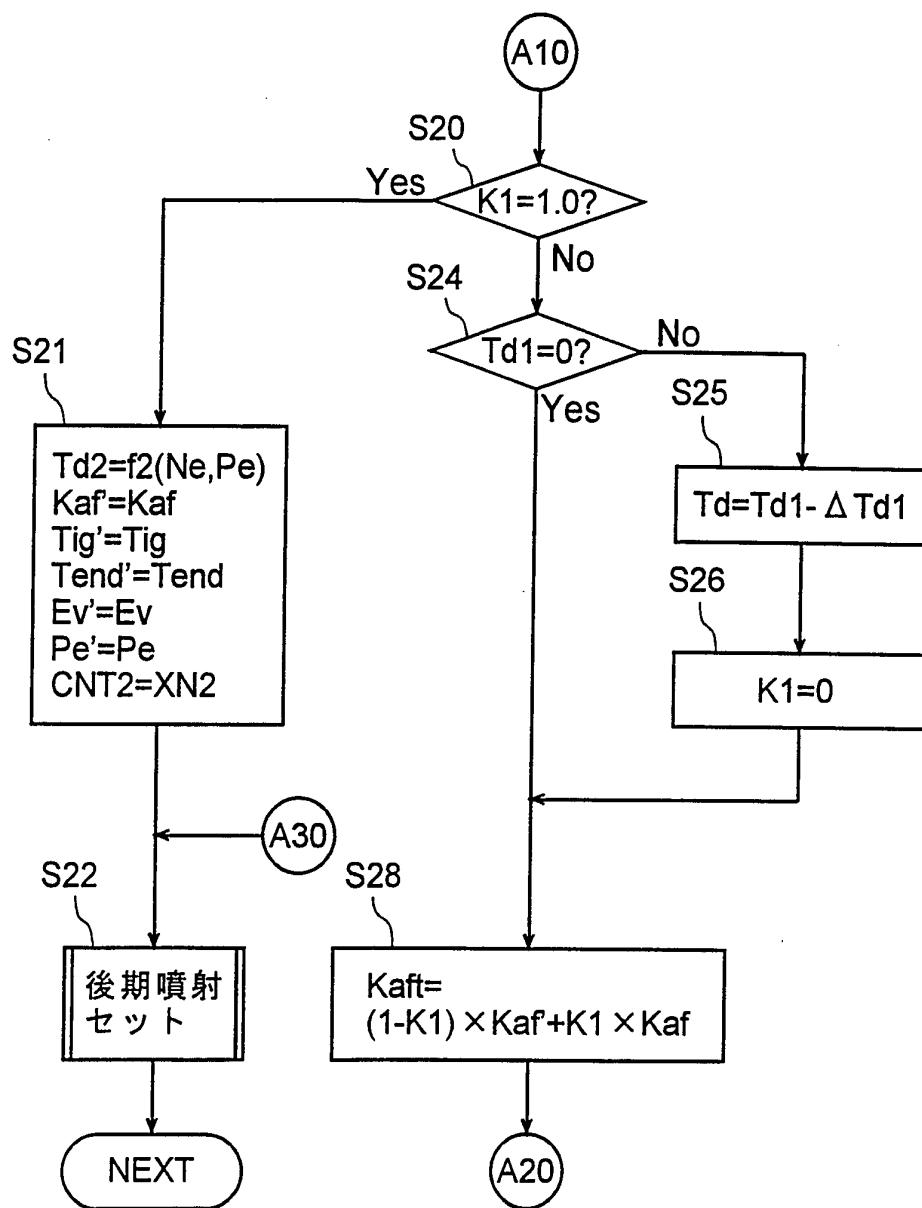
12/25

第15図



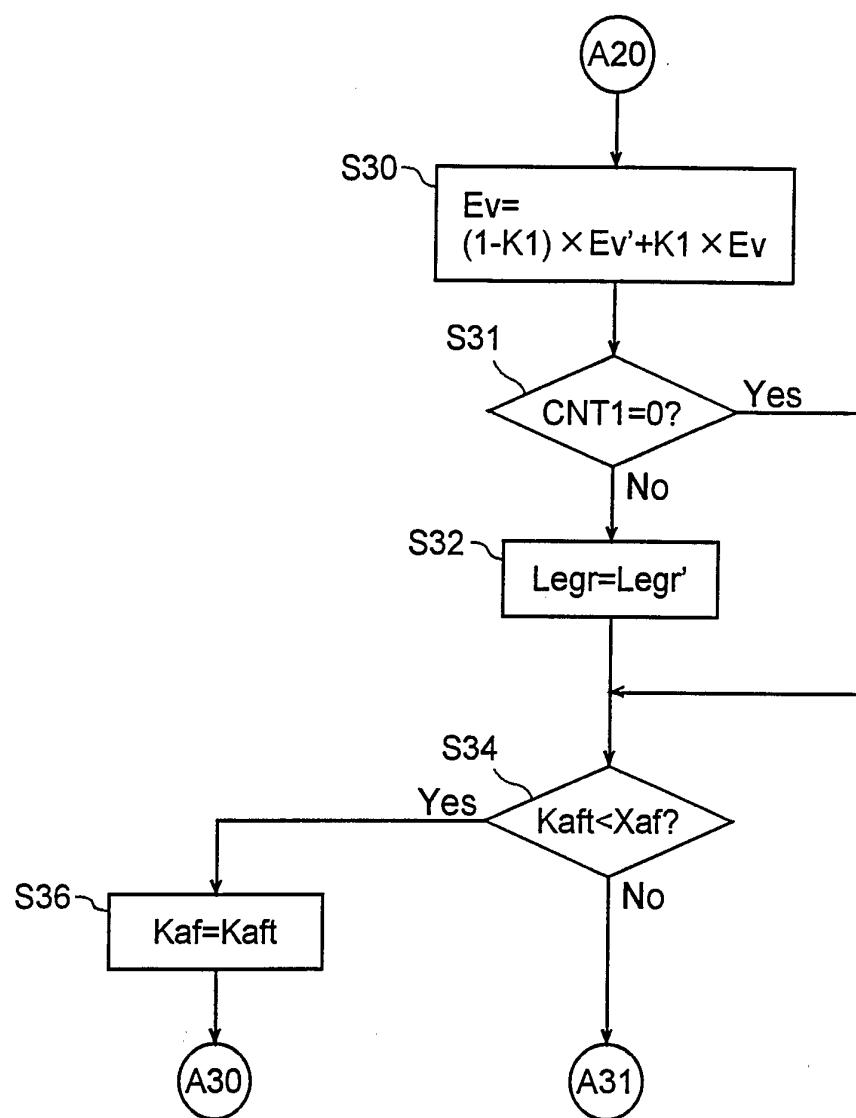
13/25

第16図



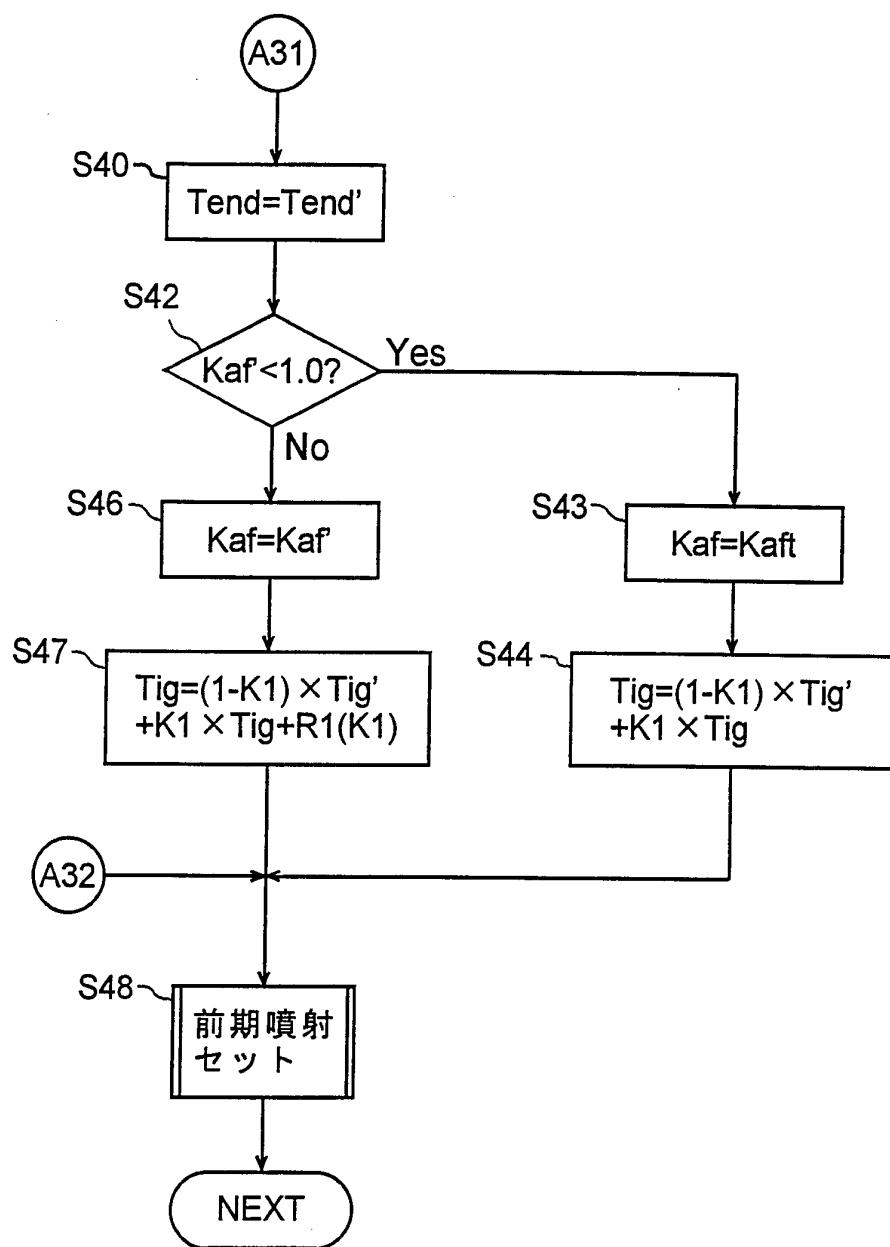
14/25

第17図



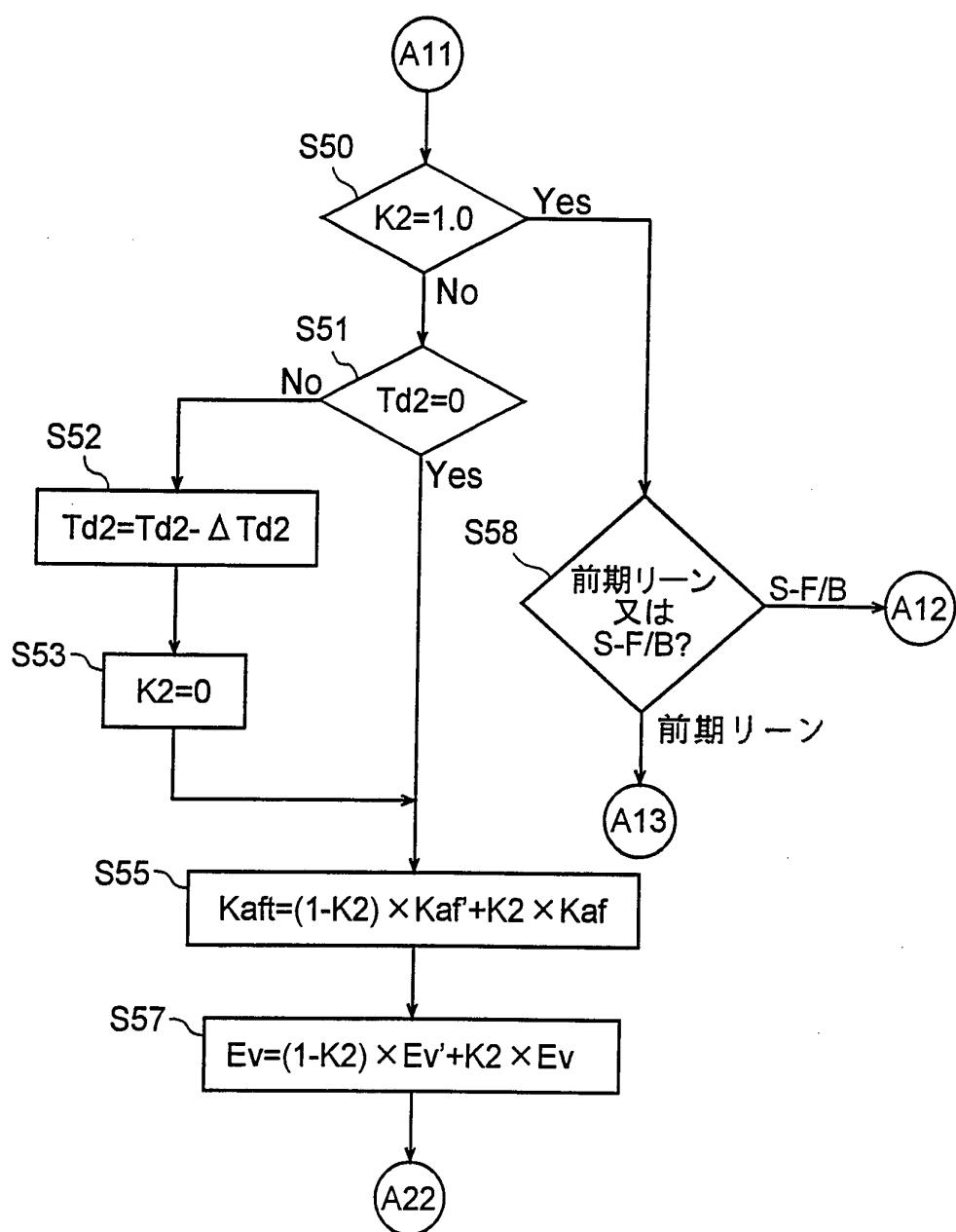
15/25

第18図



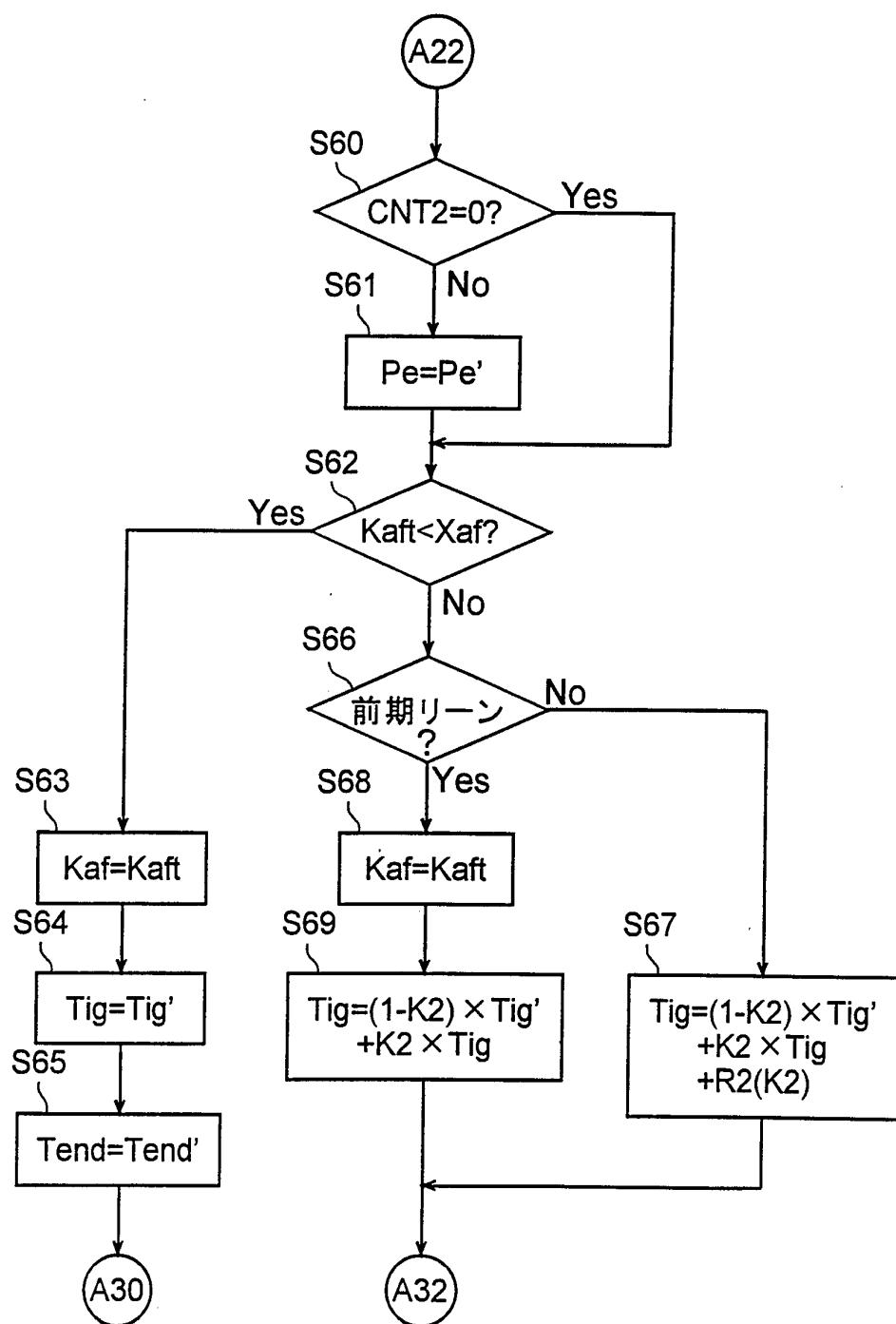
16/25

第19図



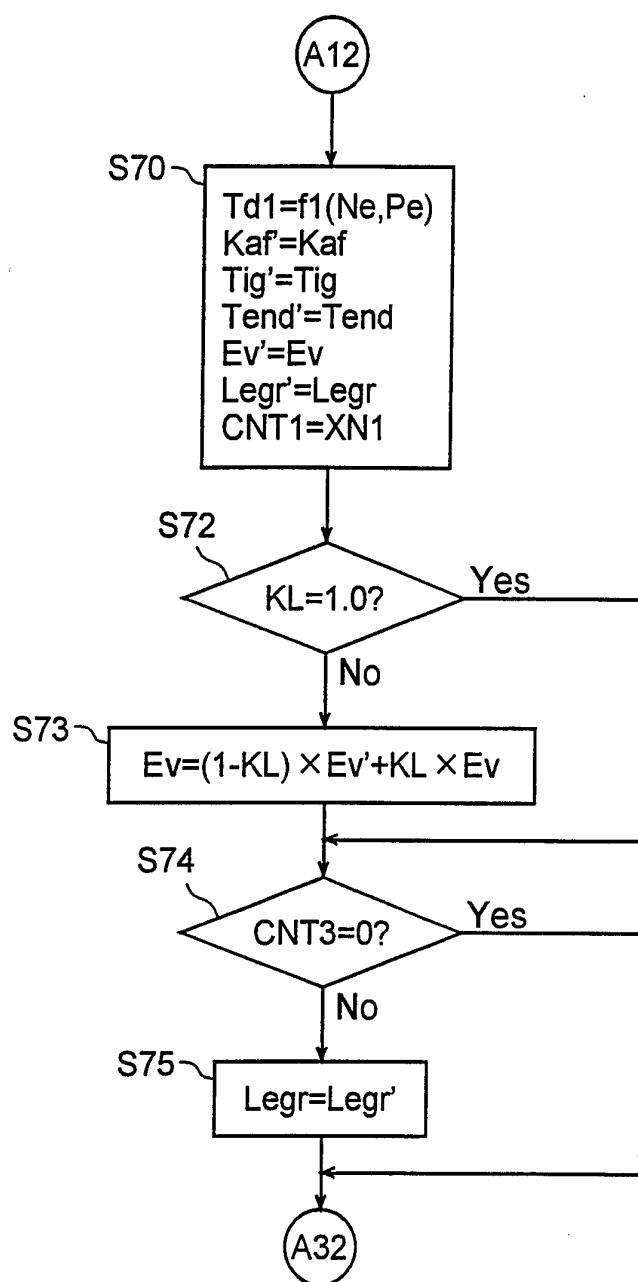
17/25

第20図



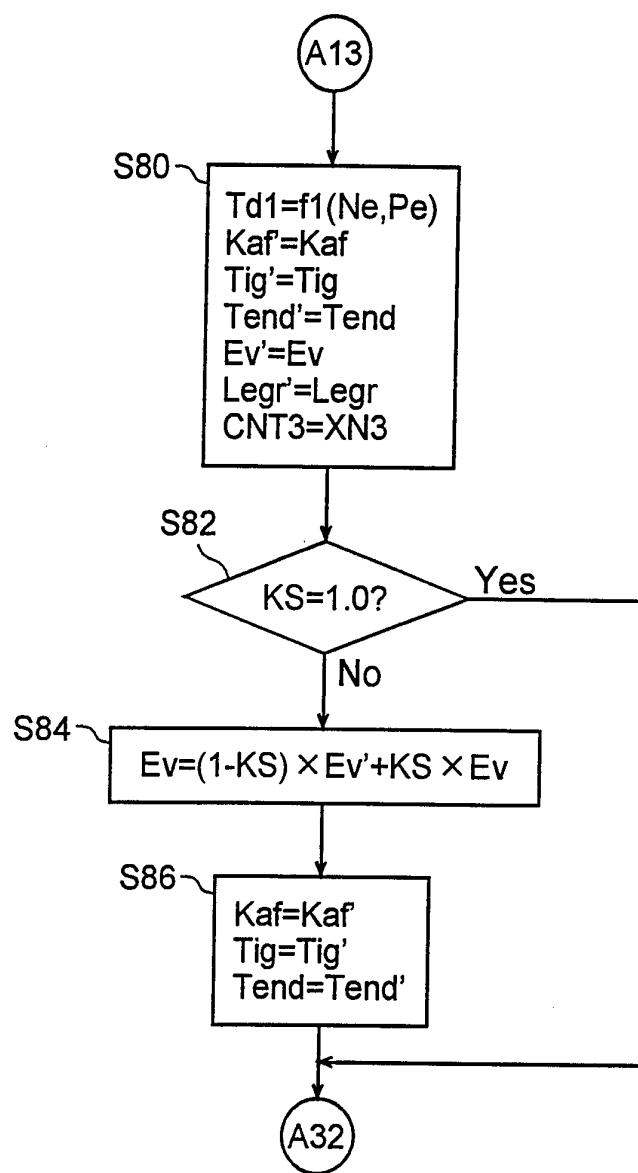
18/25

第21図



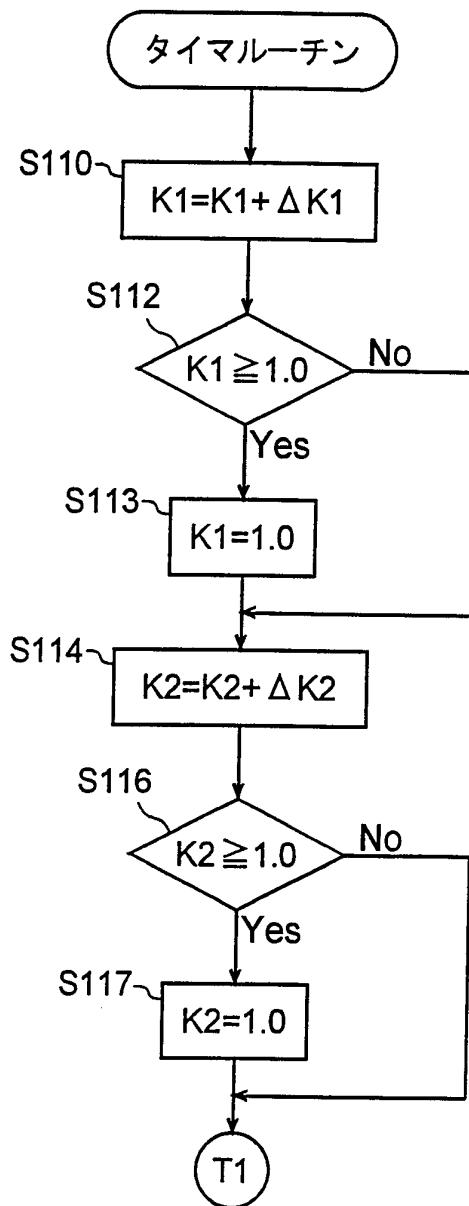
19/25

第22図



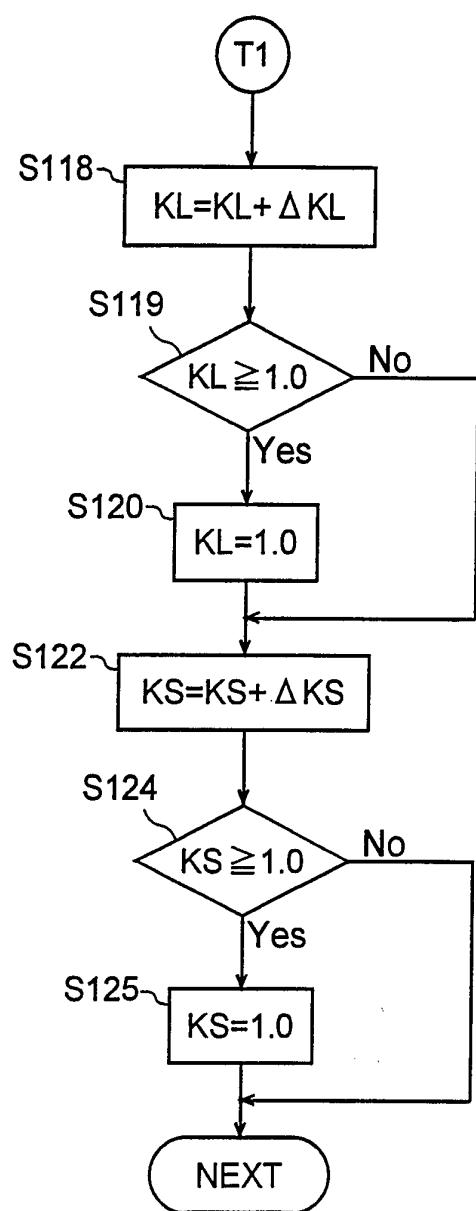
20/25

第23図



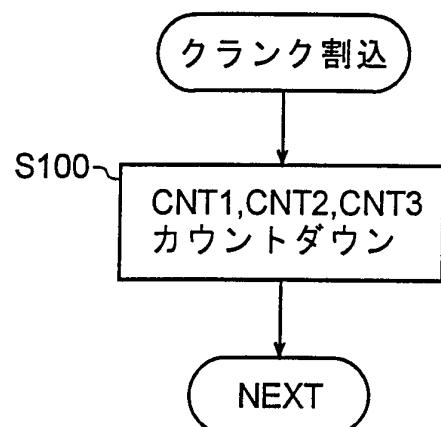
21/25

第24図



22/25

第25図

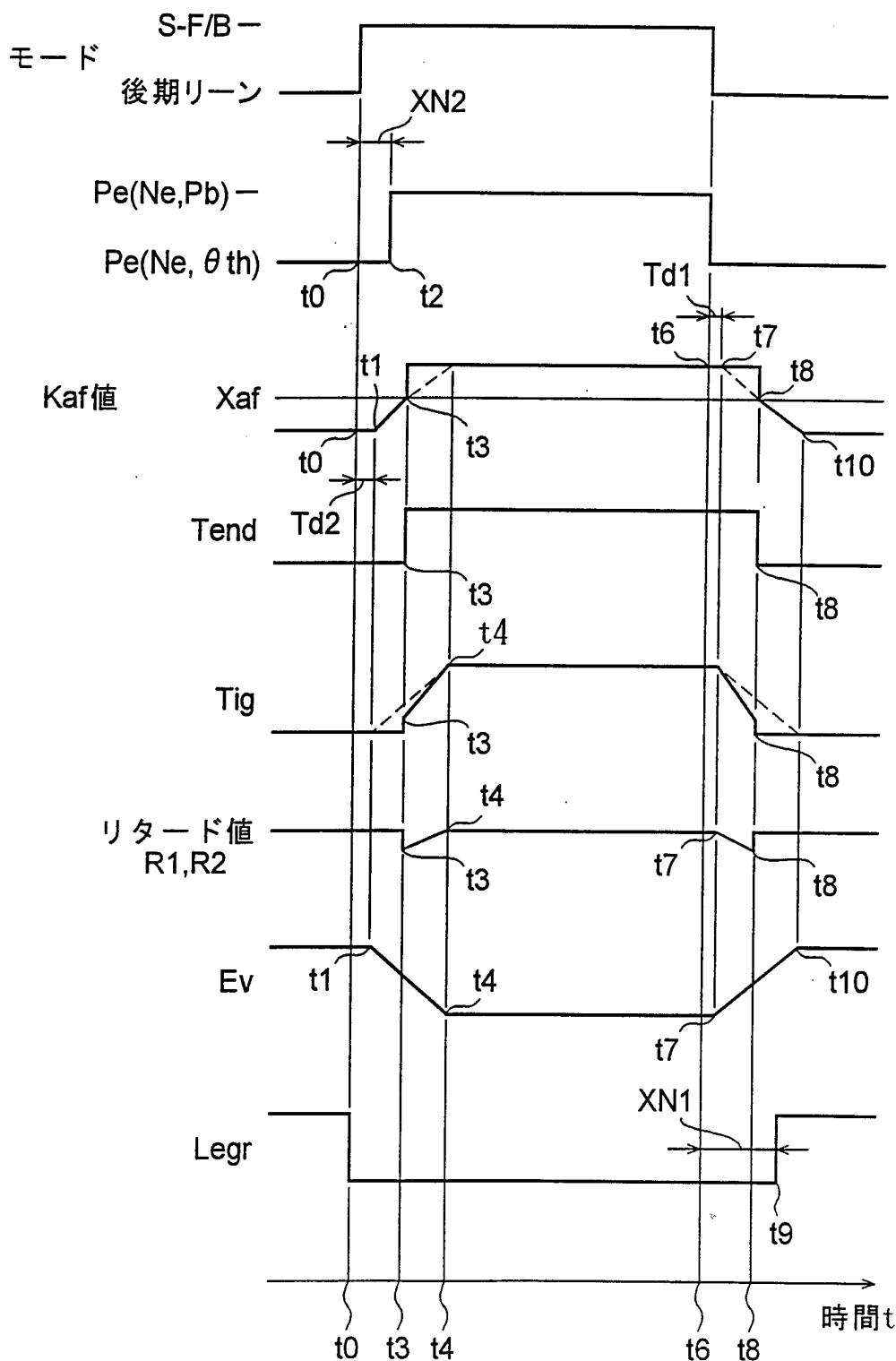


第26図

移行態様	設定
S-F/B→後期リーン	K1=0
後期リーン→S-F/B	K2=0
S-F/B→前期リーン	KS=0
前期リーン→S-F/B	KL=0
前期リーン→後期リーン	K1=0
後期リーン→前期リーン	K2=0

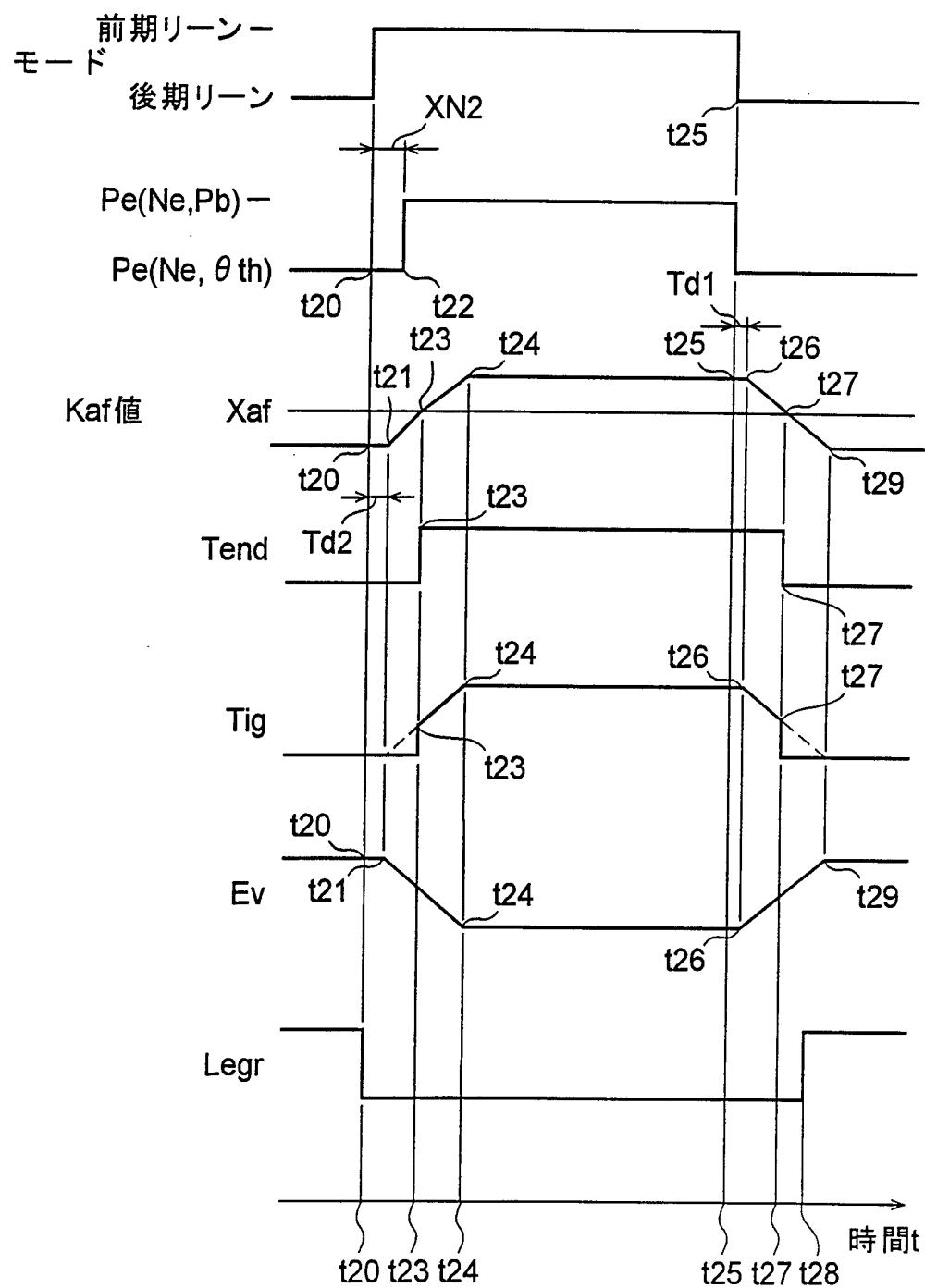
23/25

第27図



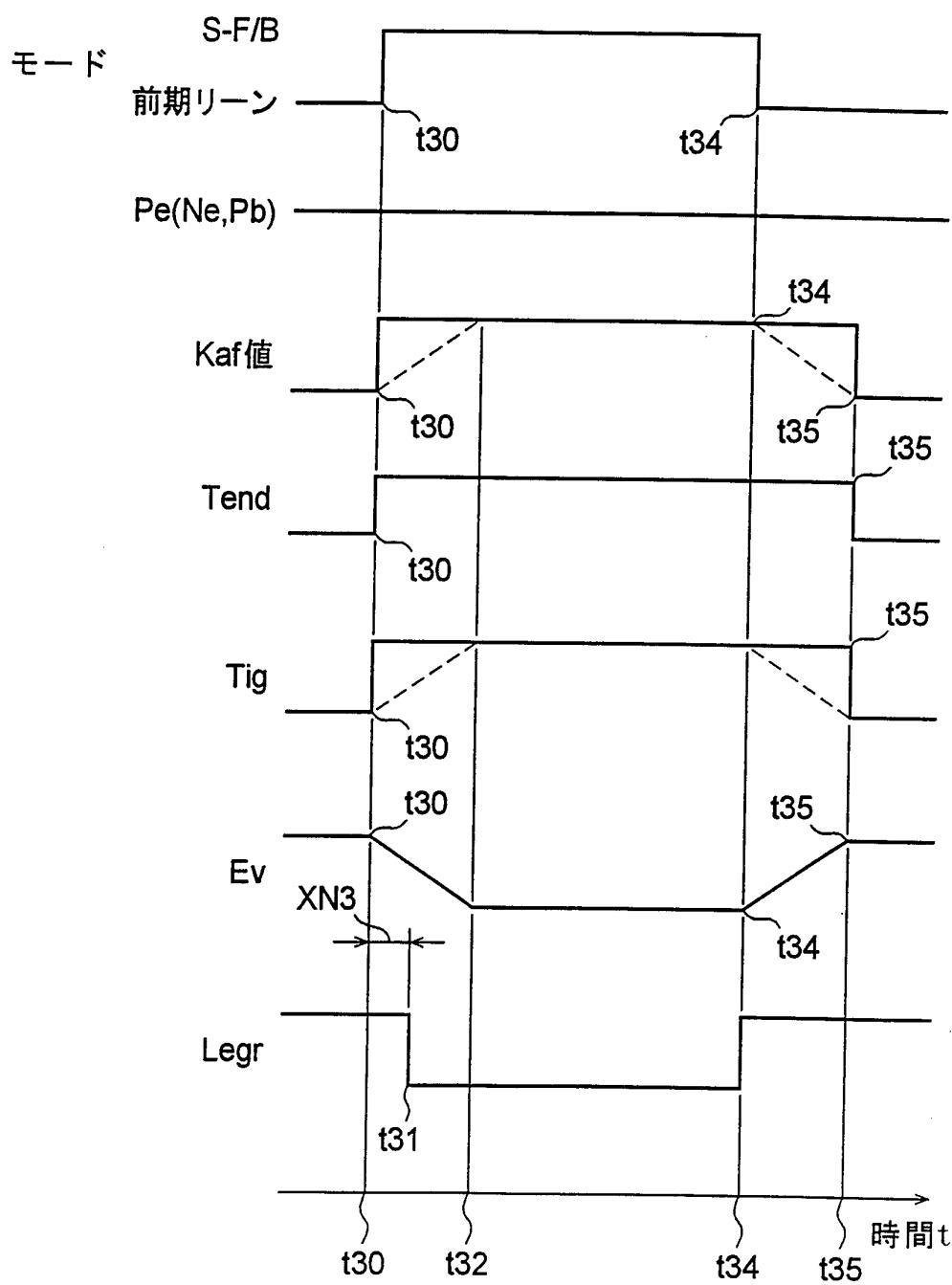
24/25

第28図



25/25

第29図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ F02D41/02, F02D41/04, F02D43/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ F02D41/02, F02D41/04, F02D43/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P	JP, 07-279729, A (Mitsubishi Electric Corp.), October 27, 1995 (27. 10. 95), Column 1, line 1 to column 2, line 17 (Family: none)	1-5, 9, 11, 14, 17, 21, 22, 28
A	JP, 04-241754, A (Toyota Motor Corp.), August 28, 1992 (28. 08. 92), Column 1, lines 1 to 11 (Family: none)	1
A	JP, 06-193539, A (Honda Motor Co., Ltd.), July 12, 1994 (12. 07. 94), Column 2, lines 1 to 48 (Family: none)	1, 5-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search August 8, 1996 (08. 08. 96)	Date of mailing of the international search report August 20, 1996 (20. 08. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP96/01285

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1⁶ F02D41/02, F02D41/04, F02D43/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1⁶ F02D41/02, F02D41/04, F02D43/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1996年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P	JP, 07-279729, A (三菱電機株式会社) 27, 10月, 1995 (27. 10. 95) 第1欄, 第1行-第2欄, 第17行 (ファミリーなし)	1-5, 9, 1 1, 14, 17, 21, 22, 28
A	JP, 04-241754, A (トヨタ自動車株式会社) 28, 8月, 1992 (28. 08. 92) 第1欄, 第1-11行 (ファミリーなし)	1
A	JP, 06-193539, A (本田技研工業株式会社) 12, 7月, 1994 (12. 07. 94) 第2欄, 第1-第48行 (ファミリーなし)	1, 5-10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.08.96

国際調査報告の発送日

20.08.96

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

渡辺 真

印

3G 9428

電話番号 03-3581-1101 内線 3355