世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

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 41/34, 41/02, 45/00

A1

(11) 国際公開番号 WO96/16262

(43) 国際公開日 1996年5月30日(30.05.96)

(21) 国際出願番号 PCT/JP95/02345
(22) 国際出願日 1995年11月16日(16.11.95)

(30) 優先権データ
特願平6/283825 1994年11月17日(17.11.94) JP
特願平7/115777 1995年5月15日(15.05.95) JP

(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
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
吉田正人(YOSHIDA, Masato)[JP/JP]
飯田和正(IIDA, Kazumasa)[JP/JP]
上田克則(UEDA, Katsunori)[JP/JP]
宮本勝彦(MIYAMOTO, Katsuhiko)[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)

(81) 指定国
DE, KR, US.

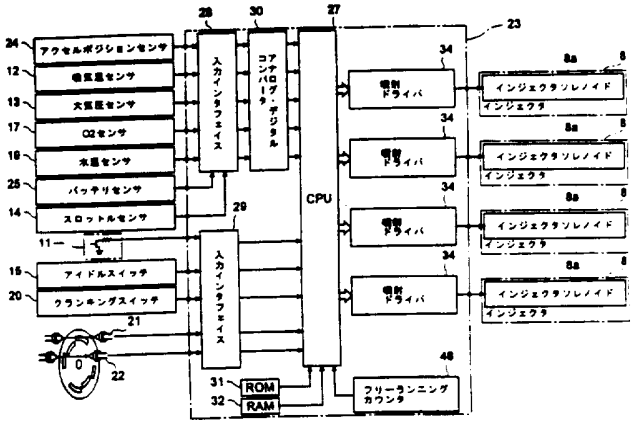
添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND FUEL INJECTION CONTROL METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称 内燃機関用燃料噴射制御装置及び内燃機関の燃料噴射制御方法

(57) Abstract

A fuel injection control device for internal combustion engines comprises an electronic control unit (23) including a fuel injection information operation unit for periodically performing operation of fuel injection information in accordance with an operating condition of an internal combustion engine, a temporary setting unit for temporarily setting a fuel injection information, which is found at a specified point of time before an operation of fuel injection valves in any working cycle, as a fuel injection information in any working cycle described above, and a correction unit for correcting that fuel injection information, which is temporarily set on the basis of a fuel injection information found at a correction point of time after the specified point of time, and fuel injection valve drive units (34) for actuating fuel injection valves (8) provided to each cylinder of the internal combustion engine for each working cycle of the internal combustion engine on the basis of the fuel injection information, whereby an appropriate fuel injection control is performed on the basis of the latest fuel injection information.



（５７）要約

内燃機関用燃料噴射制御装置は、内燃機関の運転状態に応じて燃料噴射情報を周期的に演算する燃料噴射情報演算部と、任意の作動サイクルでの燃料噴射弁の作動前の特定時期に求められた燃料噴射情報を、該任意の作動サイクルでの燃料噴射情報として仮設定する仮設定部と、特定時期の後の修正時期に求められた燃料噴射情報に基づいて仮設定された燃料噴射情報を修正する修正部とを含む電子制御ユニット（２３）を有すると共に、内燃機関の気筒毎に設けられた燃料噴射弁（８）を燃料噴射情報に基づいて内燃機関の作動サイクル毎に作動させる燃料噴射弁駆動部（３４）を有し、最新の燃料噴射情報に基づいてより適切な燃料噴射制御を行う。

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

明　細　書

内燃機関用燃料噴射制御装置及び内燃機関の燃料噴射制御方法

技　術　分　野

本発明は、内燃機関、特に、気筒内に燃料を直接噴射するように構成された車両用の筒内噴射型内燃機関に用いて好適な燃料噴射制御装置および燃料噴射制御方法に関する。

背　景　技　術

内燃機関用燃料供給方式として、燃料噴射弁（インジェクタ）を各気筒毎に備えたマルチポイント式インジェクション（以下、ＭＰＩという）がある。一般に、このＭＰＩ式の内燃機関では、インジェクタは吸気管内に開口するように設けられ、このインジェクタにより、吸気行程前の排気行程において、吸気管内へ燃料を噴射する。

通常、インジェクタとして電子制御が容易な電磁式駆動のものが用いられる。この場合、エンジンの運転状態としての所定のクランク位相間の吸入空気量を繰り返し検出し、この検出吸入空気量情報から一吸気行程で気筒に吸入される空気量に対応する燃料噴射量を繰り返し求め、その結果に基づいてインジェクタを作動させ、燃料供給を行っている。

インジェクタを作動させるには、燃料噴射量及び燃料噴射時期を設定する必要がある。これらの燃料噴射量及

び燃料噴射時期は、エンジンの運転状態（例えば検出した吸入空気量）に基づいて設定される。開弁時間（燃料噴射時間）に応じて燃料噴射量の得られるインジェクタでは、先ず、検出した吸入空気量に基づいて、燃料噴射量及び燃料噴射終了時期を設定し、次いで、燃料噴射量に応じた燃料噴射時間分だけ燃料噴射終了時期よりも前の時点を燃料噴射開始時期として設定する。

上述のように排気行程でインジェクタを作動させるためには、通常、排気行程の前の行程（即ち、爆発行程）で検出した吸入空気量に基づいて、この後の一吸気行程で気筒に吸入されるであろう空気量を推定して、この推定値に対応するように燃料噴射量及び燃料噴射時期を設定する。

吸気管内へ燃料を噴射する通常タイプのＭＰＩエンジンでは、燃料噴射時点から吸気弁オープン時点までの時間が短いと燃料（ガソリン）を霧化及び気化させにくい。そこで、上述のように排気行程のある時期に燃料噴射を行うようにしている。

近年、自動車等に搭載される燃料噴射火花点火式内燃機関では、有害排出ガス成分の低減や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（以下、筒内噴射エンジンという）が種々提案されている。斯かる筒内噴射エンジンでは、吸気管内噴射に比べて燃料の霧化が容易であり、

一般には、点火プラグの近傍やピストン頂部に向けて高い噴射圧で燃料を噴射する。

そして、例えば低負荷時には、空気流動の弱い圧縮行程後期に比較的少ない量の燃料を点火プラグの近傍へ噴射することで、点火プラグの近傍のみを理論空燃比に近い空燃比状態とし、これ以外の部分は極めてリーンな空燃比状態としながら、少量の燃料で良好な燃焼を得ることができる。

また、高負荷時には、空気流動が強くなる吸気行程初期に理論空燃比を実現する量の燃料を噴射することで、燃料を十分に霧化及び気化させながら良好な燃焼で高い出力を得ることができる。この場合、燃料を十分に霧化及び気化させるために、燃料噴射の終了時期をあまり遅らせられないので、要求される燃料量が多ければ排気行程の末期から燃料を噴射することもある。

このような筒内噴射エンジンにおいても、インジェクタを作動させるために、ＭＰＩエンジンの場合と同様に、エンジンの運転状態（例えば吸入空気量）に基づいて燃料噴射量及び燃料噴射時期を設定する必要がある。

ところで、筒内噴射エンジンにおける燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定を、上述のＭＰＩエンジンの場合と同様に、爆発行程で検出した吸入空気量に基づいて行うことが考えられるが、筒内噴射エンジンにおいて圧縮行程で燃料噴射を行う場合には、吸気行程で実際に気筒内

に吸入された吸入空気量に基づいて燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定を行うことが可能である。また、吸入行程で燃料噴射を行う場合には、例えば排気行程で検出された吸入空気量に基づいて燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定を行える。これらの場合、燃料噴射時期により近い吸入空気量の検出値に基づいて実際に気筒内に吸入される吸入空気量を推定することができ、燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定精度を向上させることができる。

上述のように、筒内噴射エンジンでは、エンジンの回転速度や負荷状態に応じて、様々なタイミングで燃料噴射を行うので、各燃料噴射時期を考慮しながら、燃料噴射時期にできるだけ近い時点での吸入空気量の検出結果に基づいて燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定を行う必要がある。

斯かる筒内噴射エンジンの燃料噴射制御に関しては、種々の提案が行われており、例えば特開平３－２９４６４０号公報や特開平５－７１３８号公報には、吸入行程（前期噴射）と圧縮行程（後期噴射）とに分割して燃料噴射を行う筒内噴射エンジンに関する技術が開示されている。

詳しくは、特開平３－２９４６４０号公報には、同一時点での機関運転状態に基づいて計算された吸入行程噴射制御値、圧縮行程噴射制御値および点火制御値を機関の１燃焼サイクルにおいて使用して、吸入行程燃料噴射

量、圧縮行程燃料噴射量及び点火時期の整合をとって良好な燃焼を得ようとする技術が開示されている。また、特開平５－７１３８３号公報には、目標とする空燃比に応じて前期噴射と後期噴射との割合を変えて良好な燃焼を得ようとする技術が開示されている。しかしながら、これらの技術では、燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定は、必ずしも燃料噴射時期にできるだけ近い時点でのデータに基づいたものとはならない。

更に、特開平４－２９２５４３号公報には、筒内噴射エンジンではないが吸気ポート内に燃料を噴射するＭＰＩエンジンにおいて、燃料の霧化及び気化が十分に行われるように、ＭＰＩエンジンで通常行われている燃料噴射時期よりも前（例えば爆発行程）で前期噴射を行って、その後（例えば排気行程）に後期噴射を行う技術が開示されている。この技術によれば、前期噴射により燃料の霧化及び気化を十分に行いながら、最新のデータ（吸入空気量）に基づいて後期噴射を行うことにより、合計噴射燃料量を適切なものに制御できる。しかし、この技術はあくまでも燃料を前期と後期とに分けて噴射する分割噴射を前提としており、前期または後期のいずれか一方のみで燃料を噴射するものについては適用できない。

さて、筒内噴射エンジンは、例えば、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理論空燃比に近い空燃比の混合気を供給することにより、全体と

して希薄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を大幅に向上させることができるという長所を有している。更に、燃料噴射量を増減させる際に、吸気管における燃料の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という利点を有している。

ところが、筒内噴射エンジンでは、高負荷時には燃料噴射量の増大に伴って点火プラグの近傍の空燃比が過濃となり、失火が生じることがある。この様に、筒内噴射エンジンには、安定した作動領域が狭いという欠点がある。これは、燃料噴射弁の単位時間あたりの噴射量や噴射方向を可変にすることが難しいために、点火プラグ近傍の局所的空燃比をエンジンの全作動領域に亘って最適値に保つことが困難であること等に起因する。

このような欠点を解消するために、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もの、より詳しくは、圧縮行程時に燃料を噴射させる後期噴射モードと、吸気行程時に燃料を噴射させる前期噴射モードとを、負荷に応じて切り換えるものが、例えば、特開平５－７９３７０号公報で提案されている。

このエンジンでは、低中負荷運転時には、圧縮行程末期や吸気行程の初期にキャビティ内に燃料を噴射し、点火プラグの周囲やピストンのキャビティ内に理論空燃比

に近い空燃比（空気と燃料との重量比）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（例えば、２０～３０）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。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、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、車両の発進・加速時に要求される出力が確保される。

通常、筒内噴射エンジンの燃料噴射時期の設定では、燃圧と燃料噴射量とから燃料噴射弁の開弁時間を設定し、次に、例えば吸気行程や圧縮行程中に燃料の噴射が終了するようにその終了時期が決定され、更に、開始時期は終了時点から開弁時間を減ずることにより決定される。また、筒内噴射に要求される高い燃圧を、エンジンにより駆動される機械式燃料ポンプにより発生させている。また、エンジン回転速度がごく低い始動時等には、電動燃料ポンプが発生する低い燃圧を用いている。

ところで、上述した筒内噴射エンジンには、加減速レスポンスがよい反面で、エンジンの始動時や加速時等に好ましくないタイミングで燃料噴射が行われる等の固有の不具合があった。

例えば、エンジン始動時においては、初爆後にエンジ

ン回転速度が急上昇するため、吸気行程中に燃料噴射を終えるべく所定の開始時期から燃料を噴射し始めても、燃料噴射終了時期が圧縮行程にずれ込むことがあった。この場合、筒内圧が電動燃料ポンプが発生する燃圧よりも高くなり、燃料噴射弁にガスが逆流してその内部を汚損する不具合が生じる。

また、エンジンのアイドル運転時に圧縮行程中に燃料噴射終了時期を設定しても、その後に車両の発進・加速等によりエンジン回転速度が上昇すると、終了時期が燃焼行程にずれ込むことがあった。筒内噴射エンジンでは吸気管での燃料の移送遅れがないため、この場合、燃料液滴の気化不良によるスモーク（黒煙）が発生することがある。

燃料噴射の開始時期は、上述したように終了時点と開弁時間とから決定され、燃料噴射制御装置内のタイマにセットされる。ところが、エンジン始動時でエンジン回転速度がごく低い場合等には、開始時期を表す値が、タイマに設定可能な最大値を超えてしまうことがある。この場合、開始時期をタイマにセットできず、燃料噴射を開始することができなくなる。

発明の開示

本発明の目的は、例えば筒内噴射式内燃機関のような、様々なタイミングで燃料噴射を行える内燃機関における燃料噴射量及び燃料噴射時期の設定を常にできるだけ精

度良く行えるようにした、内燃機関用燃料噴射制御装置及び内燃機関の燃料噴射制御方法を提供することにある。

本発明の別の目的は、燃料噴射の開始時期や終了時期を適切に設定し、もって、失火の発生、黒煙の排出および燃料噴射弁内部の汚損等を防止するようにした、内燃機関用燃料噴射制御装置及び内燃機関の燃料噴射制御方法を提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明の一つの態様によれば、内燃機関の気筒に対応して設けられた燃料噴射弁を作動させるための燃料噴射情報を、該内燃機関の運転状態に応じて周期的に演算する燃料噴射情報演算手段と、該燃料噴射情報演算手段で求められた該燃料噴射情報に基づいて、該燃料噴射弁を該内燃機関の作動サイクル毎に作動させる燃料噴射弁駆動手段とを含む内燃機関用燃料噴射制御装置が提供される。

この制御装置は、任意の作動サイクルにおける上記燃料噴射弁の作動前の特定時期に、上記燃料噴射情報演算手段で、求められた燃料噴射情報を、該任意の作動サイクルにおける燃料噴射情報として設定する設定手段と、上記内燃機関の運転情報を出力する運転情報出力手段と、上記設定手段によって設定された上記燃料噴射情報の少なくとも一部を、上記運転情報出力手段によって出力された運転情報に応じて、上記特定時期よりも後の修正時期に修正する修正手段とによって構成されることを特徴

とする。

本発明の制御装置の利点は、例えば燃料噴射量が多く燃料噴射開始時期が早い場合には設定手段により設定された燃料噴射情報に基づいて燃料噴射を行うことができ、また、特定時期から修正時期までの間に運転情報が変化した場合にはこの変化を実際の燃料噴射に反映できることにある。従って、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従し且つ安定した燃焼が得られるような燃料噴射を実現できる。この結果、例えばエンジンの加速運転を速やかに行え、また、エンジンブレーキの発生を速やかに行えるようになる。

好ましくは、上記運転情報出力手段は、上記修正時期に上記燃料噴射手段で求められた燃料噴射情報を上記運転情報として出力する。この場合、特定時期から修正時期までの間の燃料噴射情報の変化があれば、この変化を実際の燃料噴射に反映できる。

より好ましくは、上記燃料噴射情報演算手段によって演算される上記燃料噴射情報は、燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とを含む。この場合、燃料噴射を適切なタイミングで適切な量だけ行うことができ、安定した燃焼が得られるように燃料噴射制御を行うことができる。

燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とから構成される燃料噴射情報を用いる上記好適態様において、好ましくは、上記修正手段は、上記設定手段によって設定された

上記燃料噴射量情報を、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた上記燃料噴射量情報に基づいて修正すると共に、上記設定手段によって設定された上記燃料噴射時期情報を、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた上記燃料噴射時期情報と上記修正時期との関係に基づいて修正する。

この好適態様によれば、燃料噴射量情報を最新のデータに基づいて適切に設定でき、且つ、可能な限り最適なタイミングで燃料噴射を実行できる。従って、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従し且つ安定した燃焼が得られるような燃料噴射を実現できる。

上記好適態様において、好ましくは、上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期よりも上記修正時期が先行する場合には、上記修正時期において上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期と上記修正時期とのうちの遅い方の時期が燃料噴射開始時期となるように上記燃料噴射時期情報を修正する。この場合、最新のデータに基づいて適切な時期に燃料噴射を実行でき、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従し且つ安定した燃焼が得られるような燃料噴射を実現できる。

また、上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記

修正時期よりも先行する場合には、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とする。この場合、修正時期において可能な限り最適に近いタイミングで燃料噴射を実行でき、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従するようにして且つ安定した燃焼が得られるように燃料噴射を実現できる。

また、上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記修正時期よりも先行する場合には、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とすると共に、上記燃料噴射開始時期から上記修正時期に達するまでの燃料噴射時間が、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射時間よりも長い場合には、上記修正時期が燃料噴射終了時期となるように、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報を修正する。この場合、修正時期に要求される燃料量が減少した場合にもこれに追従でき、エンジンの加速性能を向上させつつ、加速の停止又は減速等の要求に対しても燃料噴射が速やかに追従できるようになる。

燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とから構成される燃料噴射情報を用いる好適態様において、好ましくは、上記燃料噴射弁駆動手段は、上記修正手段の修正結果に

基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、特定サイクル中において上記修正時期よりも後の再修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射量情報と上記修正時期に求められた燃料噴射量情報との差に基づいて追加燃料噴射量情報を設定する再修正手段を更に備える。上記燃料噴射弁駆動手段は、上記再修正手段によって設定された上記追加燃料噴射量情報に基づく追加燃料噴射が行われるべく、上記燃料噴射弁を同一作動サイクル内で2回作動させる。

この場合、設定時期から修正時期までの間に、検出された燃料噴射情報が変化すると、この変化が実際の燃料噴射に反映されるようになり、更に、該修正時期よりも後に再修正手段の設定に基づく追加噴射により、修正時期から再修正時期までの間に要求される燃料噴射量の増加に追従して燃料噴射を実現できる。従って、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従し且つ安定した燃焼が得られるような燃料噴射を実現できる。

より好ましくは、上記内燃機関は、燃焼室内に燃料を直接噴射するように上記燃料噴射弁を設置された筒内噴射型内燃機関として構成されると共に、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能である。上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している場合において、上記設定手段に

よって設定された燃料噴射情報を上記修正手段により修正した結果に基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、この燃料噴射弁作動に係るサイクルと同一のサイクルを構成する行程のうち、上記後期噴射モードに対応する行程が実行されている間に、上記追加燃料噴射量情報に基づいて、上記燃料噴射弁を作動させる。この場合、燃料噴射量増加要求に速やかに追従するような燃料噴射量の増加を実現できる。従って、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従し且つ安定した燃焼が得られるような燃料噴射を実現できる。

燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とから構成される燃料噴射情報を用いる好適態様において、好ましくは、上記燃料噴射情報演算手段は、上記燃料噴射時期情報として、上記内燃機関の運転状態に応じた燃料噴射終了時期と、同燃料噴射終了時期と上記燃料噴射量情報とに基づく燃料噴射開始時期とを設定する。この場合、燃料噴射を適切なタイミングで適切な量だけ行うことができ、安定した燃焼が得られるように燃料噴射制御を行うことができる。

上記修正時期に上記燃料噴射手段で求められた燃料噴射情報を上記運転情報として出力する運転情報出力手段を備えた好適態様では、好ましくは、上記内燃機関は、多気筒内燃機関であると共に、各気筒に備えられた燃料噴射弁から各気筒の行程状態に応じて次々に燃料を噴射

するシーケンシャル噴射を行うものである。任意の気筒の上記修正時期は、他の気筒の上記特定時期と同一となるように設定される。この場合、同一データを複数の気筒の燃料噴射弁制御用情報の設定や修正に用いながら効率的に且つ確実に各気筒の燃料噴射を制御することができる。

或いは、上記内燃機関は、気筒内に燃料を直接噴射するように燃料噴射弁を設置された筒内噴射型内燃機関として構成される。この場合、例えば排気行程の他に吸気行程や圧縮行程でも燃料噴射を実現できる。このように広範な時間領域で燃料噴射が可能な筒内噴射型内燃機関に、上述の各種構成要素を付加することで、最新のデータに基づき最適な燃料噴射量や燃料噴射タイミングで燃料噴射を実現できる。これは、筒内噴射型機関の性能向上に大きく貢献する。

筒内噴射型内燃機関を用いる好適態様において、好ましくは、上記内燃機関は、上記内燃機関の主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、上記内燃機関の主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能な4気筒内燃機関である。上記内燃機関の各気筒の上記特定時期は当該気筒の排気行程下死点近傍に設定される。上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している際には、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を上記修正手段に

よって修正して得られた結果に基づき、各気筒の上記燃料噴射弁を作動させる。この場合、例えば前期噴射モードにおいて、上述のように設定、修正、再修正などを通じて燃料噴射制御情報を設定しつつ、設定された制御情報に基づき燃料噴射を行っていくことで、最新のデータに基づく最適な燃料噴射量や燃料噴射タイミングで燃料噴射を実現できる。これは、筒内噴射型機関の性能向上に大きく貢献する。

より好ましくは、上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記後期噴射モードで作動しているときには、各気筒についての上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報に基づき、当該気筒の上記燃料噴射弁を作動させる。この場合、最新のデータに基づく最適な燃料噴射量や燃料噴射タイミングで燃料噴射を実現できる。

本発明による内燃機関用燃料噴射制御装置において、好ましくは、上記運転情報出力手段は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段によって求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを判定する。上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が行われていることが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記燃料噴射終了時期を上記修正時期とする。この場合、内燃機

関のサイクルを構成する行程のうち、前期噴射モードや後期噴射モードに対応しない行程における不所望の燃料噴射が行われることを防止することができる。これにより、有害排出ガス成分の排出量が抑制されると共に燃費が向上する。

この好適態様において、好ましくは、上記内燃機関は、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関である。そして、燃料噴射制御装置は、燃料噴射弁から噴射される燃料の圧力を少なくとも低圧側と高圧側との2段に切り換え可能な燃圧切換手段を更に備える。この場合、エンジン運転状態に応じて燃料圧力を切換え可能であり、エンジン運転状態に関わらず、必要な燃料供給を行うことができる。例えば、エンジン始動時においてエンジンにより駆動される高圧燃料供給源が通常作動していない場合には、エンジン以外の駆動源により駆動される低圧燃料供給源によって燃料供給を行える。

より好ましくは、上記運転情報出力手段は、上記前期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを判定すると共に、上記燃圧切換手段により上記燃料の圧力が上記低圧側に切り換えられているか否かを更に判定し、上記前期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃

料の圧力が上記低圧側に切り換えられていると判定すると、上記修正時期を、吸気行程がほぼ終了する時期に設定する。この場合、燃料噴射弁の開弁時間が圧縮行程にずれ込まなくなり、ガスの逆流による燃料噴射弁内部の汚損が防止される。

また、上記運転情報出力手段は、上記後期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを判定すると共に、上記燃圧切換手段により上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられているか否かを更に判定し、上記後期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられていると判定すると、上記修正時期を、圧縮行程がほぼ終了する時期に設定する。この場合、燃焼行程での燃料噴射が防止され、スモークの発生等が起こらなくなる。

上記特定時期に求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が修正時期において実行されていれば上記燃料噴射終了時期を上記修正時期とする上記好適態様において、好ましくは、上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関である。上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が行われていることが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報

に基づく燃料噴射終了時期と上記修正時期よりも後の所定時期とのいずれか早い方を燃料噴射終了時期として上記燃料噴射弁駆動手段に出力する。この場合、例えば、アイドル運転からの発進時等において、エンジン回転速度の急上昇による燃料噴射の燃焼行程へのずれ込みが防止され、スモークの発生等が起こらなくなる。

本発明による内燃機関用燃料噴射制御装置において、好ましくは、上記運転情報出力手段は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段によって求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを判定する。上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が未だ行われていないことが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記修正時期を燃料噴射開始時期とする。この場合、燃料噴射を必要に応じて強制的に開始させることができる。

この好適態様において、好ましくは、上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関である。この場合、最新のデータに基づく最適な燃料噴射量や燃料噴射タイミングで燃料噴射を実現でき、筒内噴射型機関の性能を向上できる。

より好ましくは、上記運転情報出力手段は、上記燃料

噴射が上記前期噴射モードで行われているか否かを更に判定する。上記修正手段は、上記燃料噴射が上記前期噴射モードで行われていることが上記運転情報出力手段によって判定されたときに、上記燃料噴射情報の上記修正を行う。この場合、前期噴射モードにおいて燃料噴射制御情報を修正しつつ、修正された制御情報に基づき燃料噴射を行っていくことで、最新のデータに基づく最適な燃料噴射量や燃料噴射タイミングで燃料噴射を実現できる。

上記修正時期に燃料噴射が未だ行われていなければ修正時期を燃料噴射開始時期とする上記好適態様において、好ましくは、上記修正時期は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段が求めた燃料噴射情報から求められる燃料噴射開始時期の検出に供される上記特定時期からの経過時間を計時するためのタイマの最大計時可能時間が上記特定時期から経過した時期である。この場合、例えば、エンジン回転速度が低いエンジン始動時において、設定された燃料噴射開始時期を検出するのに必要な計測時間が計時手段の計測容量を超えていた場合にも、燃料噴射を開始させることができる。

本発明の別の態様によれば、内燃機関の運転状態に対応して燃料噴射情報を周期的に演算し、該内燃機関の気筒に対応して設けられた燃料噴射弁を該燃料噴射情報に基づき該内燃機関の作動サイクル毎に作動させる内燃機

関の燃料噴射制御方法が提供される。

この制御方法は、上記内燃機関の任意の作動サイクルにおける特定時期に演算された燃料噴射情報を、該任意の作動サイクルにおける燃料噴射情報として設定する第1ステップと、上記第1ステップにおいて設定された上記燃料噴射情報の少なくとも一部を、上記任意の作動サイクルにおいて上記特定時期よりも後の修正時期に、上記内燃機関の運転情報に応じて修正する第2ステップと、上記第2ステップで修正された燃料噴射情報に基づいて上記燃料噴射弁を当該作動サイクルにおいて作動させる第3ステップとによって構成されることを特徴とする。

この制御方法によれば、本発明の制御装置により奏される利点と同様の利点が奏される。即ち、要求される燃料噴射状態の変化に対して速やかに追従するようにして且つ安定した燃焼が得られるように燃料噴射を実現できる。

本発明の制御方法には、本発明の制御装置についての種々の好適態様に対応する好適態様があり、同等の効果を奏する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施例による内燃機関用燃料制御装置を示す概略ブロック図、

図2は、図1に示した燃料噴射情報演算手段を詳細に示すブロック図、

図３は、図１に示した電子制御ユニットの中央処理装置の機能を示す概略ブロック図、

図４は、図１に示した燃料制御装置が搭載されるエンジンシステムを示す概略図、

図５は、図４に示したエンジンシステムの燃料制御系を示す概略ブロック図、

図６は、ＤＯＨＣエンジンの場合における、図１に示したクランク角センサ及び気筒判別センサの夫々からの出力信号を示す図、

図７は、ＳＯＨＣエンジンの場合におけるクランク角センサ出力信号及び気筒判別センサ出力信号を示す図、

図８は、図３に示した目標トルク設定手段が用いる目標トルク設定マップを示す図、

図９は、図３に示した制御モード設定手段が用いる制御モード設定マップを示す図、

図１０は、図３に示した空燃比設定手段が用いる目標空燃比設定マップを示す図、

図１１は、図３に示した燃料噴射終了時期設定手段が用いる燃料噴射終了時期設定マップを示す図、

図１２は、図３に示した再修正手段が用いる後期補足噴射終了時期設定マップを示す図、

図１３は、図３に示した中央処理装置が実行するインジェクタ制御ルーチンの一部を示すフローチャート、

図１４は、インジェクタ制御ルーチンの残部を示すフ

ローチャート、

図１５は、前期噴射モードにおいて要求燃料量が比較的少ない状態から増加する場合での図１に示した燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図１６は、前期噴射モードにおいて要求燃料量が比較的少ない状態から急増する場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図１７は、前期噴射モードにおいて要求燃料量が多い状態から更に増加する場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図１８は、前期噴射モードにおいて要求燃料量が吸気行程で増加する場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図１９は、前期噴射モードにおいて要求燃料量が多い状態から減少する場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図２０は、後期噴射モードにおける燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図２１は、３６５°ＢＴＤＣ時点から１８５°ＢＴＤＣ時点までの間に後期噴射モードから前期噴射モードに切り替わった場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図２２は、３６５°ＢＴＤＣ時点から１８５°ＢＴＤＣ時点までの間に前期噴射モードから後期噴射モードに

切り替わった場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図２３は、３６５°ＢＴＤＣ時点から１８５°ＢＴＤＣ時点までの間に前期噴射モードから後期噴射モードに切り替わった場合での燃料噴射制御装置の動作を示すタイムチャート、

図２４は、本発明の第２実施例による内燃機関用燃料噴射制御装置が装備されるエンジン制御システムを示す概略ブロック図、

図２５は、図２４に示した筒内噴射エンジンの縦断面図、

図２６は、図２４に示した燃料噴射制御装置が用いる燃料噴射制御マップを示す図、

図２７は、図２４に示した筒内噴射エンジンにおける後期噴射モード時での燃料噴射形態を示す概略斜視図、

図２８は、筒内噴射エンジンにおける前期噴射モード時での燃料噴射形態を示す概略斜視図、

図２９は、図２４に示した燃料噴射制御装置が実行する噴射時期設定サブルーチンのフローチャート、

図３０は、燃料噴射制御装置が実行する第１タイマ制御サブルーチンのフローチャート、

図３１は、同制御装置が実行する第２タイマ制御サブルーチンのフローチャート、

図３２は、噴射開始制御サブルーチンのフローチャー

ト、

図３３は、噴射終了制御サブルーチンのフローチャート、

図３４は、前期噴射停止制御サブルーチンのフローチャート、

図３５は、第１後期噴射停止制御サブルーチンのフローチャート、

図３６は、第２後期噴射停止制御サブルーチンのフローチャート、

図３７は、燃料噴射開始時期の変更時における図２４に示した燃料噴射制御装置の動作を示すタイミングチャート、

図３８は、前期噴射停止制御における同制御装置の動作示すタイミングチャート、

図３９は、第１後期噴射停止制御における制御装置の動作を示すタイミングチャート、および

図４０は、第２後期噴射停止制御における制御装置の動作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

本発明の第１実施例による燃料噴射制御装置が装備される内燃機関は、図４に示すように構成されている。図４において、内燃機関７０は、火花点火式で、かつ、気筒内で燃料を直接噴射する筒内噴射エンジンとして構成され、その燃焼室に通じる吸気通路２および排気通路３

を有している。吸気通路2と燃焼室1とは吸気弁4によって連通制御され、また、排気通路3と燃焼室1とは排気弁5によって連通制御されるようになっている。

また、吸気通路2には、上流側から順に、エアクリーナ6およびスロットル弁7が設けられており、排気通路3には、その上流側から順に排ガス浄化用の触媒コンバータ（三元触媒）9および図示しないマフラが設けられている。なお、吸気通路2には、サージタンク2aが設けられている。また、シリンダヘッド71側からのブローバイガスを吸気通路2に戻すためにブローバイガス流路72が設けられている。

また、スロットル弁7は、ワイヤケーブル（図示略）を介してアクセルペダル（図示略）に連結されており、アクセルペダルの踏込み量に応じてスロットル弁開度が変わるようになっている。更に、スロットル弁7は、図示しないアイドルスピードコントロール用モータ（ISCモータ）によっても開閉駆動されるようになっており、エンジンのアイドリング時にアクセルペダルを踏まなくとも、スロットル弁7の開度を変えることができるようにもなっている。

インジェクタ（燃料噴射弁）8は、気筒内の燃焼室1へ向けて燃料を直接噴射すべく、その開口（燃料噴射ポート）を燃焼室1に臨ませて配されている。詳しくは、インジェクタ8は、後述する形状的な特徴をもったピス

トン７３の頂部７４に向けて燃料を噴射するように配置されている。また、インジェクタ８は各気筒毎に設けられており、本実施例のエンジン７０が直列４気筒エンジンであるとすると、インジェクタ８は４個設けられることになる。

この様な構成により、スロットル弁７の開度に応じてエアクリーナ６を通じて吸入された空気が吸気弁４の開放により燃焼室１内に吸入され、この燃焼室１内で、吸入された空気とインジェクタ８から直接噴射された燃料とが混合される。また、燃焼室１内で点火プラグ３５を適宜のタイミングで点火させることにより、混合気が燃焼せしめられて、エンジントルクを発生させ、次いで、排ガスとして排気通路３へ排出される。排ガス中のＣＯ、ＨＣ、ＮＯｘの３つの有害成分は触媒コンバータ９で浄化される。そして、排ガスは、マフラで消音されて大気側へ放出される。

ところで、このエンジンでは、吸気通路２から燃焼室１内に流入した吸気流が縦渦（逆タンブル流）を形成するように構成されている。

つまり、吸気通路２の燃焼室１近傍（以下、吸気ポートという）２Ａは、気筒軸心線とほぼ平行な向きに向けられており、吸気弁４が開くと、吸気通路２からの吸気流が、燃焼室１内の一側を気筒軸心線とほぼ平行に下方のピストン頂部７４に向かって流れるようになっている。

また、ピストン頂部７４の吸気弁４側には、凹型曲面状に湾曲した凹所（湾曲部）７４Ａが形成されている。更に、ピストン頂部７４の排気弁５側には、凹所７４Ａに近接して、凹所７４Ａよりも隆起した隆起部７４Ｂが形成されている。

これにより、ピストン７３の圧縮行程終了時には、凹所７４Ａとシリンダ７０の内壁とシリンダヘッド７１とにより、コンパクトな燃焼室１が形成される。また、ピストン頂面７４の隆起部７４Ｂと燃焼室１の上部の排気ポート３Ａ側との間には、スキッシュエリアが形成される。

この様な構成により、吸気ポート２Ａから流入した吸気流は下方のピストン頂部７４に向かって流れた後、ピストン頂部７４の凹所７４Ａに沿って案内されて上向きにターンして、縦渦流（逆タンブル流）を形成する。

燃焼室１内で吸気流がこの様な縦渦流を形成するので、この縦渦流を利用しながら例えば燃焼室１の頂部中央に配設された点火プラグ３５の近傍のみに燃料を集めて、点火プラグ３５から離隔した部分では極めてリーンな空燃比状態とすることができる。すなわち、点火プラグ３５の近傍のみを理論空燃比とすることで、安定した燃焼を実現しながら、燃料消費を抑制することができる。

特に、このエンジンは筒内噴射エンジンであるため、燃料噴射の時期に制約がなく、上述の燃料の遍在状態を

実現するのに最も適したタイミングで燃料噴射を行うことができる。この場合の最適な燃料噴射のタイミングが、空気流動の弱い圧縮行程後期であることは知られている。

また、このエンジンから高出力を得る場合には、燃焼室１内全体に理論空燃比の混合気状態にさせて燃焼を行えば良く、この際にも、燃料の霧化及び気化が十分に行われるようなタイミングで燃料噴射を行うことで、効率よく高出力を得ることができる。この場合の最適な燃料噴射のタイミングに関しては、吸気流を利用して燃料の霧化及び気化を促進できるように、吸気行程の初期又は前期には燃料噴射を終えるように設定することが知られている。

ところで、このエンジン７０を制御するために、種々のセンサが設けられている。先ず吸気通路２側には、そのエアクリーナ配設部分に、吸入空気量をカルマン渦情報から検出するエアフローセンサ１１と、吸入空気温度を検出する吸気温センサ１２と、大気圧を検出する大気圧センサ１３とが設けられている。また、スロットル弁配設部分には、スロットル弁７の開度を検出するポテンショメータ式のスロットルセンサ１４、アイドリング状態を検出するアイドルスイッチ１５等が設けられている。また、排気通路３側において触媒コンバータ９の上流側部分には、排ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ（以下、Ｏ２センサという）１７が設けられている。

更に、エンジン冷却水温を検出する水温センサ１９が設けられ、また、図１に示すごとく、クランク角度を検出するクランク角センサ２１（このクランク角センサ２１はエンジン回転数を検出する回転数センサも兼ねている）および第１気筒（基準気筒）の上死点を検出するＴＤＣセンサ（気筒判別センサ）２２がそれぞれディストリビュータに設けられている。

なお、本実施例では、クランク角センサ２１は、シリンダの１サイクル（クランク角７２０°）の各行程（吸気、圧縮、爆発、排気）に対応して、クランク角１８０°毎に一つのオン信号を出力するようになっている。クランク角センサ出力信号は、図６に信号ＳＧＴとして例示するように、クランク角７０°に相当する幅のオン信号と、クランク角１１０°に相当する幅のオフ信号とからなる。オン信号からオフ信号への切替タイミングは各行程の切り替わり時にほぼ対応するが、本実施例では、オン信号からオフ信号への切替タイミングは各行程の切り替わり時点よりも前側に５°だけずれている。

また、気筒判別センサ２２は、ＤＯＨＣエンジンの場合には、シリンダの１サイクル毎に互いに異なる２つのオン信号を出力するようになっている。この場合の気筒判別センサ出力信号を図６に信号ＳＧＣとして例示する。また、気筒判別センサ２２は、ＳＯＨＣエンジンの場合には、シリンダの１サイクル毎に１つのオン信号を出力

するようになっている。この場合の気筒判別センサ出力信号を図７に信号ＳＧＣとして例示する。いずれにしても、これらの信号に基づいて、気筒を判別できる。

そして、これらのセンサからの検出信号は、電子制御ユニット（ＥＣＵ）２３へ入力されるようになっている。

なお、ＥＣＵ２３へは、アクセルペダルの踏込み量を検出するアクセルポジションセンサ２４やバッテリの電圧を検出するバッテリセンサ２５からの電圧信号やエンジン始動時を検出するクランキングスイッチ２０あるいはイグニッションスイッチ（キースイッチ）からの信号も入力されるようになっている。

ところで、ＥＣＵ２３のハードウェア構成は図１及び図２に示すようなものであるが、このＥＣＵ２３はその主要部としてＣＰＵ２７を備えており、このＣＰＵ２７へは、吸気温センサ１２、大気圧センサ１３、スロットルセンサ１４、Ｏ２センサ１７、水温センサ１９、アクセルポジションセンサ２４およびバッテリセンサ２５からの検出信号が入力インタフェイス２８およびＡ／Ｄコンバータ３０を介して入力されると共に、エアフローセンサ１１、クランク角センサ２１、ＴＤＣセンサ２２、アイドルスイッチ１５、クランキングスイッチ２０、イグニッションスイッチ等からの検出信号が入力インタフェイス２９を介して入力されるようになっている。

更に、ＣＰＵ２７は、プログラムデータや固定値デー

タを記憶するＲＯＭ３１との間、データを書き換え可能に記憶するＲＡＭ３２との間、および、フリーランニングカウンタ４８およびバッテリが接続されている間はその記憶内容が保持されるようにバックアップされたバッテリバックアップＲＡＭ（図示せず）との間で、バスラインを介してデータの授受を行うようになっている。

なお、ＲＡＭ３２内のデータはイグニッションスイッチをオフすると消えてリセットされるようになっている。

また、ＣＰＵ２７での演算結果に基づく燃料噴射制御信号は、４つの噴射ドライバ（燃料噴射弁駆動手段）３４を介して、ＣＰＵ２７からインジェクタ８のソレノイド８ａ（正確には、インジェクタソレノイド８ａ用のトランジスタ８ｂ（図５））へ出力されるようになっている。

詳しくは、図５に示すように、ＥＣＵ２３は、ＣＰＵ２７、ＲＯＭ３１、ＲＡＭ３２および複数のポート４６を有するマイクロコンピュータを備えると共に、気筒判別用外部レジスタ（フリップフロップ）４７、フリーランニングカウンタ４８、レジスタ４９～５２、比較器５３～５６およびＲＳフリップフロップ５７～６０等を備えている。

エアフローセンサ１１の出力信号は、ＣＰＵ２７の割込端子ＩＮＴ２に入力される。クランク角センサ２１からのクランク位相信号は、入力インタフェイスとしての

波形整形回路２９で矩形波に整形されてＣＰＵ２７の割込端子ＩＮＴ１に入力される。更に、気筒判別センサ２２からの気筒判別信号は、入力インタフェイスとしての波形整形回路２９で矩形波に整形されてレジスタ４７に入力される。吸気温センサ１２、大気圧センサ１３、Ｏ２センサ１７、水温センサ１９等からの信号は、入力インタフェイスとしてのレベル調整回路２８で適当なレベルに調整され、次いで、アナログ／デジタルコンバータ３０によりアナログ／デジタル変換されて、ポート４６に入力されるようになっている。

また、インジェクタ弁体開閉用インジェクタソレノイド８ａへの直流電源（バッテリ）による給電がスイッチングトランジスタ８ｂによりオンオフ制御されて、インジェクタ８が開閉するようになっている。

今、燃料噴射制御（空燃比制御）に着目すると、ＣＰＵ２７からは後述の手法で演算された燃料噴射用制御信号がドライバ３４（図１）を介して出力され、例えば４つのインジェクタ８を順次駆動させるようになっている。

特に、上述のような筒内噴射エンジンの特徴から見て、燃料噴射の態様として、リーン燃焼による運転（リーン運転）を実現するために圧縮行程後期で燃料噴射を行う後期噴射モードと、理論空燃比燃焼による運転（理論空燃比運転）を実現するために吸気行程の初期または前期には燃料噴射を終える前期噴射モードとが設けられてい

る。

そして、斯かる燃料噴射制御（インジェクタ駆動制御）のために、ＣＰＵ２７は、図１ないし図３に示すように、目標とするエンジン出力トルクを設定する目標トルク設定手段１０１と、前期噴射モードか後期噴射モードのいずれか一方を選択的に設定する制御モード設定手段（噴射モード設定手段）１０２と、燃料噴射情報を検出する燃料噴射情報演算手段１０３とを備えている。

目標トルク設定手段１０１では、図８に例示するマップから、現在のエンジンの作動状態を表すエンジン回転数ＮＥと、要求されるエンジン負荷を表すアクセルペダル踏込み量θＡＣＣとに基づいて、目標トルクＴが設定される。エンジン回転数ＮＥは、前述のように、クランク角センサ２１からの信号に基づいて演算部１０５Ａで算出される。図８に示すように、エンジン回転数ＮＥが低くてアクセルペダル踏込み量θＡＣＣが大きいほど目標トルクＴは大きい値に設定され、逆に、エンジン回転数ＮＥが高くてアクセルペダル踏込み量θＡＣＣが小さいほど目標トルクＴは小さい値に設定される。

制御モード設定手段１０２では、図９に例示するマップから、エンジン回転数ＮＥと目標トルクＴとに応じて、前期噴射モードか後期噴射モードのいずれか一方が選択される。図９に示すように、エンジン回転数ＮＥが低くて目標トルクＴも低い領域では後期噴射モードが選択さ

れ、逆に、エンジン回転数ＮＥまたは目標トルクＴのいずれか一方が低くなければ前期噴射モードが選択される。

燃料噴射情報演算手段１０３は、燃料噴射量すなわち燃料噴射時間（インジェクタ駆動時間）ＰＷ（ｎ）を算出する燃料噴射時間算出手段１０６と、燃料噴射終了時期（インジェクタ作動終了時期）ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）を算出する燃料噴射終了時期算出手段１０７と、これらの算出値に基づいて燃料噴射開始時期（インジェクタ作動開始時期）ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）を算出する燃料噴射開始時期算出手段１０８とを備え、制御モードが前期噴射モードであるか後期噴射モードであるかに応じて、燃料噴射情報ＰＷ（ｎ）、ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）及びＴＩＮＪＯＮ（ｎ）を算出する。

燃料噴射時間（実際の制御の上ではインジェクタ駆動時間に対応するインジェクタ駆動パルス幅）ＰＷ（ｎ）［ｍｓｅｃ］は、前期噴射モードの場合も後期噴射モードの場合も、吸入空気量（１ストローク当たりの吸入空気量）ＱＡＩＲと目標とする空燃比（以下、ＡＦという）とに基づいて、例えば次式（１）に従って算出される。

$$PW(n) = \{QAIR \times \alpha AIR / (\alpha FUEL \times AF)\} \times (1/GINJ) \times K \times 1000 + TD \quad \cdots (1)$$

なお、上式（１）において、ＱＡＩＲは１ストローク当たりの吸入空気量［ﾘｯﾄﾙ／ｽﾄﾛｰｸ］であり、エアフローセンサ１１からの検出信号に基づいて演算部１０５Ｂで算出される。αＡＩＲは空気密度であり、具体的数値は１．

１８［ｇ／ﾘｯﾄﾙ］に設定できる。αFUELは燃料密度であり、具体的数値は０．７４［ｇ／ｃｃ］に設定できる。ＧＩＮＪはインジェクタゲイン［ｃｃ／ｓｅｃ］である。Ｋは各種の燃料補正係数である。ＴＤはインジェクタ無駄時間［ｍｓｅｃ］である。

なお、上式（１）の第１項は基本駆動時間Ｔｂに関わる項であり、また、各種燃料補正係数Ｋは、水温センサ１９で検出されたエンジン冷却水温、吸気温センサ１２で検出された吸気温、大気圧センサ１３で検出された大気圧などに応じて設定される。

上述の空燃比の設定は、空燃比設定手段１０４で行われる。この空燃比設定手段１０４は、図１０に例示するマップから、エンジン回転数ＮＥと目標トルクＴとに応じて空燃比ＡＦを設定する。この空燃比設定マップとしては、前期噴射モード用マップと後期噴射モード用マップとが用意されており、制御モード設定手段１０２で設定された制御モードに応じて、対応するマップが採用される。いずれの場合も、図１０に示すように、エンジン回転数ＮＥや目標トルクＴが低いほどＡＦをリーン側に設定し、逆に、エンジン回転数ＮＥや目標トルクＴが高いほどＡＦをリッチ側に設定する。

前期噴射モードの場合のインジェクタ作動終了時期（燃料噴射終了時期）ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）の算出では、先ず、クランク角度単位の燃料噴射終了時期θＩＮＪを求める。

この燃料噴射終了時期θINJは、図１１に例示するマップから、エンジン回転数ＮＥと目標トルクＴとに応じて設定することもできる。この場合も、前期噴射モード用マップと後期噴射モード用マップとが用意されており、制御モード設定手段１０２で設定された制御モードに応じて、対応するマップが採用される。いずれの場合も、主として目標トルクＴに依存して燃料噴射終了時期θINJが設定され、目標トルクＴが低いほど燃料噴射終了時期θINJは遅れ側に設定され、逆に、目標トルクＴが高いほど燃料噴射終了時期θINJは進み側に設定される。

そして、この燃料噴射終了時期θINJに基づいて、インジェクタ作動終了時期（燃料噴射終了時期）ＴINJOFF（ｎ）が例えば次式（２）に従って算出される。

$$TINJOFF(n) = (365 - \theta INJ) \times [60 / (NE \times 360)] \times 1000 \quad \cdots (2)$$

一方、後期噴射モードの場合のインジェクタ作動終了時期θINJOFF（ｎ）は、クランク角度単位の燃料噴射終了時期θINJに基づいて、例えば次式（３）に従って算出される。

$$TINJOFF(n) = (185 - \theta INJ) \times [60 / (NE \times 360)] \times 1000 \quad \cdots (3)$$

そして、前期噴射モード及び後期噴射モードの双方において、作動開始時期（燃料噴射開始時期）ＴINJON（ｎ）は、燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）及び作動終了時期ＴINJOFF

（ｎ）から、例えば次式（４）に従って算出される。

$$TINJON(n) = TINJOFF(n) - PW(n) \quad \cdots (4)$$

この様な燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）、燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）および燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）の算出は、図１５に例示するように、エンジンの各行程に対応して出力されるクランク角パルスＳＧＴに対応して１８０°毎に繰り返し実行される。詳しくは、ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）、ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）およびＰＷ（ｎ）の算出は、クランク角パルスＳＧＴがオンからオフへ切り替わるタイミングに合わせて、例えば１つの気筒を基準に考えると、上死点（爆発時の上死点）ＴＤＣに向けて、５４５°ＢＴＤＣ（排気行程下死点近傍）、３６５°ＢＴＤＣ（排気行程上死点近傍）、１８５°ＢＴＤＣ（吸気行程下死点近傍）、５°ＴＤＣというように周期的に実行される。

記号ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）、ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）およびＰＷ（ｎ）中の添字ｎは、ｎ回目の算出周期に算出される燃料噴射情報であることを表している。

なお、前期噴射モードの場合については、ある気筒の５４５°ＢＴＤＣが燃料噴射前の特定時期に相当し、３６５°ＢＴＤＣが修正時期に相当し、１８５°ＢＴＤＣが再修正時期に相当する。

各気筒に備えられるインジェクタ８の制御は、この様に燃料噴射情報演算手段１０３で周期的に算出される燃

料噴射情報、すなわち、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）、燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）および燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）に基づいて実行される。

前期噴射モードが選択されていれば、前期噴射モード設定手段１０９で各インジェクタ８の制御情報が設定される。即ち、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）、燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）および燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）が算出されると、仮設定手段（より一般的には設定手段）１１０は、この時点で次が排気行程となる気筒に関して、燃料噴射情報演算手段１０３で算出された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）および燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）を、そのインジェクタ８の前期噴射用制御情報、すなわち、前期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（ｎ）および前記噴射用燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ）として仮設定する。なお、記号ＴＩＮＪＯＮ１（ｎ）及びＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ）中の添字「１」は、各記号が付されている情報が前期噴射用制御情報であることを表している。また、添字「２」を含む記号により後期噴射用制御用情報を表す。

修正手段１１１では、この時点で次が吸気行程となる気筒に関して、前回仮設定されたインジェクタ８の制御情報である燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（ｎ－１）及び燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ－１）が、燃料噴射情報演算手段１０３により今回算出された燃料噴射開始時期

TINJON(n) 及び燃料噴射終了時期TINJOFF(n)で、修正される。

つまり、修正手段111は、次が吸気行程となる気筒が、現在、燃料を噴射している場合には、今回算出された燃料噴射時間PW(n) だけ燃料噴射が行われるように、燃料噴射終了時期TINJOFF(n)を次式(5)に従って設定し、この燃料噴射終了時期TINJOFF(n)にインジェクタ8の駆動を停止するようにする。

$$TINJOFF1(n) = TINJON1(n-1) + PW(n) \quad \cdots (5)$$

但し、今回算出された燃料噴射時間PW(n)にわたる燃料噴射が、この時点で既に行われてしまった場合には、直ちに(この時点で)インジェクタ8を駆動停止させ、これにより、燃料噴射時間(より一般的には燃料噴射状態)を、できる限り今回の算出値に近くなるように修正する。

また、次が吸気行程となる気筒が、現在、燃料を噴射していない場合には、仮設定された燃料噴射開始時期TINJON1(n-1)及び燃料噴射終了時期TINJOFF1(n-1)の夫々は、今回算出された燃料噴射開始時期TINJON(n)及び燃料噴射終了時期TINJOFF(n)に書き換えられる。即ち、この場合には、365°BTDC時点において夫々算出された情報が用いられる。

また、後述する後期噴射モードでは、545°BTD

C時点における仮設定は行われない。従って、例えば、後期噴射モードから前期噴射モードに切り替わった直後であれば、545°BTDC時点における仮設定は行われていない。そこで、この場合も、365°BTDC時点において夫々算出された情報から燃料噴射情報が設定される。

但し、この場合、今回算出された燃料噴射開始時期TINJON(n)が現時点と同一或いは現時点よりも先行(precede)していれば、直ちに(この時点で)インジェクタ8を作動させ、また、燃料噴射終了時期TINJOFF1(n)を次式(6)に従って設定し、これにより、この設定終了時期にインジェクタ8が駆動停止されるようにし、燃料噴射時間をできる限り今回の算出値に近くなるように修正する。

TINJOFF1(n)=180×[60/(NE×360)]×1000+PW(n) ・・・(6)

更に、再修正手段112では、この時点で次が圧縮行程となる気筒に関して、前回の燃料噴射時間PW(n-1)と今回の燃料噴射時間PW(n)との偏差ΔPW[=PW(n)-PW(n-1)]に基づいて、必要に応じて、後期補足噴射制御情報が設定される。

詳しくは、偏差ΔPWを後期補足噴射判定パルス幅(以下、後期補足噴射判定用基準値という)PW1と比較し、前回の燃料噴射時間PW(n-1)に対する今回の

燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）の増分、即ち、偏差ΔＰＷが、この基準値ＰＷ1よりも大きければ、後期補足噴射制御情報を設定して、後期補足噴射を行う。

後期補足噴射制御情報、即ち、後期補足噴射の際のインジェクタの作動開始時期（燃料噴射開始時期）ＴＩＮＪＯＮ'（ｎ）及び作動終了時期（燃料噴射終了時期）ＴＩＮＪＯＦＦ'（ｎ）は、後期補足噴射制御用のクランク角度単位の燃料噴射終了時期θＩＮＪ'に基づいて、例えば次式（７）及び（８）に従って設定される。

$$TINJOFF'(n) = (185 - \theta INJ') \times [60/(NE \times 360)] \times 1000 \quad \cdots (7)$$

$$TINJON'(n) = TINJOFF'(n) - \Delta PW \quad \cdots (8)$$

燃料噴射終了時期θＩＮＪ'は、図１２に例示するマップからエンジン回転数ＮＥと偏差ΔＰＷとに応じて設定することができる。この場合のマップも、前期噴射モード用マップと後期噴射モード用マップとが用意されており、制御モード設定手段１０２で設定された制御モードに応じて対応するマップが採用される。いずれの場合も、主として偏差ΔＰＷに依存して燃料噴射終了時期θＩＮＪ'が設定され、偏差ΔＰＷが小さいほど燃料噴射終了時期θＩＮＪ'は遅れ側に設定され、逆に、偏差ΔＰＷが大きいほど燃料噴射終了時期θＩＮＪ'は進み側に設定される。

現在、後期噴射モードが選択されていれば、後期噴射

モード時設定手段１１３で各インジェクタ８の制御情報が設定される。即ち、次が圧縮行程となる気筒に関して、燃料噴射情報演算手段１０３で算出された後期噴射の燃料噴射開始時期ＴINJON2（ｎ）及び燃料噴射停止時期ＴINJOFF2（ｎ）をインジェクタ８の制御情報として設定する。

また、前期噴射モードから後期噴射モードにモード設定が切り替わった直後には、この時点で次が圧縮行程となる気筒では、この圧縮行程前の吸気行程または排気行程で既に燃料噴射を行っているので、燃料噴射時期についての後期噴射への切替は次回から行う。

また、後期噴射モードから前期噴射モードにモード設定が切り替わった直後には、この時点で次が圧縮行程となる気筒については、後期噴射モード時設定手段１１３で設定された燃料噴射情報に基づきそのまま後期噴射を行う。また、この次の気筒、即ち、次が吸気行程となる気筒については、前期噴射モード時設定手段１０９の修正手段１１１は、この時点で燃料噴射情報演算手段１０３で算出された燃料噴射情報ＴINJON（ｎ）、ＴINJOFF（ｎ）を、インジェクタ８の前期噴射用制御情報として設定する。

但し、この場合も、今回算出された燃料噴射開始時期ＴINJON（ｎ）が現時点と同一或いは現時点よりも先行していれば、直ちに（この時点で）インジェクタ８を作

動させ、燃料噴射終了時期TINJOFF1（n）を前記の式（6）により設定し、インジェクタ8をこの設定時期に駆動停止させることで、燃料噴射時間を、できる限り今回の算出値に近くなるように修正する。

更に、後期噴射モードから前期噴射モードにモード設定が切り替わった直後には、次が排気行程となる気筒については、仮設定手段110において、この時点で燃料噴射情報演算手段103で算出された燃料噴射情報TINJON（n）およびTINJOFF（n）が、インジェクタ8の前期噴射用制御情報として仮設定される。

以下、図13及び図14に示すフローチャート（インジェクタ制御ルーチン）を参照して、上述の構成の内燃機関用燃料噴射制御装置の作動、すなわち、本発明の一実施例による内燃機関の燃料噴射制御方法を説明する。

図13のステップS1では、現時点がインジェクタ制御タイミングであるか否かが判断される。そして、現時点がインジェクタ制御タイミングであれば、燃料噴射情報が検出（算出）される。図13及び図14のインジェクタ制御ルーチンは、クランク角180°毎に、即ち、545°BTDC、365°BTDC、185°BTDC、5°BTDCというタイミングで順次送出される割込パルスによってトリガされる。

燃料噴射情報の設定では、ステップS2で、要求されるエンジン負荷を表すアクセルペダル踏込み量θACCと、

現在のエンジン作動状態を夫々表すエンジン回転数ＮＥおよび１ストローク当たりの吸入空気量ＱＡＩＲとが求められる。アクセルペダル踏込み量θＡＣＣは、アクセルポジションセンサ２４の検出情報を処理することで得られる。エンジン回転数ＮＥはクランク角センサ２１の検出情報を処理することで得られ、また、１ストローク当たりの吸入空気量ＱＡＩＲはエアフローセンサ１１からの検出情報を処理することで得られる。

次いで、制御フローはステップＳ３に進み、マップ（図８～図１１参照）に基づいて、目標トルクＴ、制御モード、空燃比ＡＦおよび燃料噴射終了時期θＩＮＪが夫々算出される。

即ち、図８に示すマップから、エンジン回転数ＮＥ及びアクセルペダル踏込み量θＡＣＣに基づいて目標トルクＴが設定される。更に、図９に示すマップから、エンジン回転数ＮＥ及び目標トルクＴに基づいて、燃料噴射モードが前期噴射モードか後期噴射モードのいずれかに設定される。また、図１０に示すマップから、燃料噴射モードに応じて、エンジン回転数ＮＥ及び目標トルクＴに基づいて空燃比ＡＦが設定され、図１１に示すマップから、燃料噴射モードに応じて、エンジン回転数ＮＥ及び目標トルクＴに基づいて燃料噴射終了時期ＱＩＮＪ（クランク角単位）が求められる。

そして、制御フローはステップＳ４に進み、前期噴射

モードか後期噴射モードかが判断される。前期噴射モードならば制御フローはステップＳ５に進み、燃料噴射終了時期算出手段１０７により燃料噴射終了時期（インジェクタ作動終了時期）ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）が算出される。また、斯く算出された燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）と燃料噴射時間算出手段１０６で算出された燃料噴射量すなわち燃料噴射時間（インジェクタ駆動時間）ＰＷ（ｎ）とから、燃料噴射開始時期（インジェクタ作動開始時期）ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が、燃料噴射開始時期算出手段１０８によって算出される。

更に、制御フローはステップＳ６に進んで、算出された燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）及び燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が、次に排気行程となる気筒のインジェクタ制御のための燃料噴射情報として、仮設定手段１１０により仮設定される。

そして、制御フローはステップＳ７に進み、前回設定された制御情報ＴＩＮＪＯＮ（ｎ－１）に基づく燃料噴射が、次に吸気行程となる気筒において実行されているか否かが判断される。燃料噴射が実行されていれば、制御フローはステップＳ８に進んで、このまま燃料噴射を継続しながら今回算出された燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）だけ燃料噴射が行われるように、前記の式（５）に従って燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ）が修正手段１１１により設定され、この設定終了時期にインジェクタ８の駆動を停止

するようにする。

但し、この時点で、今回算出された燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）だけ燃料噴射が既に行われてしまった場合には、直ちに（この時点で）インジェクタ８の駆動を停止するように、燃料噴射終了時期が修正手段１１１により設定され、これにより、燃料噴射時間が、今回の算出値にできる限り近いものに修正される。

燃料噴射が実行されていなければ、制御フローはステップＳ７からステップＳ９に進んで、今回算出された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が現時点と同一或いは現時点よりも先行しているか否かが判断される。例えば次式（９）が成立すれば、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が現時点と同一または現時点よりも先行していると判断できる。

ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）≦１８０×［６０／（ＮＥ×３６０）］×１０００　・・・（９）

燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が現時点と同一あるいは現時点よりも先行していれば、制御フローはステップＳ１０に進んで、修正手段１１１により、この時点で直ちにインジェクタ８が作動され、また、燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ）が前記の式（６）に従って設定され、この設定終了時期にインジェクタ８が駆動停止されるようにする。これにより、燃料噴射時間が今回の算出値に出来る限り近くなるように修正される。

また、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）が現時点と同一あるいは現時点よりも先行していなければ、制御フローはステップＳ１１に進み、前回仮設定された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（ｎ－１）および燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（ｎ－１）が、今回算出された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（ｎ）及び燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ（ｎ）へ修正手段１１１によって書き換えられる。

そして、ステップＳ４、Ｓ８、Ｓ１０又はＳ１１が終了すると、制御フローは図１４のステップＳ１２に進んで、前回に設定されたＴＩＮＪＯＮ１（ｎ－１）または前々回に設定されたＴＩＮＪＯＮ１（ｎ－１）に基づく燃料噴射が、次が圧縮行程の気筒において実行済みであるか否かが判断される。

燃料噴射が実行済みであれば、たとえ後期噴射モードに切り替わっていた場合でも、後期噴射モードを実行することなく、制御フローはステップＳ１３に進む。

ステップＳ１３では、前回の燃料噴射時間ＰＷ（ｎ－１）と今回の燃料噴射時間ＰＷ（ｎ）との偏差ΔＰＷ［＝ＰＷ（ｎ）－ＰＷ（ｎ－１）］が後期補足噴射判定用基準値ＰＷ１よりも大きいか否かが判断される。偏差ΔＰＷが基準値ＰＷ１よりも大きければ、制御フローはステップＳ１４に進んで、後期補足噴射制御情報が再修正手段１１２により設定され、後期補足噴射が行われるようにする。

ステップＳ１４では、図１２に例示するマップから、

エンジン回転数ＮＥと偏差ΔＰＷとに応じて燃料噴射終了時期θINJ'が設定される。そして、この燃料噴射θINJ'に基づいて、前述の式（７）及び式（８）に従って、後期補足噴射の際のインジェクタの作動開始時期（燃料噴射開始時期）ＴINJON'（ｎ）及び作動終了時期（燃料噴射終了時期）ＴINJOFF'（ｎ）が設定される。

一方、ステップＳ１２で燃料噴射が実行済みでないと判断されれば（これは、現在、後期噴射モードが選択されかつ現時点が後期噴射モードに切り替わった直後ではない場合に相当する）、制御フローはステップＳ１５に進んで、燃料噴射開始時期ＴINJON（ｎ）と燃料噴射終了時期ＴINJOFF（ｎ）とが算出される。次のステップＳ１６では、両該算出値が、次に圧縮行程となる気筒のインジェクタ制御のための燃料噴射情報である燃料噴射開始時期ＴINJON1（ｎ）及び燃料噴射終了時期ＴINJOFF1（ｎ）として、設定される。

ここで、図１５～図２３に示すタイムチャートを参照して、４気筒エンジンをモデルにした上述の燃料噴射の制御例を説明する。各タイムチャートは、第１気筒（＃１気筒）の圧縮上死点に至る４行程（爆発行程、排気行程、吸気行程、圧縮行程）での燃料噴射情報の設定を主に示す。

先ず、図１５に示すタイムチャートは、前期噴射モードにおいて要求燃料量が比較的少ない状態から増加する

場合の燃料噴射制御を示す。

図１５中、５４５°ＢＴＤＣ時点において、燃料噴射終了時期ＴINJOFF（１）及び燃料噴射開始時期ＴINJON（１）［図１５にはＴOFF1及びＴON1で夫々示す］が算出される。また、この５４５°ＢＴＤＣ時点で、両該算出時期ＴINJOFF（１）及びＴINJON（１）が、第１気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射情報である燃料噴射終了及び開始時期ＴINJOFF1（１）及びＴINJON1（１）として、仮設定される。５４５°ＢＴＤＣ時点で仮設定された燃料噴射開始時期ＴINJON1（１）は、図１５に示すように、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも後である。

そして、３６５°ＢＴＤＣ時点では、燃料噴射開始時期ＴINJON（２）及び燃料噴射終了時期ＴINJOFF（２）［図１５にはＴOFF2及びＴON2で夫々示す］が算出される。

第１気筒への燃料噴射は３６５°ＢＴＤＣ時点以後であれば開始可能なので、３６５°ＢＴＤＣ時点において、第１気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射情報は、３６５°ＢＴＤＣ時点で算出された燃料噴射開始時期ＴINJON（２）及び燃料噴射終了時期ＴINJOFF（２）へ書き換えられる。図１５の例では、５４５°ＢＴＤＣ時点から３６５°ＢＴＤＣ時点までの僅かな期間内に要求燃料量が変化するが、上記設定手順によれば、変化後の要求燃料量に適合する燃料噴射を実行でき、これにより、よ

り速やかな加速を安定して行えるようになる。

また、３６５°ＢＴＤＣ時点で算出された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ（２）及び燃料噴射終了時期ＩＮＪＯＦＦ（２）は、第１気筒の次に燃焼する第３気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射情報として、仮設定される。

図１６に示すタイムチャートは、前期噴射モードにおいて要求燃料量が比較的少ない状態から急増する場合の燃料噴射制御を示す。

５４５°ＢＴＤＣ時点において仮設定される第１気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１及び前期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（１）は、図１５に示すものとほぼ同様である。従って、仮設定された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（１）は、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも後である。

一方、第１気筒に関連して３６５°ＢＴＤＣ時点で算出される燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）は、図１６に「書替え後パルス」に関連して破線で示すように、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも前である。この様に３６５°ＢＴＤＣ時点で燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）が既に経過していれば、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）に第１気筒への燃料噴射を開始することはできない。この場合、３６５°ＢＴＤＣ時点でのＴＩＮＪＯＮ１（１）からＴＩＮＪＯＮ１（２）への書き換えを行わずに、図１６に「書替え後パルス」に関連して実線で示すように、第１気筒への燃料

噴射を３６５°ＢＴＤＣ時点で即座に開始する。また、設定された燃料噴射時間ＰＷ（２）［図１６にはＰＷ2で示す］が得られるように、燃料噴射終了時期ＴINJOFF1（２）は、燃料噴射開始時期ＴINJON1（２）の遅れ分だけ後にシフトされる（図１６に示す「書替え後パルス」の後縁を参照）。この結果、要求どおりの時期に燃料噴射を開始できないものの、要求時期に近いタイミングで燃料噴射を開始できる。しかも、５４５°ＢＴＤＣ時点から３６５°ＢＴＤＣ時点までの僅かな期間で急変する要求燃料量に応じた燃料噴射を行え、より速やかな加速を安定して行えるようになる。

図１５の場合と同様、燃料噴射開始時期ＴINJON（２）および燃料噴射終了時期ＴINJOFF（２）は、第１気筒の次に燃焼する第３気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射情報として仮設定される。

図１７に示すタイムチャートは、前期噴射モードにおいて要求燃料量が多い状態から更に増加する場合の燃料噴射制御を示す。

図１５及び図１６の場合と同様、図１７の場合には、５４５°ＢＴＤＣ時点で、第１気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射開始時期ＴINJON1（１）及び燃料噴射終了時期ＴINJOFF1（１　が仮設定される。図１７に「書替え前パルス」に関連して実線で示すように、仮設定時期ＴINJON1（１）は、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも

前である。この場合、第１気筒への燃料噴射は、仮設定された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（１）に開始される。換言すれば、３６５°ＢＴＤＣ時点では燃料噴射は既に開始されている。

また、３６５°ＢＴＤＣ時点で、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）及び燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（２）が算出される。斯く算出された燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）は、図１７に「書替え後パルス」に関連して破線で示すように、仮設定した燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（１）よりも前であり、従って、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも前である。当然ながら、既に経過してしまった燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）に燃料噴射を開始することはできない。この場合には、ＴＩＮＪＯＮ１（１）時点で開始された燃料噴射を継続する。また、３６５°ＢＴＤＣ時点に設定される燃料噴射時間ＰＷ（２）［図１７にはＰＷ２で示す］が得られるように、燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（２）を設定する。従って、最も望ましい燃料噴射タイミングよりもやや後にシフトしたタイミングで、実際の燃料噴射が行われることになる（図１７に示す「書替え後パルス」を参照）。

この結果、要求どおりの燃料噴射時期を完全には実現できないが、これに近いタイミングで燃料を噴射しながら、僅かな期間で急変する要求燃料量に対応して燃料噴射を実行でき、より速やかな加速を安定して行えるよう

になる。

図１７の場合も、燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）及び燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（２）が、第１気筒の次に燃焼する第３気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射情報として仮設定される。

図１８に示すタイムチャートは、前期噴射モードにおいて要求燃料量が吸気行程で増加する場合の燃料噴射制御を示す。

図１５の場合と同様、図１８の場合、５４５°ＢＴＤＣ時点で設定されかつ３６５°ＢＴＤＣ時点で修正された燃料噴射情報に従って、第１気筒では吸気行程初期に燃料噴射が行われる。そして、１８５°ＢＴＤＣ時点で燃料噴射時間ＰＷ（３）が算出される。図１８の場合、要求燃料量が時間経過につれて増大するので、この燃料噴射時間ＰＷ（３）は、第１気筒での実行済みの燃料噴射に係りかつ３６５°ＢＴＤＣ時点で算出された燃料噴射時間ＰＷ（２）よりも大きい。そして、この燃料噴射時間の増分（偏差）ΔＰＷ［＝ＰＷ（３）－ＰＷ（２）］が所定量ＰＷ１よりも大きければ、この偏差ΔＰＷやエンジン作動状態（エンジン回転数ＮＥ）に応じた開始時期および終了時期で、第１気筒への追加燃料噴射が行われる。この結果、増加する要求燃料量に対応して追加燃料噴射を行え、より速やかな加速を安定して行えるようになる。

図１９に示すタイムチャートは、前期噴射モードにお

いて要求燃料量が多い状態から減少する場合の燃料噴射制御を示す。

５４５°ＢＴＤＣ時点で仮設定された第１気筒のインジェクタの前期噴射用燃料噴射開始時期ＴＯＮＪＯＮ１（１）は、３６５°ＢＴＤＣ時点よりも前である。従って、３６５°ＢＴＤＣ時点では第１気筒への燃料噴射が既に開始されている。また、５４５°ＢＴＤＣ時点では、燃料噴射時間ＰＷ（１）が仮設定されている。その一方で、図１９の場合、要求燃料量は時間経過につれて減少する。そこで、３６５°ＢＴＤＣ時点において燃料噴射時間ＰＷ（２）が算出され、この燃料噴射時間ＰＷ（２）の分だけ第１気筒への燃料噴射が実行済みであれば、燃料噴射は即座に停止される（図１９に実線で示す「書替え後パルス」を参照）。

これにより、燃料噴射時間ＰＷを燃料噴射時間ＰＷ（２）に近い値まで減少させることができる。この結果、要求どおりの燃料噴射タイミングや燃料噴射量とはならないものの、燃料噴射量を要求燃料噴射量に近くなるように修正でき、加速の抑制または所謂エンジンブレーキの作動を速やかに行える。

図２０に示すタイムチャートは、後期噴射モードでの燃料噴射制御を示す。

後期噴射の際には、１８５°ＢＴＤＣ時点で算出された後期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ２（３）及び後期

噴射用燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ２（３）が、後期噴射用燃料噴射情報として設定される。この後期噴射では、圧縮行程の後期の、空気流動が弱い時期に、比較的少ない燃料を点火プラグの近傍へ噴射できる。点火プラグ近傍のみを理論空燃比に近い空燃比状態とし、また、これ以外の部分では極めてリーンな空燃比状態とし、これにより、少量の燃料で良好な燃焼が得られる。なお、１８５°ＢＴＤＣ時点での設定は、常時、１気筒分について行われる。

図２１に示すタイムチャートは、３６５°ＢＴＤＣ時点から１８５°ＢＴＤＣ時点までの間に後期噴射モードから前期噴射モードに切り替わった場合の燃料噴射制御を示す。

図２１の場合、噴射モードの切替時点において、第１気筒での吸気行程が既に開始されており、吸気行程を既に終えようとしていることもある。一方、前期噴射は吸気行程の初期または前期に行う必要がある。従って、第１気筒に対する今回の燃料噴射を前期噴射モードで行うことは、不適切であったり、実行不能である。但し、第３気筒以降の気筒については前期噴射を行える。そこで、第１気筒については今回は後期噴射が行われ、また、第３気筒以降の気筒については前期噴射が行われる。

このため、１８５°ＢＴＤＣ時点では、後期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ２（３）及び後期噴射用燃料噴射

終了時期TINJOFF2(3)ならびに前期噴射用燃料噴射開始時期TINJON1(3)及び前期噴射用燃料噴射終了時期TINJOFF1(3)が設定される。後期噴射用燃料噴射開始時期TINJON2(3)及び後期噴射用燃料噴射終了時期TINJOFF2(3)は第1気筒のためのものである。前期噴射用燃料噴射開始時期TINJON1(3)及び前期噴射用燃料噴射終了時期TINJOFF1(3)は、第3気筒に対しては修正用(本設定用)の情報として供され、第4気筒に対しては仮設定用の情報として供される。

なお、このとき、前期噴射用燃料噴射開始時点TINJON1(3)が185°BTDC時点よりも前であれば、第3気筒に関しては、図16に基づく先の説明のように、燃料噴射を185°BTDC時点で即座に開始する。また、設定された燃料噴射時間PW(3)が得られるように、燃料噴射終了時期TINJOFF1(3)は、燃料噴射開始時期TINJON1(2)の遅れ分だけ後にシフトされる。また、図21に第3気筒について破線で示す「書替え後パルス」は、必要に応じて後期補足噴射が行われることを表す。

この様にして、後期噴射モードから前期噴射モードへの切替が、円滑にかつ速やかに行われる。

図22に示すタイムチャートは、365°BTDC時点から185°BTDC時点までの間に前期噴射モードから後期噴射モードに切り替わった場合の燃料噴射制御を示す。

図２２の例では、噴射モード切替時点において第１気筒で吸気行程が実行中であって、吸気行程が終わろうとしてこともある。従って、第１気筒では、噴射モード切替時点よりも前の３６５°ＢＴＤＣ時点で設定された前期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）及び前記噴射用燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ１（２）に基づく前期噴射が既に開始されており、既に終了していることもある。そこで、第１気筒については、今回は後期噴射は行わず、次回から後期噴射が行われる。図２２に第１気筒について破線で示す「書替え後パルス」は、必要に応じて後期補足噴射が行われることを表す。

この例のように、前期噴射での噴射量が多くなれば、１８５°ＢＴＤＣ時点において、第３気筒では燃料噴射が未だ開始されていないので、第３気筒については前期噴射モードから後期噴射モードへの切り換えが間に合う。そこで、第３気筒については、この回から後期噴射に切り換える。即ち、１８５°ＢＴＤＣ時点で設定された後期噴射用の燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ２（２）及び燃料噴射終了時期ＴＩＮＪＯＦＦ２（２）に基づいて、圧縮行程の後期で後期噴射を行う（図２２に第３気筒について実線で示すパルスを参照（図２２に第３気筒について破線で示すパルスはキャンセルされる））。勿論、これ以降は、再び前期噴射モードに切り換えられるまでは、各気筒について後期噴射モードが適用される。

この様にして、前期噴射モードでの燃料噴射と後期噴射モードでの燃料噴射とが重なる二重噴射等を招くことなく、前期噴射モードから後期噴射モードへの切り換えが円滑にかつ速やかに行われる。

図２３に示すタイムチャートは、図２２に示すものと同様、３６５°ＢＴＤＣから１８５°ＢＴＤＣまでの間に前期噴射モードから後期噴射モードに切り替わった場合の燃料噴射噴射制御を示す。

第１気筒については、前記と同様、前期噴射が終了しているので、今回は後期噴射は行わずに、次回から後期噴射を行う。

そして、この例のように、前期噴射での噴射量が多く、１８５°ＢＴＤＣ時点において、３６５°ＢＴＤＣ時点で仮設定された前期噴射用燃料噴射開始時期ＴＩＮＪＯＮ１（２）に基づく前期噴射が第３気筒で既に開始されていれば、第３気筒についてはこのまま前期噴射モードでの燃料噴射を続行する。この場合の燃料噴射終了時期は、ＴＩＮＪＯＮ１（２）と１８５°ＢＴＤＣ時点で設定された燃料噴射時間ＰＷ（３）とから設定される。第３気筒についても次回からは後期噴射を行う。勿論、これ以降は、再び前期噴射モードに切り換えられるまでは各気筒とも後期噴射モードでの燃料噴射を実行する。なお、図２３に破線の「書替え後パルス」で示すように、第１及び第３気筒については必要に応じて後期補足噴射が行われる。

この様にして、前期噴射モードでの燃料噴射と後期噴射モードでの燃料噴射とが重なる二重噴射などを招くことなく、前期噴射モードから後期噴射モードへの切換えが円滑にかつ速やかに行われる。

以下、本発明の第２実施例による内燃機関用燃料噴射制御装置を詳細に説明する。

図２４及び図２５において、参照符号２０１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）を示し、このエンジン２０１は、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。

エンジン２０１のシリンダヘッド２０２には、各気筒毎に点火プラグ２０３と共に電磁式の燃料噴射弁２０４が取り付けられており、この燃料噴射弁２０４から燃焼室２０５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２０６内に上下摺動自在に配されたピストン２０７の頂面には半球状のキャビティ２０８が形成され、このキャビティ２０８は、ピストン２０７が上死点近傍にあるときに、燃料噴射弁２０４からの燃料噴霧が到達するような位置に設けられている。また、エンジン２０１の理論圧縮比は、吸気管噴射型のものに比べて高い値（本実施例では１２程度）に設定されている。エンジン２０１の動弁機構はＤＯＨＣ４弁式であって、シリンダヘッド２０２の上部には、吸排気弁２０９及び２

１０をそれぞれ駆動する吸気側カムシャフト２１１および排気側カムシャフト２１２が回転自在に支持されている。

シリンダヘッド２０２には、両カムシャフト２１１，２１２の間を抜けるようにして、略直立方向に吸気ポート２１３が形成されており、この吸気ポート２１３を通過した吸気流が燃焼室２０５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。

一方、排気ポート２１４は、通常のエンジンのものと同様に略水平方向に形成され、大径のＥＧＲポート２１５（図２４）が排気ポート２１４から斜めに分岐している。図２４及び図２５中、参照符号２１６は冷却水温ＴＷを検出する水温センサを示し、２１７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を出力するベーン型のクランク角センサであり、２１９は点火プラグ２０３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。

図２４に示すように、吸気ポート２１３には、サージタンク２２０を有する吸気マニホールド２２１を介して、エアクリーナ２２２，スロットルボディ２２３及びステ

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）２２４を具えた吸気管２２５が接続している。更に、吸気管２２５には、スロットルボディ２２３を迂回して吸気マニホールド２２１に吸入気を導入する、大径のエアバイパスパイプ２２６が併設されており、同パイプ２２６にはステッパモータ式で大型のＡＢＶ（エアバイパスバルブ）２２７が設けられている。尚、エアバイパスパイプ２２６は、吸気管２２５の流路面積に準ずる流路面積を有しており、ＡＢＶ２２７の全開時にはエンジン２０１の低中速域で要求される量の吸入空気がＡＢＶ２２７を介して流通可能となっている。

また、スロットルボディ２２３には、流路を開閉するバタフライ式のスロットルバルブ２２８と、スロットルバルブ２２８の開度θTHを検出するスロットルセンサ２２９と、スロットルバルブ２２８の全閉状態を検出するアイドルスイッチ２３０とが備えられている。図２４中、参照符号２３１は、吸気管圧力Ｐｂを検出するブースト圧（ＭＡＰ：Manifold Absolute Pressure）センサを示し、センサ２３１はサージタンク２２０に接続している。

一方、排気ポート２１４には、Ｏ２センサ２４０が取付けられた排気マニホールド２４１を介して、三元触媒２４２や図示しないマフラー等を具えた排気管２４３が接続している。また、ＥＧＲポート２１５は、大径のＥＧＲパイプ２４４を介して、吸気マニホールド２２１の

上流に接続されており、ＥＧＲパイプ２４４にはステッパモータ式のＥＧＲバルブ２４５が設けられている。

燃料タンク２５０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２５０に貯留された燃料は、電動式の低圧燃料ポンプ２５１に吸い上げられ、低圧フィードパイプ２５２を介して、エンジン２０１側に送給される。低圧フィードパイプ２５２内の燃圧は、リターンパイプ２５３の管路に介装された第１燃圧レギュレータ２５４により比較的低圧（本実施例では３．３５kg／mm2）に調圧され、これにより低燃圧を得るようにしている。エンジン２０１側に送給された燃料は、シリンダヘッド２０２に取り付けられた高圧燃料ポンプ２５５により、高圧フィードパイプ２５６とデリバリパイプ２５７とを介して、各燃料噴射弁２０４に送給される。本実施例の場合、高圧燃料ポンプ２５５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２１２により駆動され、エンジン２０１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２５７内の燃圧は、リターンパイプ２５８に介装された第２燃圧レギュレータ２５９により比較的高圧（本実施例では５０kg／mm2）に調圧され、これにより高燃圧を得るようにしている。

図２４中、参照符号２６０は、第２燃圧レギュレータ２５９に取付けられた電磁式の燃圧切換弁を示し、切換

弁２６０は、オン状態で燃料をリリーフして、デリバリパイプ２５７内の燃圧を所定値（例えば３．３５kg／mm２）に低下させる。また、２６１は、高圧燃料ポンプ２５５の潤滑や冷却等を行った燃料を燃料タンク２５０に還流させるリターンパイプである。

車室内には、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（ＲＯＭ，ＲＡＭ，ＢＵＲＡＭ等），中央処理装置（ＣＰＵ），タイマカウンタ等を具えたＥＣＵ（エンジン制御ユニット）２７０が設置されており、このＥＣＵ２７０によりエンジン２０１の総合的な制御を行う。ＥＣＵ２７０の入力側には、上述した各種のセンサ類等からの検出情報が入力する。ＥＣＵ２７０は、これらの検出情報に基づき、燃料噴射モード（制御モード）や燃料噴射量を始めとして、点火時期やＥＧＲガスの導入量等を決定し、燃料噴射弁２０４や点火コイル２１９，ＥＧＲバルブ２４５等を駆動制御する。尚、ＥＣＵ２７０には、その入力側に図示しない多数のスイッチやセンサ類が接続する一方で、出力側にも図示しない各種警告灯や機器類等が接続している。

以下、ＥＣＵ７０によるエンジン制御の概要を説明する。

エンジン２０１の冷態時に運転者がイグニッションキーをオン操作すると、ＥＣＵ２７０は、低圧燃料ポンプ

２５１と燃圧切換弁２６０とをオンにして、燃料噴射弁２０４に低燃圧の燃料を供給する。これは、エンジン２０１の停止時やクランキング時には、高圧燃料ポンプ２５５が全くあるいは不完全にしか作動しないので、低圧燃料ポンプ２５１の吐出圧と燃料噴射弁２０４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２０１がクランキングされ、これと同時に、ＥＣＵ２７０による燃料噴射制御が開始される。エンジン始動中、ＥＣＵ２７０は、前期噴射モードを選択し、また、比較的リッチな空燃比となるような量の燃料を燃料噴射弁２０４から噴射させる。これは、冷機時には燃料の気化率が低いことから、吸気行程で燃料噴射を行うためである。冷機時に後期噴射モード（すなわち圧縮行程）で燃料噴射を行った場合には、燃料の気化が十分におこなわれず、失火の発生や未燃燃料（ＨＣ）の排出が避けられない。

また、エンジン始動中は、ＥＣＵ２７０によりＡＢＶ２２７が閉鎖されるため、燃焼室２０５への吸入空気の供給は、スロットルバルブ２２８やＩＳＣＶ２２４を介して行われる。尚、ＩＳＣＶ２２４及びＡＢＶ２２７はＥＣＵ２７０により一元管理されており、スロットルバルブ２２８を迂回する吸入気（バイパスエア）の必要導

入量に応じて、ＩＳＣＶ２２４及びＡＢＶ２２７の夫々の開弁量が決定される。

エンジン２０１の始動が完了してエンジンがアイドル運転を開始すると、高圧燃料ポンプ２５５が定格の吐出作動を始める。そこで、ＥＣＵ２７０は、燃圧切換弁２６０をオフにして燃料噴射弁２０４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２０４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、エンジン始動の完了時点から冷却水温ＴＷが所定値に上昇するまでは、ＥＣＵ２７０は、エンジン始動時と同様に前期噴射モードを選択すると共に、ＡＢＶ２２７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ＩＳＣＶ２２４によって行われる。更に、エンジン始動時から時間が経過してＯ２センサ２４０が活性温度に達すると、ＥＣＵ２７０は、Ｏ２センサ２４０の出力電圧に応じた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２４２により浄化させる。

上述のように、冷機時には、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２１３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２０１の暖機が終了すると、ＥＣＵ２７０は、

吸気管圧力Ｐｂやスロットル開度θTH等から得た目標平均有効圧Ｐｅと、エンジン回転速度Ｎｅとに基づき、図２６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する。そして、検索した燃料噴射制御領域に基づいて、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射モードと燃料噴射量とを決定して燃料噴射弁２０４を駆動する他、ＡＢＶ２２７やＥＧＲバルブ２４５の開閉制御等も行う。

例えば、アイドル運転域などの低負荷・低回転域でのエンジン運転時、ＥＣＵ２７０は、エンジン２０１が図２６中の後期噴射リーン域で運転されていると判別する。この場合、ＥＣＵ２７０は、後期噴射モードを選択すると共にＡＢＶ２２７を開放し、また、リーンな空燃比（本実施例では２０～４０程度）となるように燃料噴射量を制御する。

エンジン２０１の暖機完了後は燃料の気化率が上昇する。また、吸気ポート２１３から流入した吸気流は、図２７に矢印で示すように、逆タンブル流２８０を形成し、従って、燃料噴霧２８１がピストン７のキャビティ２０８内に保存される。その結果、点火時点において点火プラグ２０３の周囲には理論空燃比近傍の混合気が形成されて、全体としてリーンな空燃比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り、また、ポンピングロスの低減とも相俟って、燃費が大幅に向上する。尚、平均空燃比が２０以下になると部分的にオー

バリッチな混合気が生成されて失火が生じる一方、平均空燃比が４０以上になると混合気の希薄限界を超えてやはり失火が生じる。

そして、エンジン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われる。このため、制御応答性も非常に高くなる。また、ＥＣＵ２７０は、この制御領域（後期噴射リーン域）では、ＥＧＲバルブ２４５を開放して燃焼室２０５内に大量（本実施例では排気ガスの３０％以上）のＥＧＲガスを導入することにより、ＮＯＸも大幅に低減させる。

車両の低中速走行時には、ＥＣＵ２７０は、エンジン２０１が図２６中の前期噴射リーン域あるいはストイキオフィードバック域で運転されていると判別する。この場合、ＥＣＵ２７０は、前期噴射モードを選択し、また、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ＡＢＶ２２７の開弁量と燃料噴射量とを制御する。ストイキオフィードバック域では、ＥＣＵ２７０は、ＡＢＶ２２７とＥＧＲバルブ２４５とを開閉制御し、また、Ｏ２センサ２４０の出力電圧に応じて空燃比フィードバック制御を行う。吸気ポート２１３から流入した吸気流が図２８に示したように逆タンブル流２８０を形成するため、前期噴射リーン域においても、逆タンブル流２８０による効果で、リーンな空燃比でも着火が可能となる。尚、ＥＣＵ２７０は、この制御領域（前期

噴射リーン域またはストイキオフィードバック域）でもＥＧＲバルブ２４５を開放し、燃焼室２０５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を大幅に低減させる。また、ストイキオフィードバック域では、比較的高い圧縮比により大きなエンジン出力が得られると共に、有害排出ガス成分が三元触媒２４２により浄化される。

そして、車両の急加速時や高速走行時には、ＥＣＵ２７０は、エンジン２０１が図２６中のオープンループ制御域で運転されていると判別する。この場合、ＥＣＵ２７０は、前期噴射モードを選択し、ＡＢＶ２２７を閉鎖し、また、比較的リッチな空燃比となるように、スロットル開度θTHやエンジン回転速度Ｎｅ等に応じた燃料噴射制御を行う。圧縮比が高いこと、吸気流が逆タンブル流２８０を形成すること、および、吸気ポート２１３が燃焼室２０５に対して略直立しているために好適な慣性効果が生じることにより、高いエンジン出力が得られる。

更に、中高速走行中の惰行運転時には、ＥＣＵ２７０は、エンジン２０１が図２６中の燃料カット域で運転されていると判別し、燃料噴射を完全に停止させる。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、エンジン回転速度Ｎｅが低下して復帰回転速度を下回っ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、燃料カットは即座に中止さ

れる。

以下、図２９～図３６のフローチャートと図２７～図４０のタイミングチャートとに基づき、本実施例での燃料噴射制御の手順を説明する。

イグニッションキーがオンになってエンジン２０１が回転し始めると、ＥＣＵ２７０は、所定のクランク角度（本実施例では５４５°BTDC（特定気筒たとえば第１気筒での排気行程始期に対応））毎に、図２９に示した噴射時期設定サブルーチンを繰り返し実行する。

このサブルーチンのステップＳ１０２で、ＥＣＵ２７０は、各種の運転情報を読み込むと共に後述する各種フラグを「０」にリセットする。次に、ステップＳ１０４で、ＥＣＵ２７０は、目標平均有効圧Ｐｅとエンジン回転速度Ｎｅとに基づき、図２６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、ステップＳ１０６では、吸気管圧力Ｐｂや充填効率Ｅｖ等に基づき、燃料噴射量Ｑｆすなわち燃料噴射弁２０４の開弁時間Ｔｉｎｊを決定する。次に、ステップＳ１０８で、ＥＣＵ２７０は、現在の燃料噴射モードが前期噴射モードであるか否かを判定する。

ステップＳ１０８での判定結果がＹｅｓ（肯定）となった場合、ステップＳ１１０で、ＥＣＵ２７０は、圧縮行程に入る前に燃料噴射が終わるように燃料噴射の終了時期を設定すると共に、設定した終了時期と開弁時間Ｔｉｎ

jとから燃料噴射の開始時期Tstを決定する。次に、ステップS112で、ECU270は、ステップS110において決定された燃料噴射開始時期Tstが所定の上限値Tαよりも大きいか否かを判定する。本実施例では、燃料噴射開始タイマT1の容量（最大可能計測時間）は262mmsecであり、上限値Tαはこのタイマ容量262mmsecと等しい値に設定されている。

ステップS112での判定結果がNo（否定）であれば、ECU270は、ステップS114で、ECU270に内蔵され計時手段である燃料噴射開始タイマT1を起動し、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。また、ステップS112での判定結果がYes、すなわち、図37に破線で示すように燃料噴射開始時期Tstが上限値Tαを超えた場合には、ECU270は、ステップS116で、図37に実線で示すように燃料噴射開始時期Tstを上限値Tαで置き換え、次いで、ステップS114で燃料噴射開始タイマT1を起動させて、本サブルーチンを終了する。尚、開始時期Tstが上限値Tαより大きくなるのは、エンジン回転速度Neが低い始動時のみである。

後述の燃料噴射開始制御において、ECU270は、燃料噴射開始タイマT1による計時時間が燃料噴射開始時期Tstに達したか否かを判別し、開始時期Tstに達したと判別したときに燃料噴射を開始させる。従って、開

始時期Ｔstが上限値Ｔα（タイマＴ１の容量）を上回ると、開始タイマＴ１による開始時期Ｔstの検出が行えなくなる。また、大容量のタイマを用いるとコスト高になる。そこで、本実施例では、上述のように燃料噴射開始時期Ｔstを上限値Ｔαでクリップし、開始時期Ｔstが上限値Ｔαを上回った場合にも、開始タイマＴ１による開始時期Ｔstの検出を行えるようにしている。

上記ステップＳ１０８での判定結果がＮｏ、即ち、後期噴射モードが選択されている場合、ＥＣＵ２７０は、開弁時間Ｔinjが、エンジン回転速度Ｎｅから決定される所定値Ｔβよりも大きいか否かをステップＳ１１８で判定する。そして、この判定結果がＹesであれば、ステップＳ１２０で、燃料噴射開始時期Ｔstを設定し、次のステップＳ１２２で、圧縮前期噴射開始フラグＦC1を、燃料噴射を圧縮行程前期に開始すべき旨を表す値「１」にセットして、本サブルーチンを終了する。

また、ステップＳ１１８での判定結果がＮｏであれば、ステップＳ１２４で燃料噴射開始時期Ｔstを設定し、ステップＳ１２６で圧縮後期噴射開始フラグＦC2を、燃料噴射を圧縮行程後期に開始すべき旨を表す値「１」にセットして、本サブルーチンを終了する。

上述のように、後期噴射モードが選択されている場合には、図２９に示した噴射時期設定サブルーチンでは燃料噴射開始タイマＴ１を起動しない。後期噴射モードに

おける開始タイマＴ１の起動は、図３０に示す第１タイマ制御サブルーチン又は図３１に示す第２タイマ制御サブルーチンにより行われる。

第１タイマ制御サブルーチンはクランク角１８５°BTDC毎に起動される。このサブルーチンのステップＳ１３０で、圧縮前期噴射開始フラグＦＣ1の値が「１」であると判別すると、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１３２で開始タイマＴ１を起動させる。即ち、後期噴射モードが選択されかつフラグＦＣ1の値が「１」であれば、開始時期Ｔｓｔの検出のための、タイマによる計時は、１８５°BTDC時点で開始される。これにより、大容量のタイマを用いなくとも、圧縮行程前期に燃料噴射を開始すべき場合にもタイマによる開始時期Ｔｓｔの検出が可能になる。

又、第２タイマ制御サブルーチンはクランク角７５°BTDC毎に起動される。このサブルーチンのステップＳ１３４で、圧縮後期噴射開始フラグＦＣ2の値が「１」であると判別すると、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１３６で開始タイマＴ１を起動させる。即ち、後期噴射モードが選択されかつフラグＦＣ2の値が「１」であれば、開始時期Ｔｓｔの検出のための、タイマによる計時は、７５°BTDC時点で開始される。これにより、大容量のタイマを用いなくとも、圧縮行程後期に燃料噴射を開始すべき場合にもタイマによる開始時期Ｔｓｔの検出が可能になる。

さて、ＥＣＵ２７０は、開弁時間Ｔｉｎｊと開始時期Ｔ

stとの決定や開始タイマＴ１のカウントを行う一方で、所定の制御インターバルで図３２に示した噴射開始制御サブルーチンを繰り返し実行する。

このサブルーチンのステップＳ１４０で、ＥＣＵ２７０は、開始セットフラグＦＳ1が、燃料噴射を実行すべきであることを表す値「１」にセットされているか否かを判定する。開始セットフラグＦＳ1は、図２９のステップＳ１０２で、燃料噴射を実行すべきでないことを表す値「０」にリセットされているため、本サブルーチン開始直後ではステップＳ１４０での判定結果がＮｏとなる。この場合、制御フローはステップＳ１４２へ進み、開始タイマＴ１による計時時間に基づいて、開始時期Ｔstに到達したか否かが判定される。この判定結果がＮｏであれば、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。

次回以降の制御サイクルのステップＳ１４２での判別結果がＹesとなり、即ち、開始時期Ｔstに到達したと判別すると、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１４４で燃料噴射弁２０４をオンにして燃料噴射を開始させる。次に、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１４６で開始セットフラグＦＳ1の値を「１」にセットした後、ステップＳ１４８で終了タイマＴ２を起動させる。その後、噴射時期設定サブルーチンで開始セットフラグＦＳ1の値が「０」にリセットされるまでは、ステップＳ１４０での判定結果がＹ

esとなる。この場合、ＥＣＵ２７０は、このサブルーチンでの実質的な処理を行わない。

ＥＣＵ２７０は、噴射開始制御サブルーチンと並行して、所定の制御インターバルで図３３に示した噴射終了制御サブルーチンを繰り返し実行する。

このサブルーチンのステップＳ１５０では、ＥＣＵ２７０は、終了セットフラグＦS2が、燃料噴射を終了すべきであることを表す値「１」にセットされているか否かを判定する。終了セットフラグＦS2は、図２９のステップＳ１０２で、燃料噴射を終了すべきでないことを表す値「０」にリセットされているため、本サブルーチンの開始直後はこの判定結果がＮｏとなる。この場合、ＥＣＵ２７０は、終了タイマＴ２の計時時間が開弁時間Ｔinj以上となったか否かをステップＳ１５２で判定し、この判定結果がＮｏであれば、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。

次回以降の制御サイクルのステップＳ１５２での判別結果がＹesとなり、即ち、開弁時間Ｔinjが経過したと判別すると、ステップＳ１５４で、ＥＣＵ２７０は燃料噴射弁２０４をオフにして燃料噴射を終了させ、ステップＳ１５６で終了セットフラグＦS2を「１」とする。その後、噴射時期設定サブルーチンで終了セットフラグＦS2の値が「０」に再リセットされるまでは、ステップＳ１５０での判定結果がＹesとなるため、ＥＣＵ２７０は、

このサブルーチンでの実質的な処理を行わない。

以上述べた燃料噴射制御は、エンジンが通常の状態で運転状態にある場合に適用される。一方、エンジンの始動時や急加速運転時等において、燃料噴射終了時期のずれ込みが生じた場合には、以下に説明する燃料噴射停止制御を行う。

前述したように、エンジン始動時には燃料噴射弁２０４に低燃圧の燃料が供給され、ＥＣＵ２７０は、前期噴射モードを選択して燃料を噴射する。この際、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射の終了時期を吸気行程内に設定するが、初爆後にエンジン回転速度Ｎｅが急上昇すると、所定の開始時期から燃料を噴射し始めても終了時期が圧縮行程にずれ込む。そこで、ＥＣＵ２７０は、吸気行程の終期（１８５° BTDC）で図３４に示した前期噴射停止制御サブルーチンを実行する。

このサブルーチンのステップＳ１６０で、ＥＣＵ２７０は、現在の燃料供給が低燃圧で行われているか否か、すなわち、燃圧切換弁２６０がオンであるか否かを判定し、この判定結果がＮｏであれば今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。これは、高燃圧であれば筒内圧が燃圧より高くならず、燃料噴射弁内にガスが逆流する虞がないためである。

また、ステップＳ１６０での判定結果がＹｅｓの場合、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射弁２０４が現在オン状態であ

るか否かをステップＳ１６２で判定し、この判定結果がＮｏ、すなわち、燃料噴射が既に終了していれば、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。

そして、ステップＳ１６２での判定結果がＹｅｓであった場合、ＥＣＵ２７０は、低燃圧でありながら燃料噴射終了時期が圧縮行程にずれ込んだと判断し、ステップＳ１６４で燃料噴射弁２０４をオフにして燃料噴射を強制的に停止させる（図３８を参照のこと）。しかる後、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１６６で終了セットフラグＦＳ2の値を「１」にセットし、前述した噴射終了制御サブルーチン（図３３）で燃料噴射が実行されないようにする。

一方、アイドル運転時には燃料噴射弁２０４に高燃圧の燃料が供給され、ＥＣＵ２７０は、後期噴射モードを選択して燃料を噴射する。この際、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射の終了時期を圧縮行程内に設定するが、車両の発進加速等によりエンジン回転速度Ｎｅが急上昇すると、所定の開始時期から燃料を噴射し始めても燃料噴射終了時期が燃焼行程にずれ込む。そこで、ＥＣＵ２７０は、圧縮行程の中期（７５° BTDC）で図３５に示した第１後期噴射停止制御サブルーチンを実行する。

このサブルーチンのステップＳ１７０で、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射弁２０４が現在オン状態であるか否かを判定し、この判定結果がＮｏ、すなわち燃料噴射が既に

終了していた場合には今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。また、ステップＳ１７０での判定結果がＹesであった場合、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１７２で、現在のエンジン回転速度Ｎｅと開弁時間Ｔinj の残量とから、燃料噴射が停止するクランク角θSTが所定の噴射停止クランク角θlt（本実施例では４０°BTDC）以降にずれこむか否かを推定する。ステップＳ１７２での判定結果がＮｏであった場合、ＥＣＵ２７０は、圧縮行程内に燃料噴射が終了すると判断し、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。そして、ステップＳ１７２での判定結果がＹesであった場合、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１７４で、燃料噴射が噴射停止クランク角θltで終了するように、開弁時間Ｔinj を更新する（図３９を参照のこと）。これにより、上述した噴射終了制御サブルーチンで燃料噴射弁がオフになる時点が早まり、終了時期が燃焼行程にずれ込むことが防止されるのである。

さて、第１後期噴射停止制御サブルーチンでは、圧縮行程の中期（７５°BTDC）で、ＥＣＵ２７０は、噴射停止クランク角θltをエンジン回転速度Ｎｅと開弁時間Ｔinj の残量とから推定した。ところが、その後にエンジン回転速度Ｎｅが更に上昇すると、推定した噴射停止クランク角θltで燃料噴射が停止せず、やはり終了時期が燃焼行程にずれ込む虞がある。そこで、ＥＣＵ２７０は、

圧縮行程の終期（５° BTDC）で図３６に示した第２後期噴射停止制御サブルーチンを実行する。

このサブルーチンのステップＳ１８０で、ＥＣＵ２７０は、現在の燃料供給が低燃圧で行われているか否か、すなわち、燃圧切換弁２６０がオンであるか否かを判定し、この判定結果がＹesであれば今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。これは、後期噴射モードでの燃料噴射は高燃圧でしか行われないため、余分な制御を行うことによるＣＰＵ等の負担を避けるためである。ステップＳ１８０の判定がＮｏの場合、ＥＣＵ２７０は、燃料噴射弁２０４が現在オン状態であるか否かをステップＳ１８２で判定し、この判定結果がＮｏ、すなわち、燃料噴射が既に終了していれば、今回制御サイクルでの本サブルーチンの実行を終了する。そして、ステップＳ１８２での判定結果がＹesであった場合、ＥＣＵ２７０は、低燃圧でありながら終了時期が燃焼行程にずれ込んだと判断し、ステップＳ１８４で燃料噴射弁２０４をオフにして燃料噴射を強制的に停止させる（図４０を参照）。しかる後、ＥＣＵ２７０は、ステップＳ１８６で終了セットフラグＦS2を「１」にセットし、前述した噴射終了制御サブルーチンが実行されないようにする。

本実施例では、このような制御を行うようにしたため、エンジンの始動時や加速時等における燃料噴射終了時期

の圧縮行程や燃焼行程へのずれ込みがなくなり、燃料噴射弁の汚損やスモークの発生を完全に防止することができる。尚、前期噴射停止制御や後期噴射停止制御を行うことにより、開弁時間が実質的に短くなって燃料噴射量が減少するが、この際には空燃比が若干リーンになるだけで大きな問題は生じない。

本発明は上記第1及び第2実施例に限定されるものではなく、種々に変形可能である。

例えば、上記第1及び第2実施例では本発明を直列4気筒の筒内噴射ガソリンエンジンに適用した場合について説明したが、本発明は、単気筒エンジンやV型6気筒エンジン等、気筒数やその配列が異なる種々のエンジンに適用してもよいし、メタノール等のガソリン以外の燃料を使用するエンジンに適用してもよい。また、上記実施例では所定のクランク位置でクランク角信号を出力するベーン型のクランク角センサを用いたが、例えば1°毎にクランク角信号を出力するクランク角センサを用いるようにしてもよい。また、上記実施例では、燃料噴射制御を燃料噴射の開始時期と開弁時間とに基づき行うようにしたが、容量の大きなタイマを用いること等により、開始時期と終了時期とに基づいてこれを行うようにしてもよい。また、燃料噴射時期の設定や噴射停止制御におけるサブルーチンの起動タイミングについては、クランク角センサの仕様の他、エンジンの種類や仕様等に応じ

て適宜設定されることが望ましい。更に、制御システムの具体的構成や制御の手順については、本発明の主旨を逸脱しない範囲で変更することが可能である。

請　求　の　範　囲

1．内燃機関の気筒に対応して設けられた燃料噴射弁を作動させるための燃料噴射情報を、該内燃機関の運転状態に応じて周期的に演算する燃料噴射情報演算手段と、該燃料噴射情報演算手段で求められた該燃料噴射情報に基づいて、該燃料噴射弁を該内燃機関の作動サイクル毎に作動させる燃料噴射弁駆動手段とを含む内燃機関用燃料噴射制御装置において、

任意の作動サイクルにおける上記燃料噴射弁の作動前の特定時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報を、該任意の作動サイクルにおける燃料噴射情報として設定する設定手段と、

上記内燃機関の運転情報を出力する運転情報出力手段と、

上記設定手段によって設定された上記燃料噴射情報の少なくとも一部を、上記運転情報出力手段によって出力された運転情報に応じて、上記特定時期よりも後の修正時期に修正する修正手段と

を備えることを特徴とする内燃機関用燃料噴射制御装置。

2．上記運転情報出力手段は、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報を上記運転情報として出力することを特徴とする、特許請求の範囲第1項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

3. 上記燃料噴射情報演算手段によって演算される上記燃料噴射情報は、燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とを含むことを特徴とする、特許請求の範囲第2項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

4. 上記修正手段は、上記設定手段によって設定された上記燃料噴射量情報を、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた上記燃料噴射量情報に基づいて修正すると共に、上記設定手段によって設定された上記燃料噴射時期情報を、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた上記燃料噴射時期情報と上記修正時期との関係に基づいて修正することを特徴とする、特許請求の範囲第3項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

5. 上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期よりも上記修正時期が先行する場合には、上記修正時期において上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期と上記修正時期とのうちの遅い方の時期が燃料噴射開始時期となるように上記燃料噴射時期情報を修正することを特徴とする、特許請求の範囲第4項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

6. 上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記修正時期よりも先行する場合には、上記設定手段によって

設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第4項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

7. 上記修正手段は、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記修正時期よりも先行する場合には、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とすると共に、上記燃料噴射開始時期から上記修正時期に達するまでの燃料噴射時間が、上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射時間よりも長い場合には、上記修正時期が燃料噴射終了時期となるように、上記設定手段によって設定された燃料噴射時期情報を修正することを特徴とする、特許請求の範囲第4項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

8. 上記燃料噴射弁駆動手段は、上記修正手段の修正結果に基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、特定サイクル中において上記修正時期よりも後の再修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射量情報と上記修正時期に求められた燃料噴射量情報との差に基づいて追加燃料噴射量情報を設定する再修正手段を更に備え、

上記燃料噴射弁駆動手段は、上記再修正手段によって

設定された上記追加燃料噴射量情報に基づく追加燃料噴射が行われるべく、上記燃料噴射弁を同一作動サイクル内で2回作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第3項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

9. 上記内燃機関は、燃焼室内に燃料を直接噴射するように上記燃料噴射弁を設置された筒内噴射型内燃機関として構成されると共に、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であり、

上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している場合において、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を上記修正手段により修正した結果に基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、この燃料噴射弁作動に係るサイクルと同一のサイクルを構成する行程のうち、上記後期噴射モードに対応する行程が実行されている間に、上記追加燃料噴射量情報に基づいて、上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第8項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

10. 上記燃料噴射情報演算手段は、上記燃料噴射時期情報として、上記内燃機関の運転状態に応じた燃料噴射終了時期と、同燃料噴射終了時期と上記燃料噴射量情報とに基づく燃料噴射開始時期とを設定することを特徴とする、特許請求の範囲第3項に記載の内燃機関用燃料

噴射制御装置。

１１．上記内燃機関は、多気筒内燃機関であると共に、各気筒に備えられた燃料噴射弁から各気筒の行程状態に応じて次々に燃料を噴射するシーケンシャル噴射を行うものであり、

任意の気筒の上記修正時期が、他の気筒の上記特定時期と同一となるように設定されることを特徴とする、特許請求の範囲第２項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

１２．上記内燃機関は、気筒内に燃料を直接噴射するように燃料噴射弁を設置された筒内噴射型内燃機関として構成されることを特徴とする特許請求の範囲第２項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

１３．上記内燃機関は、上記内燃機関の主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、上記内燃機関の主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能な４気筒内燃機関であり、

上記内燃機関の各気筒の上記特定時期が当該気筒の排気行程下死点近傍に設定され、

上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している際には、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を上記修正手段によって修正して得られた結果に基づき、各気筒の上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第１２項

に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

１４．上記燃料噴射弁駆動手段は、上記内燃機関が上記後期噴射モードで作動しているときには、各気筒についての上記修正時期に上記燃料噴射情報演算手段で求められた燃料噴射情報に基づき、当該気筒の上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第１３項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

１５．上記運転情報出力手段は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段によって求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを判定し、

上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が行われていることが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記燃料噴射終了時期を上記修正時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第１項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

１６．上記内燃機関は、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であり、

上記燃料噴射弁から噴射される燃料の圧力を少なくとも低圧側と高圧側との２段に切り換え可能な燃圧切換手段を更に備えることを特徴とする、特許請求の範囲第１

5項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

17. 上記運転情報出力手段は、上記前期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを判定すると共に、上記燃圧切換手段により上記燃料の圧力が上記低圧側に切り換えられているか否かを更に判定し、上記前期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃料の圧力が上記低圧側に切り換えられていると判定すると、上記修正時期を、吸気行程がほぼ終了する時期に設定することを特徴とする、特許請求の範囲第16項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

18. 上記運転情報出力手段は、上記後期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを判定すると共に、上記燃圧切換手段により上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられているか否かを更に判定し、上記後期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられていると判定すると、上記修正時期を、圧縮行程がほぼ終了する時期に設定することを特徴とする、特許請求の範囲第16項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

19. 上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であり、

上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が行わ

れていることが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報に基づく燃料噴射終了時期と上記修正時期よりも後の所定時期とのいずれか早い方を燃料噴射終了時期として上記燃料噴射弁駆動手段に出力することを特徴とする、特許請求の範囲第１５項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

２０．上記運転情報出力手段は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段によって求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを判定し、

上記修正手段は、上記修正時期に上記燃料噴射が未だ行われていないことが上記運転情報出力手段によって判定されると、上記設定手段によって設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記修正時期を燃料噴射開始時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第１項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

２１．上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であることを特徴とする、特許請求の範囲第２０項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

２２．上記運転情報出力手段は、上記燃料噴射が上記

前期噴射モードで行われているか否かを更に判定し、

上記修正手段は、上記燃料噴射が上記前期噴射モードで行われていることが上記運転情報出力手段によって判定されたときに、上記燃料噴射情報の上記修正を行うことを特徴とする、特許請求の範囲第２１項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

２３．上記修正時期は、上記特定時期に上記燃料噴射情報演算手段が求めた燃料噴射情報から求められる燃料噴射開始時期の検出に供される上記特定時期からの経過時間を計時するためのタイマの最大計時可能時間が上記特定時期から経過した時期であることを特徴とする、特許請求の範囲第２０項に記載の内燃機関用燃料噴射制御装置。

２４．内燃機関の運転状態に対応して燃料噴射情報を周期的に演算し、該内燃機関の気筒に対応して設けられた燃料噴射弁を該燃料噴射情報に基づき該内燃機関の作動サイクル毎に作動させる内燃機関の燃料噴射制御方法において、

上記内燃機関の任意の作動サイクルにおける特定時期に演算された燃料噴射情報を、該任意の作動サイクルにおける燃料噴射情報として設定する第１ステップと、

上記第１ステップにおいて設定された上記燃料噴射情報の少なくとも一部を、上記任意の作動サイクルにおいて上記特定時期よりも後の修正時期に、上記内燃機関の

運転情報に応じて修正する第２ステップと、

上記第２ステップで修正された燃料噴射情報に基づいて上記燃料噴射弁を当該作動サイクルにおいて作動させる第３ステップと

を備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御方法。

２５．上記運転情報は、上記修正時期に演算された燃料噴射情報であることを特徴とする、特許請求の範囲第２４項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

２６．上記燃料噴射情報は、燃料噴射量情報と燃料噴射時期情報とを含むことを特徴とする、特許請求の範囲第２５項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

２７．上記第２ステップは、上記第１ステップで設定された上記燃料噴射量情報を、上記修正時期に求められた上記燃料噴射量情報に基づいて修正するステップと、上記第１ステップで設定された上記燃料噴射時期情報を、上記修正時期に求められた上記燃料噴射時期情報と上記修正時期との関係に基づいて修正するステップとを含むことを特徴とする、特許請求の範囲第２６項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

２８．上記第２ステップでは、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期よりも上記修正時期が先行する場合には、上記修正時期において求められた燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開

始時期と上記修正時期とのうちの遅い方の時期が燃料噴射開始時期となるように上記燃料噴射時期情報を修正することを特徴とする、特許請求の範囲第２７項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

２９．上記第２ステップでは、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記修正時期よりも先行する場合には、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第２７項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３０．上記第２ステップでは、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期が上記修正時期よりも先行する場合には、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報に基づく燃料噴射開始時期をそのまま燃料噴射開始時期とすると共に、上記燃料噴射開始時期から上記修正時期に達するまでの燃料噴射時間が、上記修正時期に求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射時間よりも長い場合には、上記修正時期が燃料噴射終了時期となるように、上記第１ステップで設定された燃料噴射時期情報を修正することを特徴とする、特許請求の範囲第２７項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３１．上記第３ステップは、上記第２ステップでの修

正結果に基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、特定サイクル中において上記修正時期よりも後の再修正時期に求められた燃料噴射量情報と上記修正時期に求められた燃料噴射量情報との差に基づいて追加燃料噴射量情報を設定するステップを更に含み、

該ステップで設定された上記追加燃料噴射量情報に基づく追加燃料噴射が行われるべく、上記燃料噴射弁を同一作動サイクル内で2回作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第26項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

32. 上記内燃機関は、燃焼室内に燃料を直接噴射するように上記燃料噴射弁を設置された筒内噴射型内燃機関として構成されると共に、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であり、

上記第3ステップでは、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している場合において、上記第1ステップで設定された燃料噴射情報を上記第2ステップで修正した結果に基づき上記燃料噴射弁を作動させると共に、この燃料噴射弁作動に係るサイクルと同一のサイクルを構成する行程のうち、上記後期噴射モードに対応する行程が実行されている間に、上記追加燃料噴射量情報に基づいて、上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第31項に記載の内燃機関の燃料噴射制

御方法。

３３．上記燃料噴射情報は、上記内燃機関の運転状態に応じた燃料噴射終了時期と、同燃料噴射終了時期と上記燃料噴射量情報とに基づく燃料噴射開始時期とを含むことを特徴とする、特許請求の範囲第２６項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３４．上記内燃機関は、多気筒内燃機関であると共に、各気筒に備えられた燃料噴射弁から各気筒の行程状態に応じて次々に燃料を噴射するシーケンシャル噴射を行うものであり、

任意の気筒の上記修正時期が、他の気筒の上記特定時期と同一となるように設定されることを特徴とする、特許請求の範囲第２５項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３５．上記内燃機関は、気筒内に燃料を直接噴射するように燃料噴射弁を設置された筒内噴射型４気筒内燃機関として構成されると共に、上記内燃機関の主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、上記内燃機関の主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であり、

上記内燃機関の各気筒の上記特定時期が当該気筒の排気行程下死点近傍に設定され、

上記第３ステップでは、上記内燃機関が上記前期噴射モードで作動している際に、上記第１ステップで設定さ

れた燃料噴射情報を上記第２ステップで修正して得られた結果に基づき、各気筒の上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第２５項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３７．上記第３ステップでは、上記内燃機関が上記後期噴射モードで作動しているときには、各気筒についての上記修正時期に求められた燃料噴射情報に基づき、当該気筒の上記燃料噴射弁を作動させることを特徴とする、特許請求の範囲第３６項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３８．上記運転情報は、上記特定時期に求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを示すものであり、

上記第２ステップでは、上記修正時期に上記燃料噴射が行われていることが上記運転情報によって示されると、上記第１ステップで設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記燃料噴射終了時期を上記修正時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第２４項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

３９．上記内燃機関は、主として吸気行程に燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程に燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であり、

上記燃料噴射弁から噴射される燃料の圧力を少なくと

も低圧側と高圧側との２段に切り換える第４ステップを更に備えることを特徴とする、特許請求の範囲第３８項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

４０．上記運転情報は、上記前期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを示すと共に、上記第４ステップで上記燃料の圧力が上記低圧側に切り換えられているか否かを示すものであり、

上記前期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃料の圧力が上記低圧側に切り換えられていることが上記運転情報によって示されると、上記修正時期を、吸気行程がほぼ終了する時期に設定する第５ステップを更に有することを特徴とする、特許請求の範囲第３９項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

４１．上記運転情報は、上記後期噴射モードで燃料噴射が行われているか否かを示すと共に、上記第４ステップで上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられているか否かを示すものであり、

上記後期噴射モードで燃料噴射が行われていると共に上記燃料の圧力が上記高圧側に切り換えられていることが上記運転情報によって示されると、上記修正時期を、圧縮行程がほぼ終了する時期に設定する第５ステップを更に有することを特徴とする、特許請求の範囲第３９項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

４２．上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射

を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であり、

上記第２ステップでは、上記修正時期に上記燃料噴射が行われていることが上記運転情報によって示されると、上記第１ステップで設定された燃料噴射情報に基づく燃料噴射終了時期と上記修正時期よりも後の所定時期とのいずれか早い方を燃料噴射終了時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第３８項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

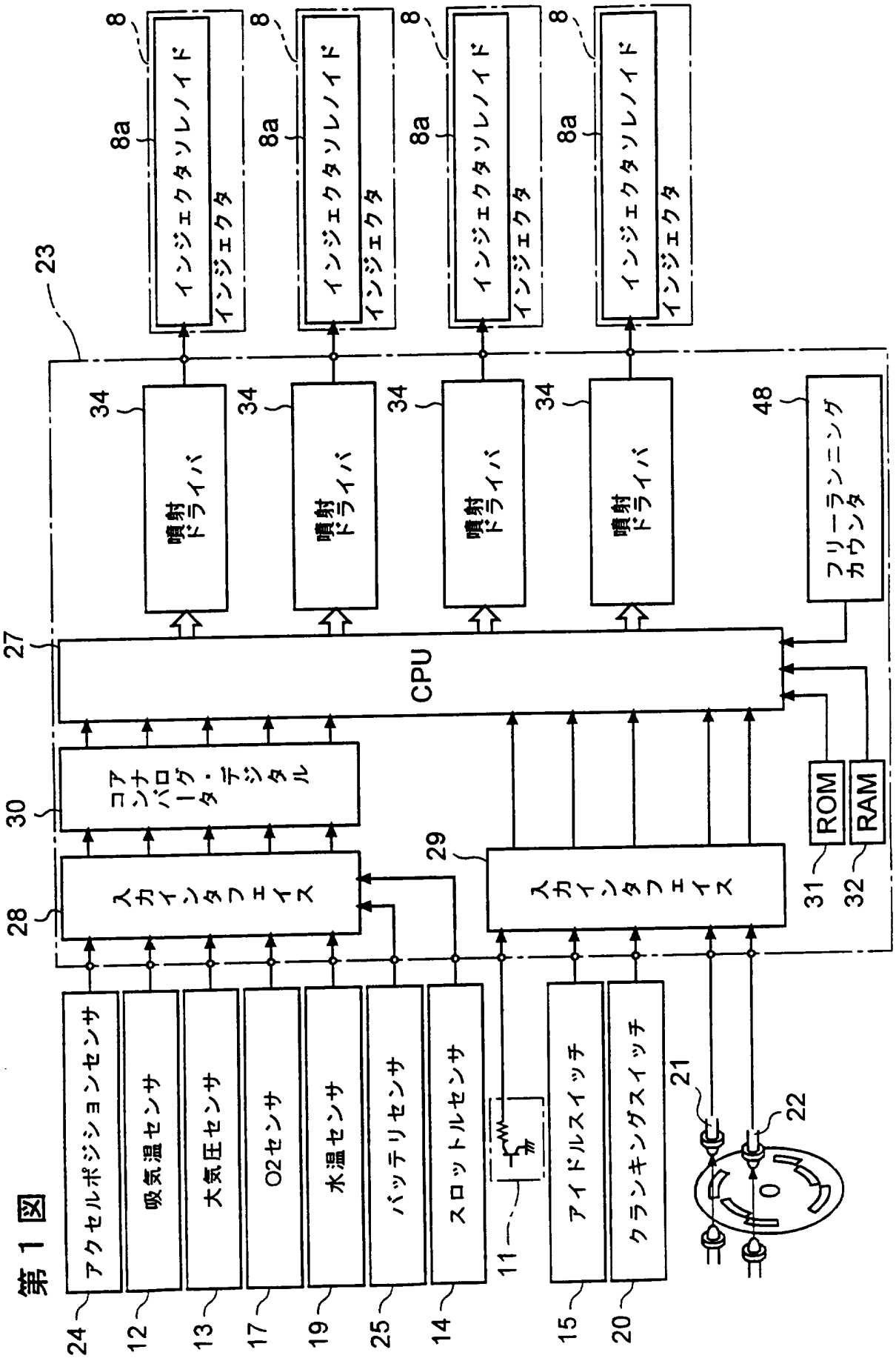
４３．上記内燃機関は、主として吸気行程で燃料噴射を行う前期噴射モードと、主として圧縮行程で燃料噴射を行う後期噴射モードとで作動可能であって、かつ、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関であり、

上記運転情報は、上記特定時期に求められた燃料噴射情報に基づく燃料噴射が、上記修正時期において行われているか否かを示すものであり、

上記第２ステップでは、上記修正時期に上記燃料噴射が未だ行われていないことが上記運転情報によって示されると、上記第１ステップで設定された燃料噴射情報を修正することにより、上記修正時期を燃料噴射開始時期とすることを特徴とする、特許請求の範囲第２４項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

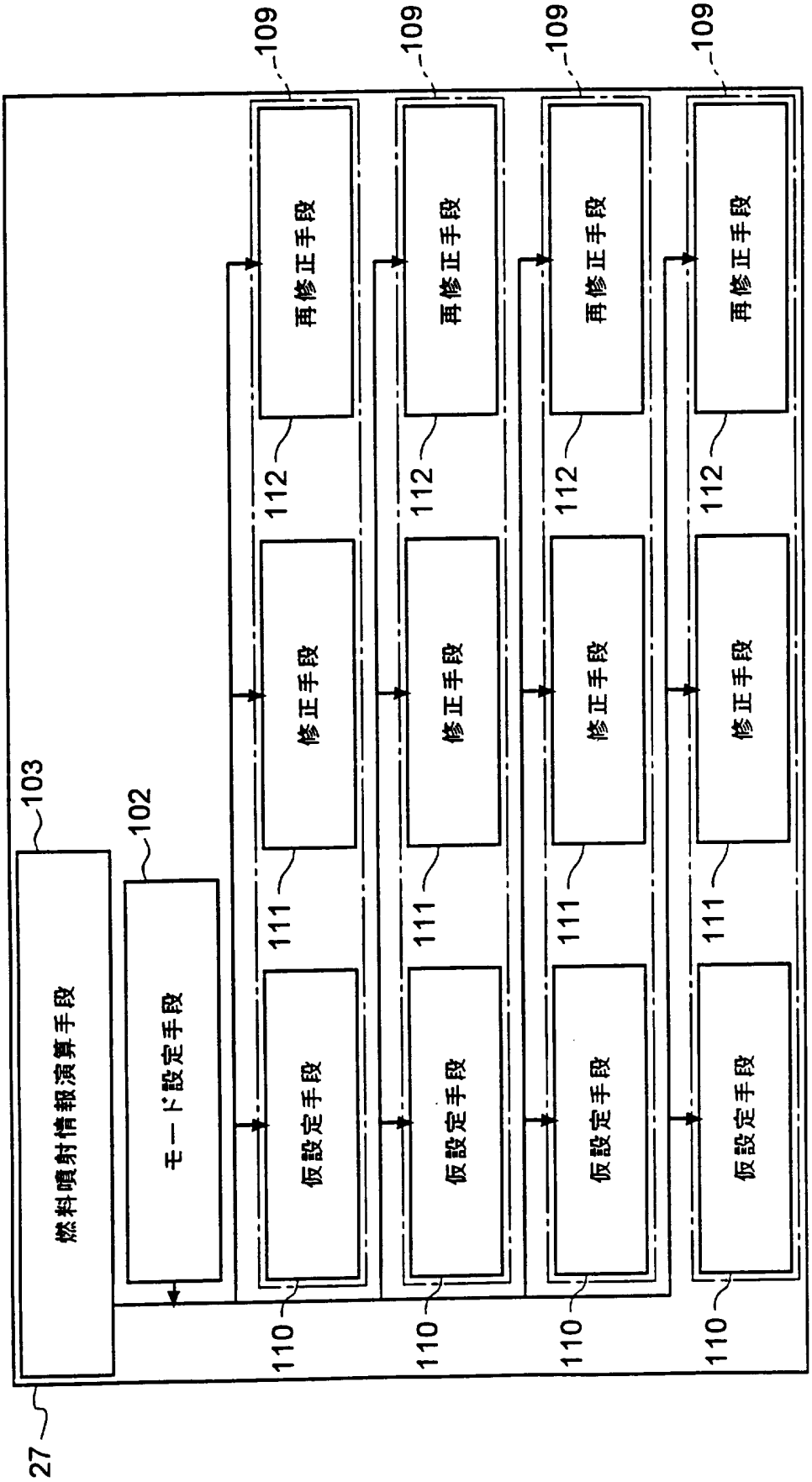
４４．上記修正時期は、上記特定時期に求められた燃

料噴射情報から求められる燃料噴射開始時期の検出に供される上記特定時期からの経過時間を計時するためのタイマの最大計時可能時間が上記特定時期から経過した時期であることを特徴とする、特許請求の範囲第43項に記載の内燃機関の燃料噴射制御方法。

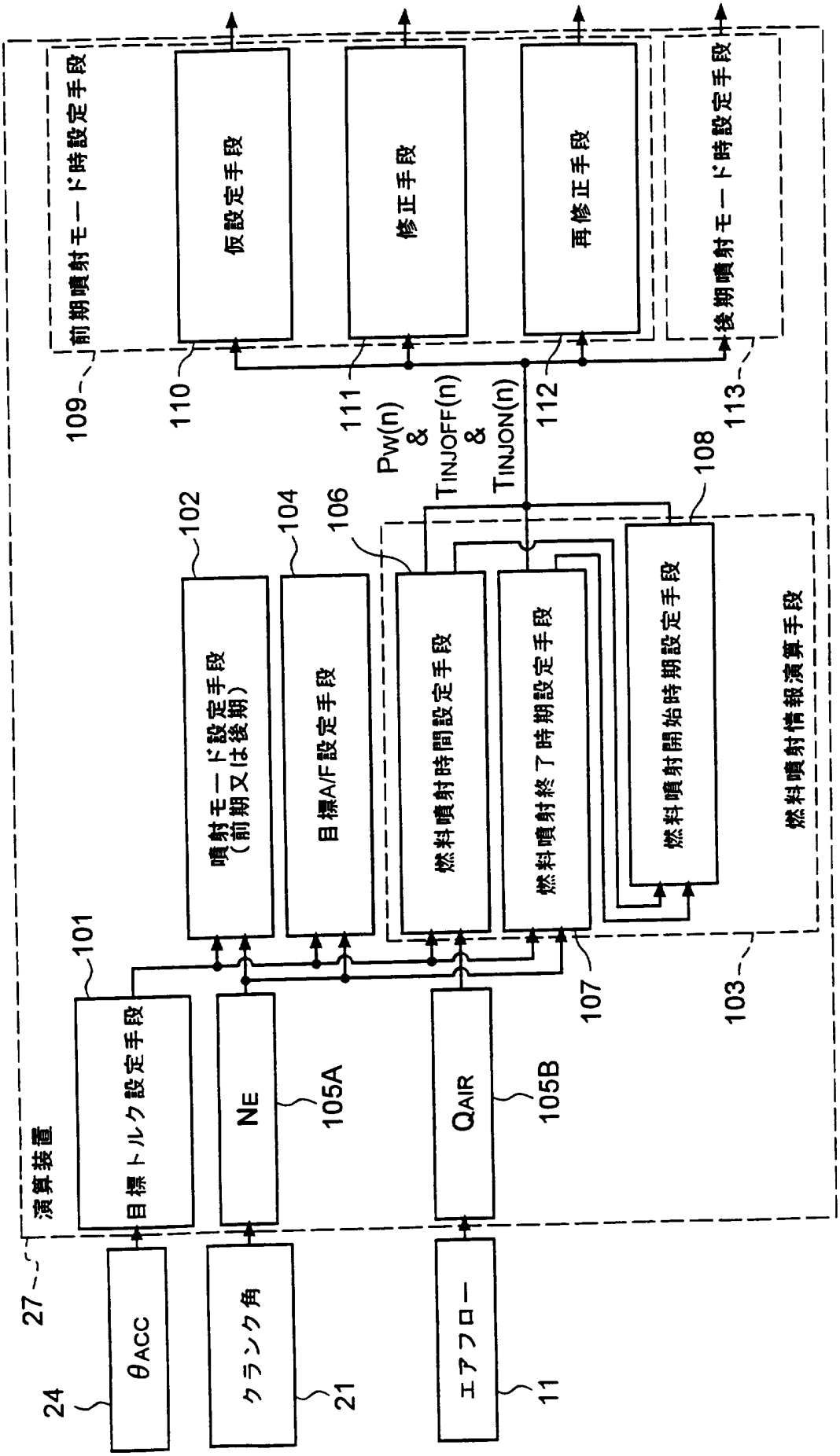

8
8a
インジェクタソレノイド
インジェクタ
23
34
噴射ドライバ
48
フリーランニングカウンタ
27
CPU
30
コアナログ・デジタル
28
入力インタフェース
29
入力インタフェース
ROM
RAM
31
32
24
アクセルポジションセンサ
12
吸気温センサ
13
大気圧センサ
17
O2センサ
19
水温センサ
25
バッテリセンサ
14
スロットルセンサ
11
15
アイドルスイッチ
20
クランキングスイッチ
21
22

第1図

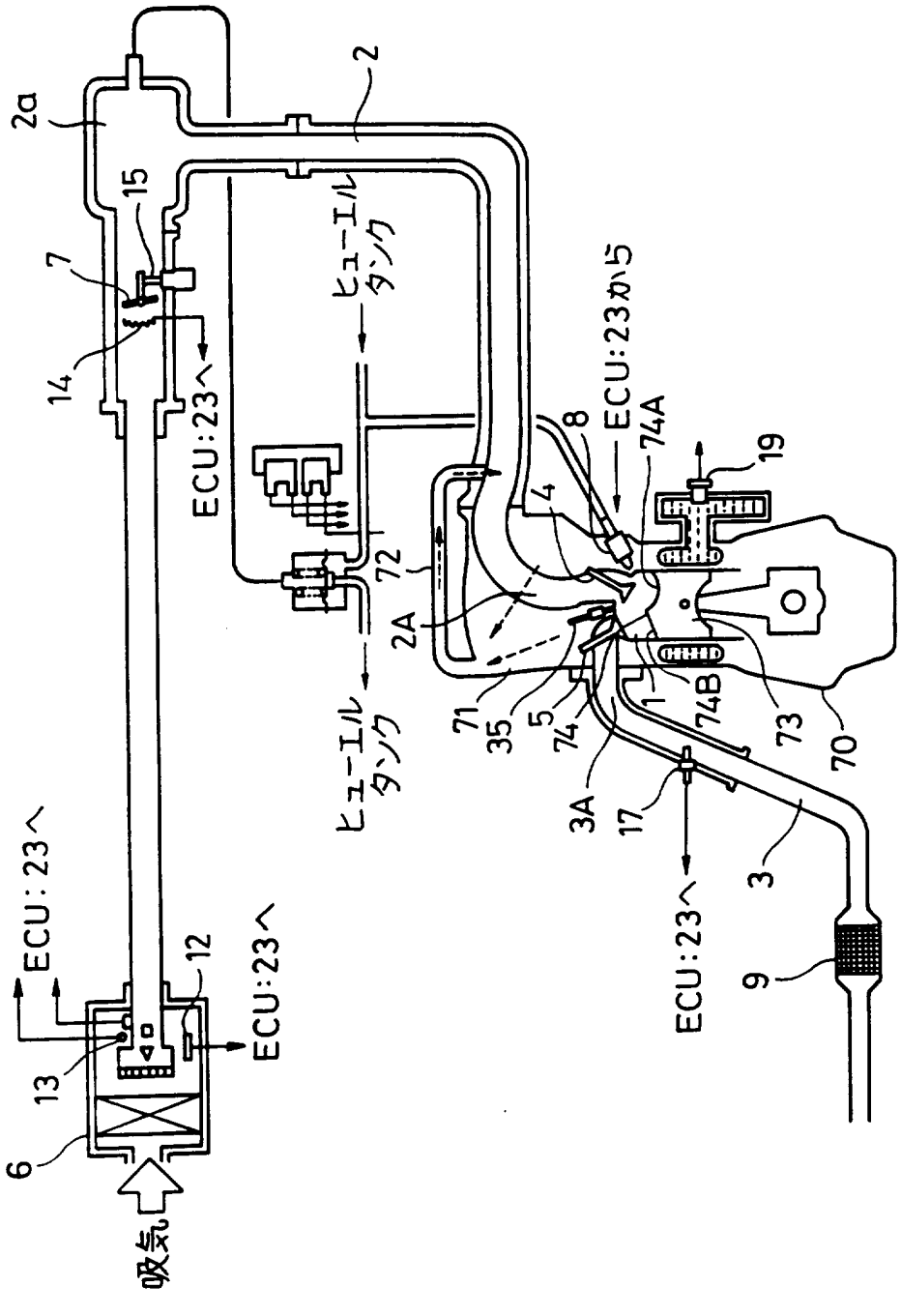
第２図


27
103
燃料噴射情報演算手段
102
モード設定手段
109
109
109
109
再修正手段
再修正手段
再修正手段
再修正手段
112
112
112
112
修正手段
修正手段
修正手段
修正手段
111
111
111
111
仮設定手段
仮設定手段
仮設定手段
仮設定手段
110
110
110
110

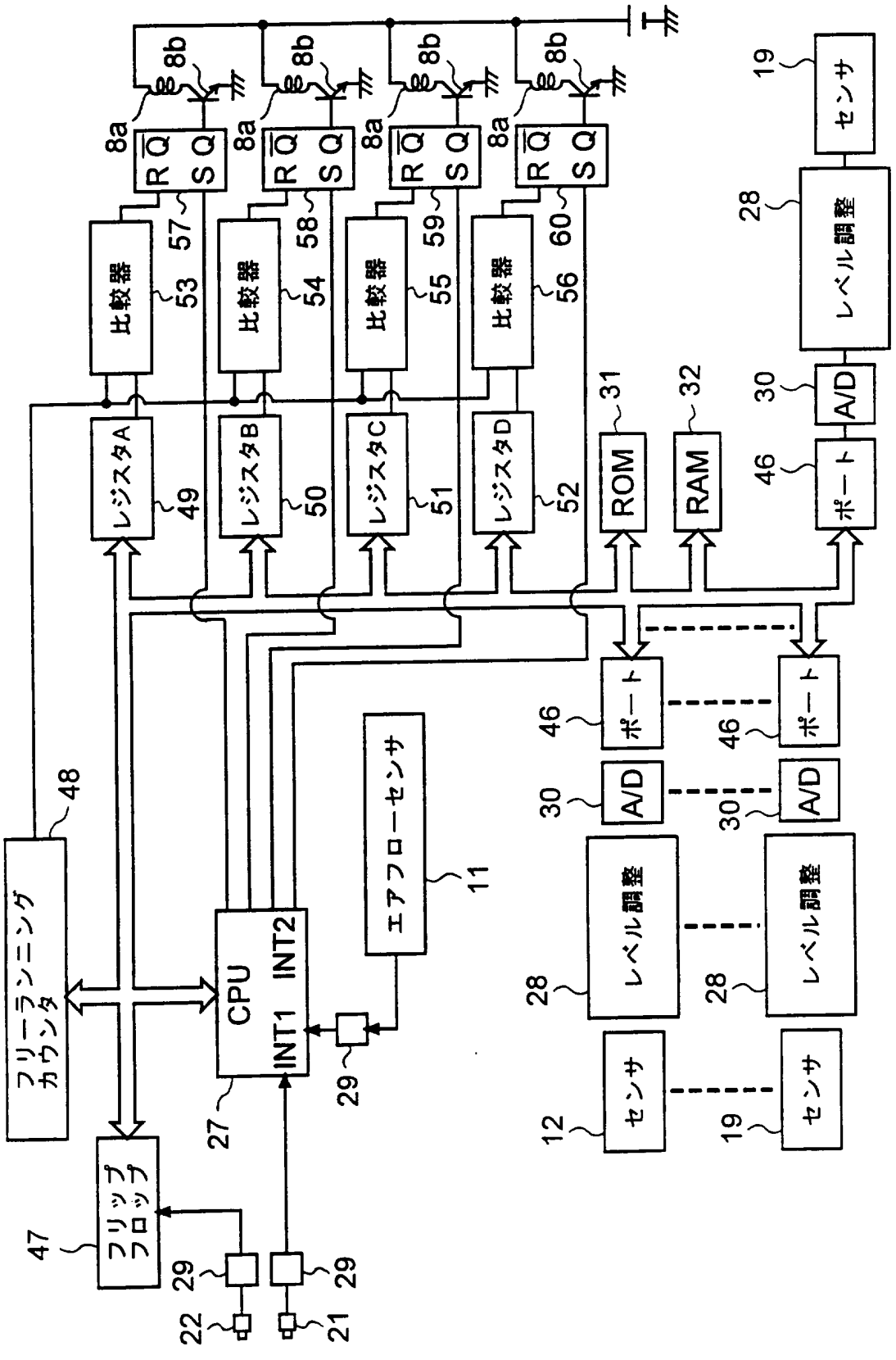
第３図


演算装置
27
θACC
24
クランク角
21
エアフロー
11
目標トルク設定手段
101
NE
105A
QAIR
105B
噴射モード設定手段（前期又は後期）
102
目標A/F設定手段
104
燃料噴射時間設定手段
106
燃料噴射終了時期設定手段
107
燃料噴射開始時期設定手段
108
燃料噴射情報演算手段
103
前期噴射モード時設定手段
109
仮設定手段
110
修正手段
111
再修正手段
112
後期噴射モード時設定手段
113
Pw(n)
&
TINJOFF(n)
&
TINJON(n)

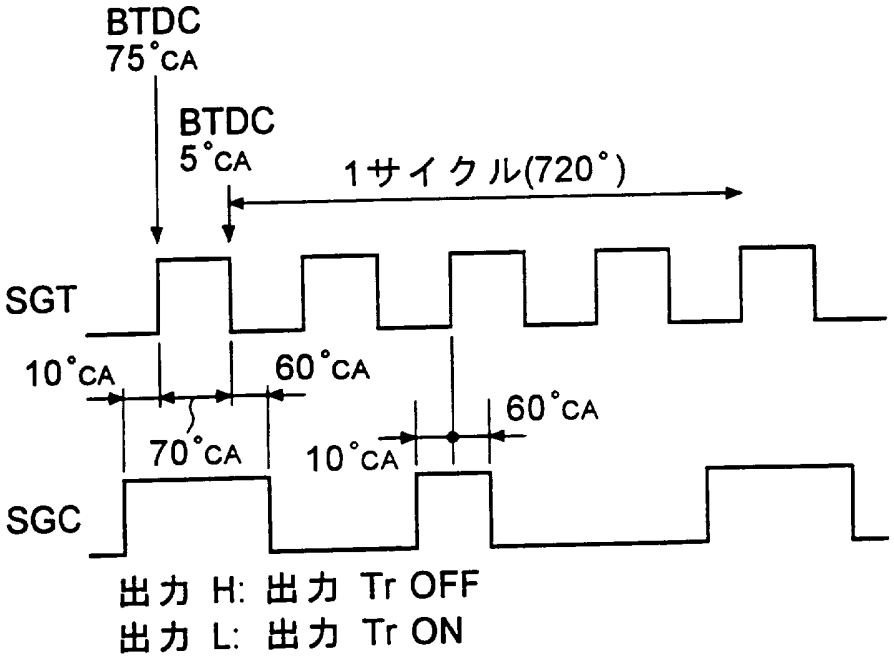
第４図


2a
2
15
7
14
ECU:23へ
ヒューエルタンク
ECU:23から
8
74A
19
4
72
2A
71
35
5
74
1
74B
73
70
3A
17
3
9
ECU:23へ
ヒューエルタンク
ECU:23へ
12
ECU:23へ
13
6
吸気

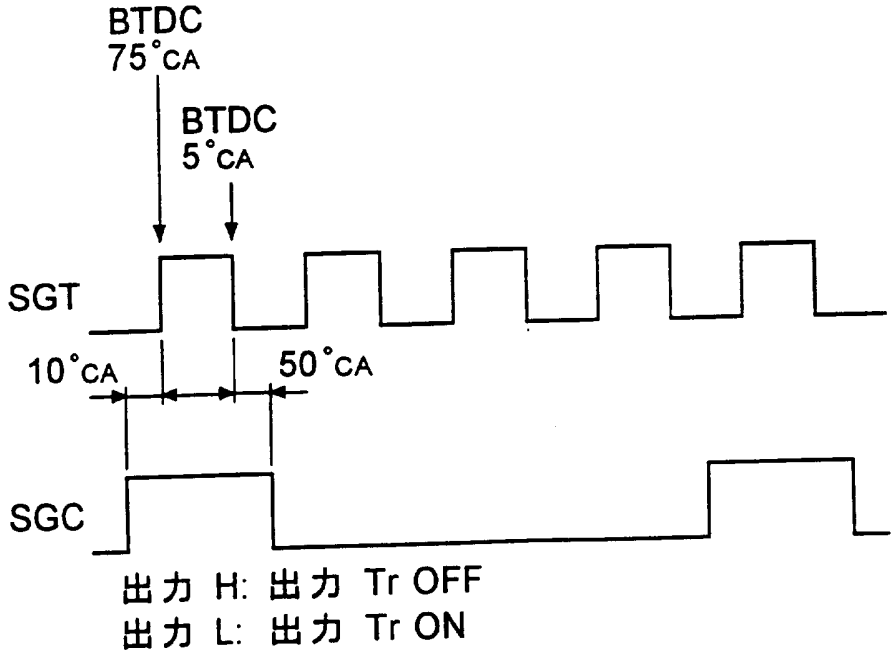
第5図


フリーランニングカウンタ
48
フリップフロップ
47
CPU
INT1
INT2
27
エアフローセンサ
11
29
22
21
レジスタA
49
レジスタB
50
レジスタC
51
レジスタD
52
比較器
53
54
55
56
R Q̄
S Q
57
58
59
60
8a
8b
ROM
31
RAM
32
ポート
46
A/D
30
レベル調整
28
センサ
12
19

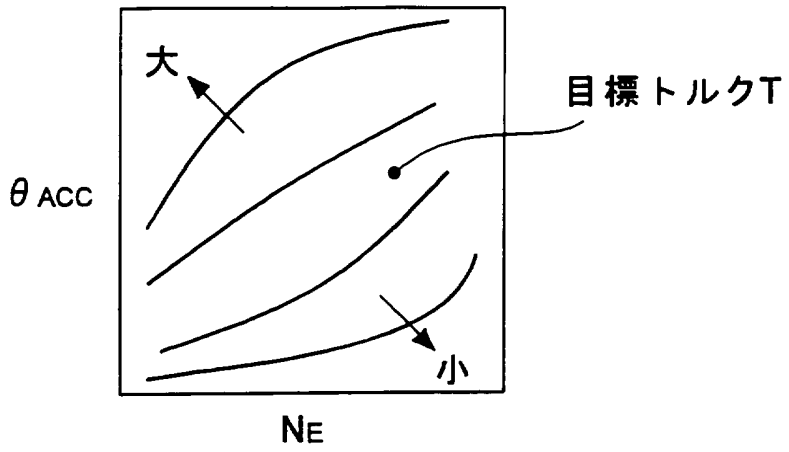
第 6 図


BTDC
75°CA
BTDC
5°CA
1サイクル(720°)
SGT
10°CA
60°CA
70°CA
10°CA
60°CA
SGC
出力 H: 出力 Tr OFF
出力 L: 出力 Tr ON

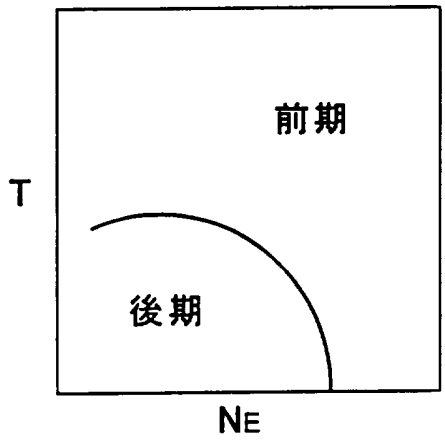
第 7 図


BTDC
75°CA
BTDC
5°CA
SGT
10°CA
50°CA
SGC
出力 H: 出力 Tr OFF
出力 L: 出力 Tr ON

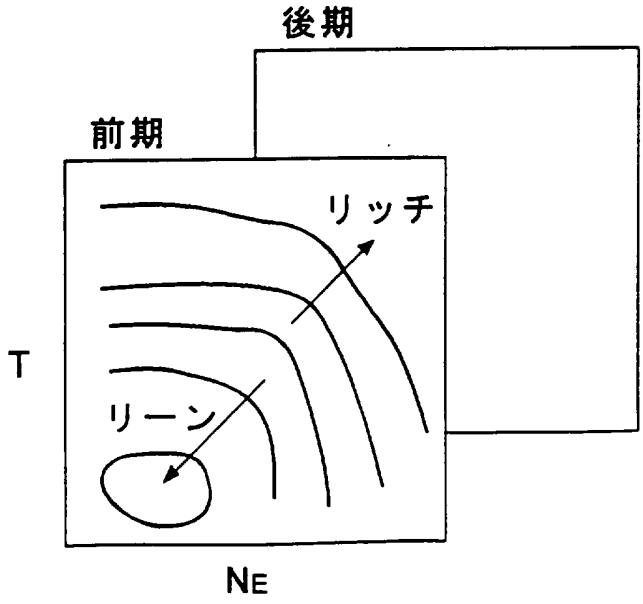
第８図



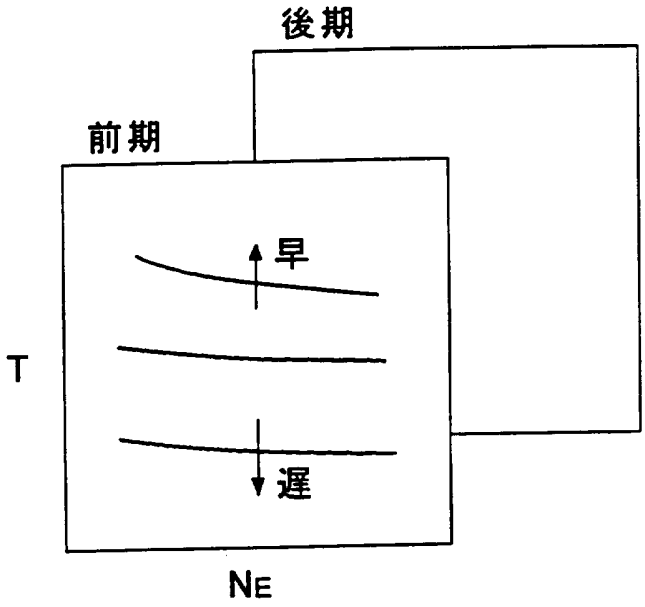
第９図



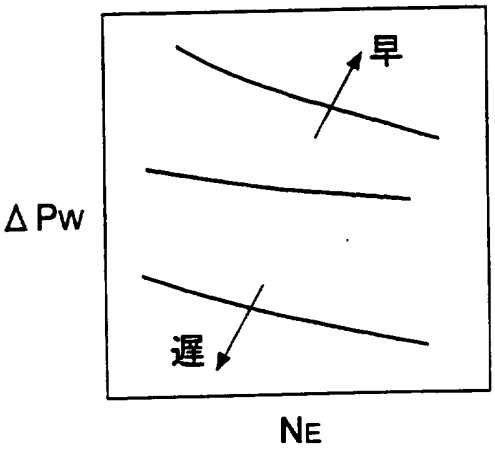
第１０図



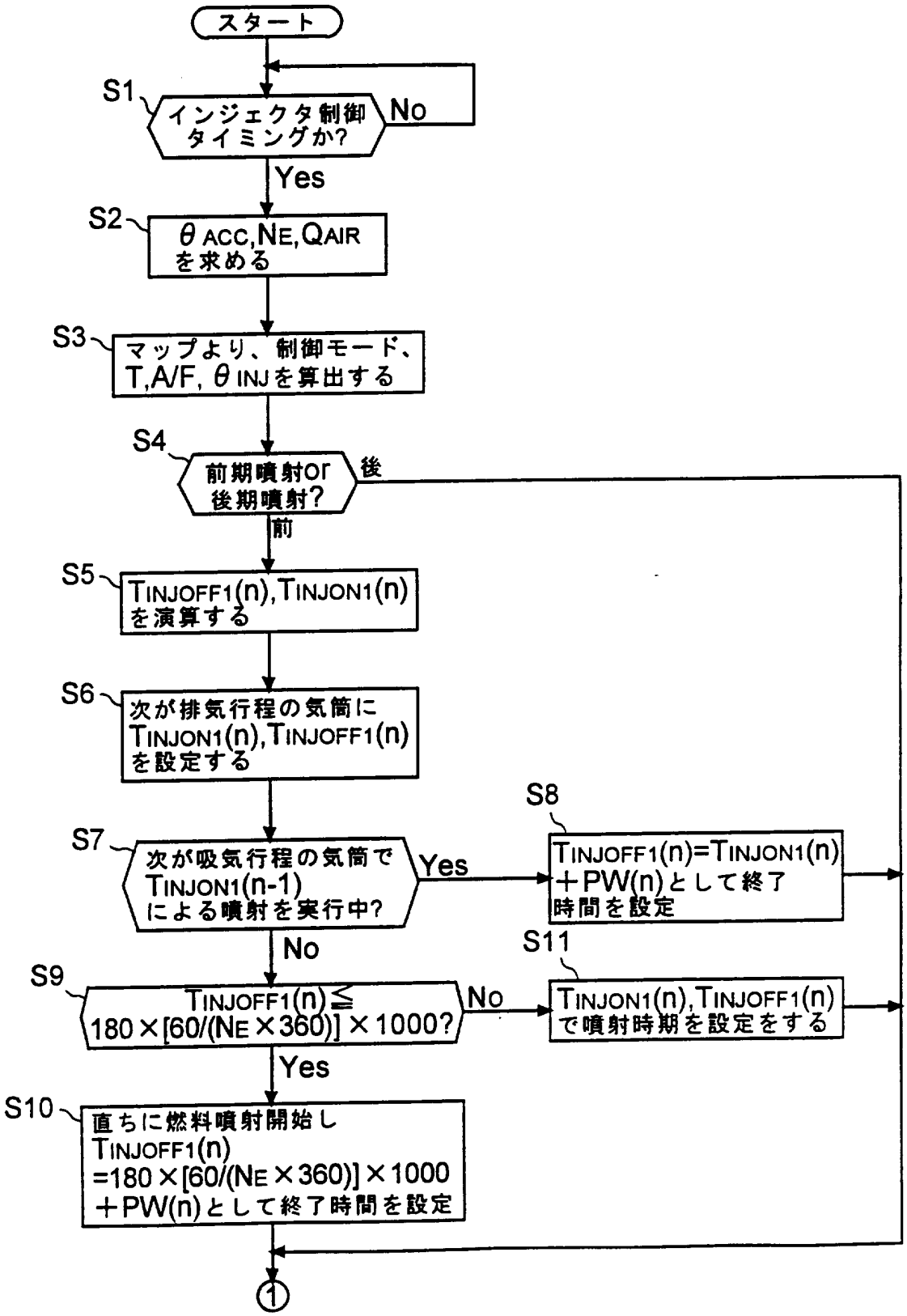
第１１図



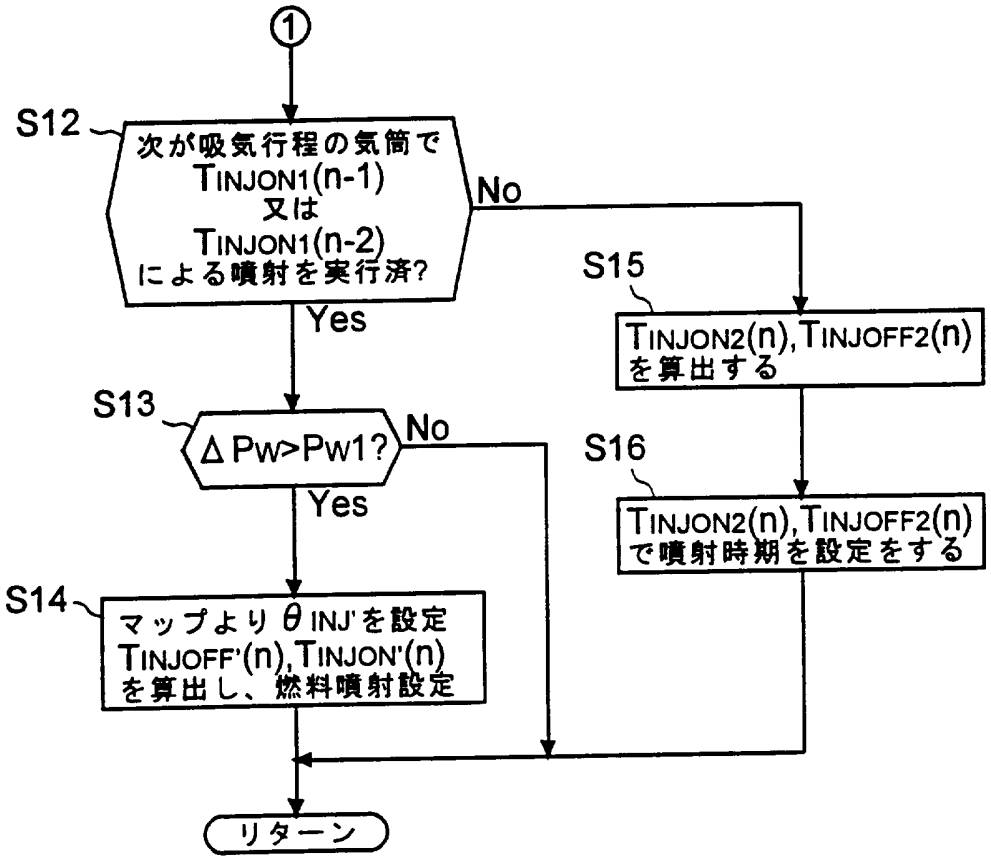
第１２図



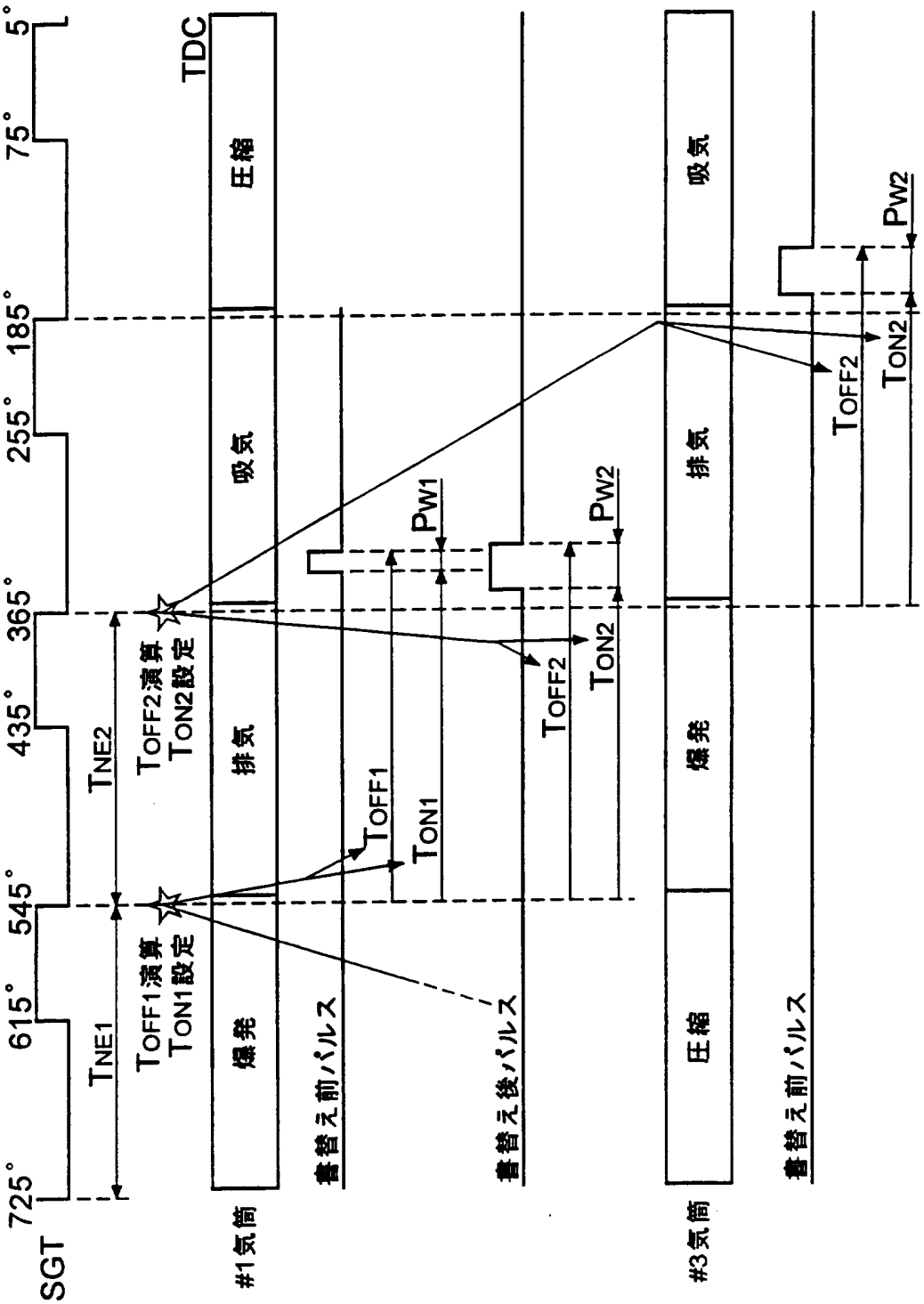
第１３図


スタート
S1
インジェクタ制御タイミングか?
No
Yes
S2
θACC,NE,QAIRを求める
S3
マップより、制御モード、T,A/F,θINJを算出する
S4
前期噴射or後期噴射?
後
前
S5
TINJOFF1(n),TINJON1(n)を演算する
S6
次が排気行程の気筒にTINJON1(n),TINJOFF1(n)を設定する
S7
次が吸気行程の気筒でTINJON1(n-1)による噴射を実行中?
Yes
No
S8
TINJOFF1(n)=TINJON1(n)+PW(n)として終了時間を設定
S9
TINJOFF1(n)≦180×[60/(NE×360)]×1000?
No
Yes
S11
TINJON1(n),TINJOFF1(n)で噴射時期を設定をする
S10
直ちに燃料噴射開始しTINJOFF1(n)=180×[60/(NE×360)]×1000+PW(n)として終了時間を設定
①

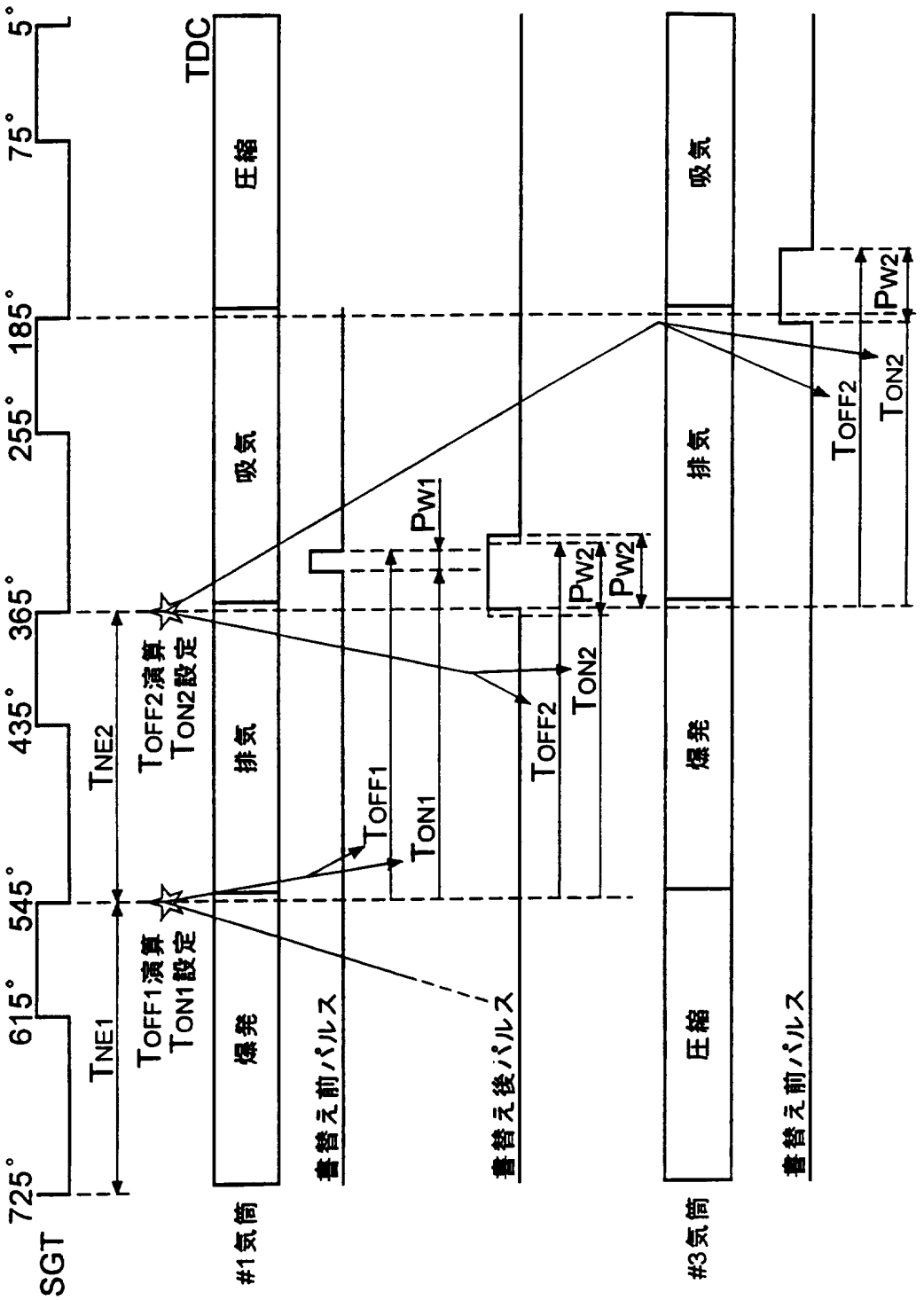
第１４図


①
S12
次が吸気行程の気筒で
TINJON1(n-1)
又は
TINJON1(n-2)
による噴射を実行済?
No
Yes
S15
TINJON2(n),TINJOFF2(n)
を算出する
S13
ΔPw>Pw1?
No
Yes
S16
TINJON2(n),TINJOFF2(n)
で噴射時期を設定をする
S14
マップよりθINJ'を設定
TINJOFF'(n),TINJON'(n)
を算出し、燃料噴射設定
リターン

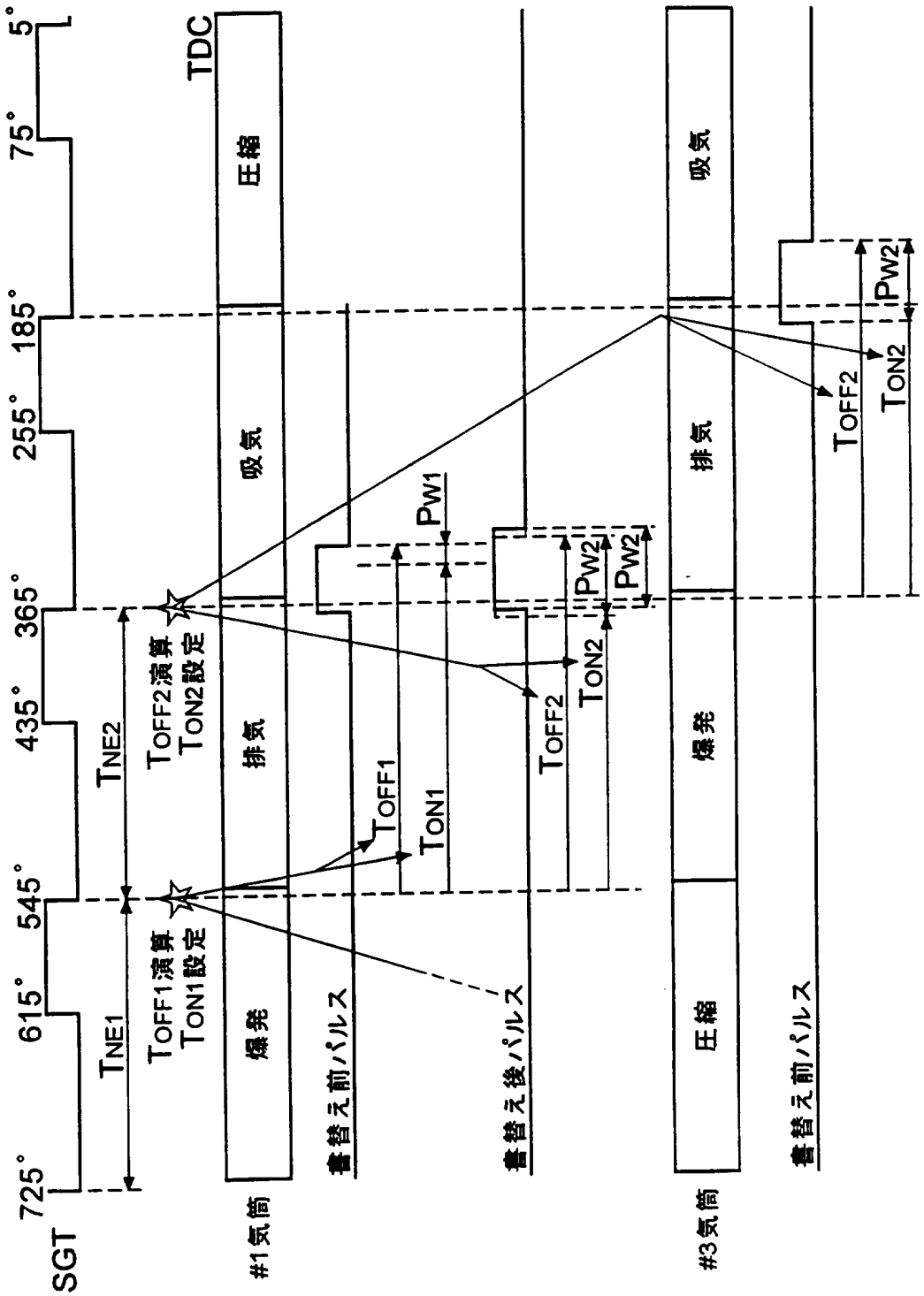
第１５図


SGT
725°
615°
545°
435°
365°
255°
185°
75°
5°
TDC
#1気筒
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
TNE1
TNE2
TOFF1演算
TON1設定
TOFF2演算
TON2設定
TOFF1
TON1
TOFF2
TON2
PW1
PW2
書替え前パルス
書替え後パルス

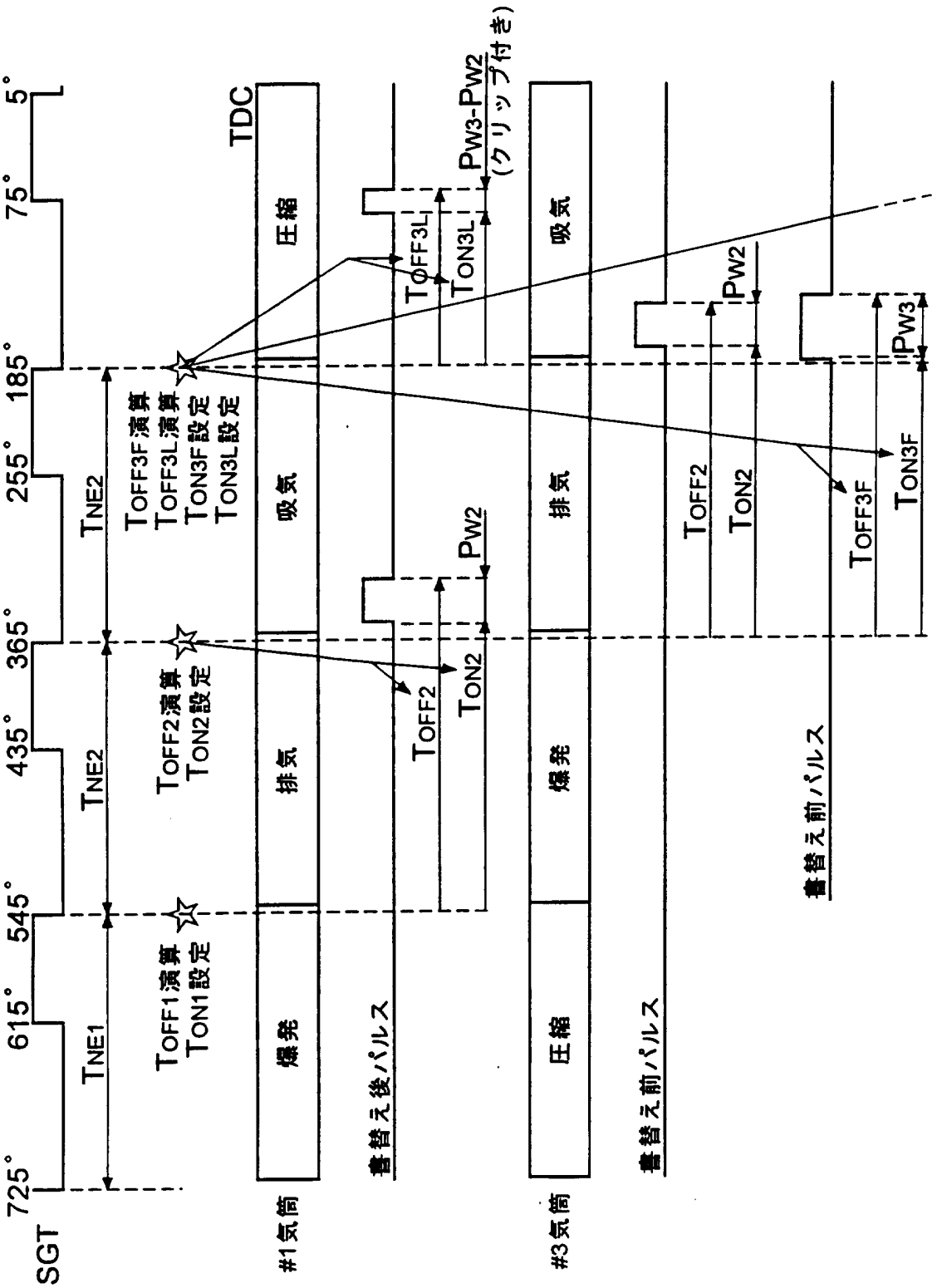
第１６図


SGT
725°
615°
545°
435°
365°
255°
185°
75°
5°
TDC
#1気筒
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
書替え前パルス
書替え後パルス
TNE1
TNE2
TOFF1演算
TON1設定
TOFF2演算
TON2設定
TOFF1
TON1
TOFF2
TON2
PW1
PW2

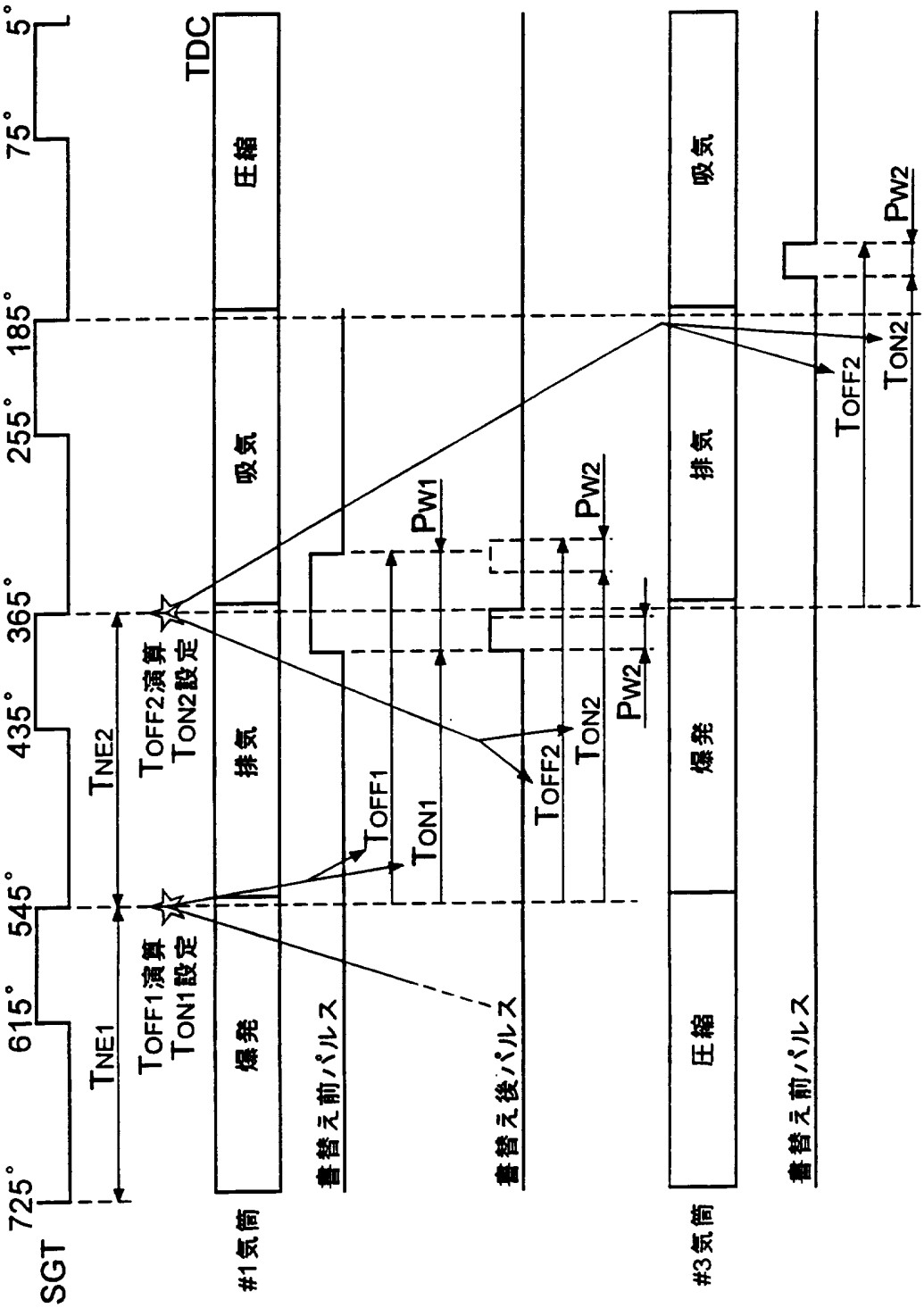
第１７図

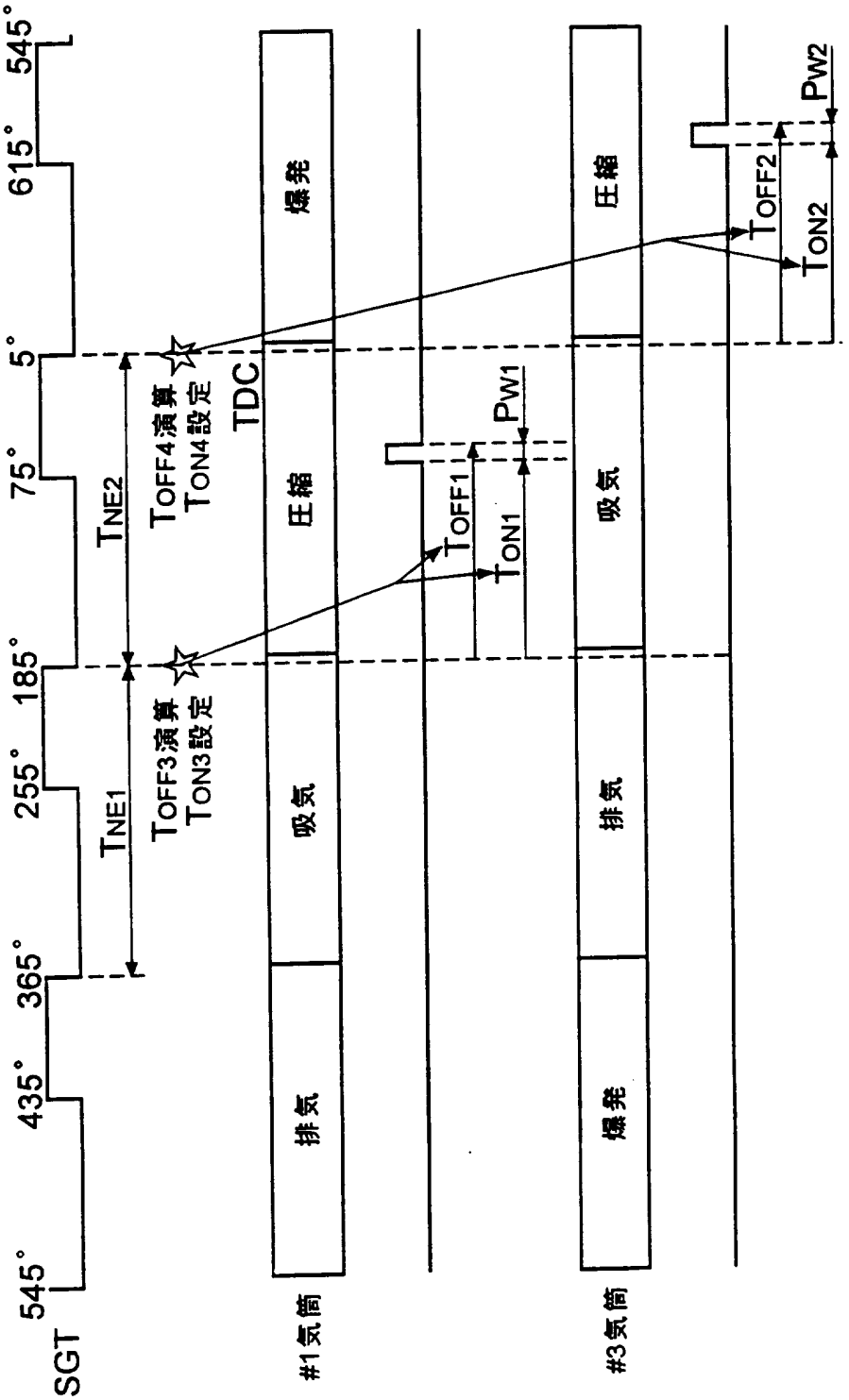

SGT
725°
615°
545°
435°
365°
255°
185°
75°
5°
TDC
#1気筒
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
TNE1
TNE2
TOFF1演算
TON1設定
TOFF2演算
TON2設定
TOFF1
TON1
TOFF2
TON2
PW1
PW2
書替え前パルス
書替え後パルス

第１８図


SGT
725°
615°
545°
435°
365°
255°
185°
75°
5°
TDC
TNE1
TNE2
TNE2
TOFF1演算
TON1設定
TOFF2演算
TON2設定
TOFF3F演算
TOFF3L演算
TON3F設定
TON3L設定
#1気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
#3気筒
圧縮
爆発
排気
吸気
書替え後パルス
書替え前パルス
TOFF2
TON2
PW2
TOFF3L
TON3L
PW3-PW2
(クリップ付き)
TOFF2
TON2
PW2
TOFF3F
TON3F
PW3
書替え前パルス

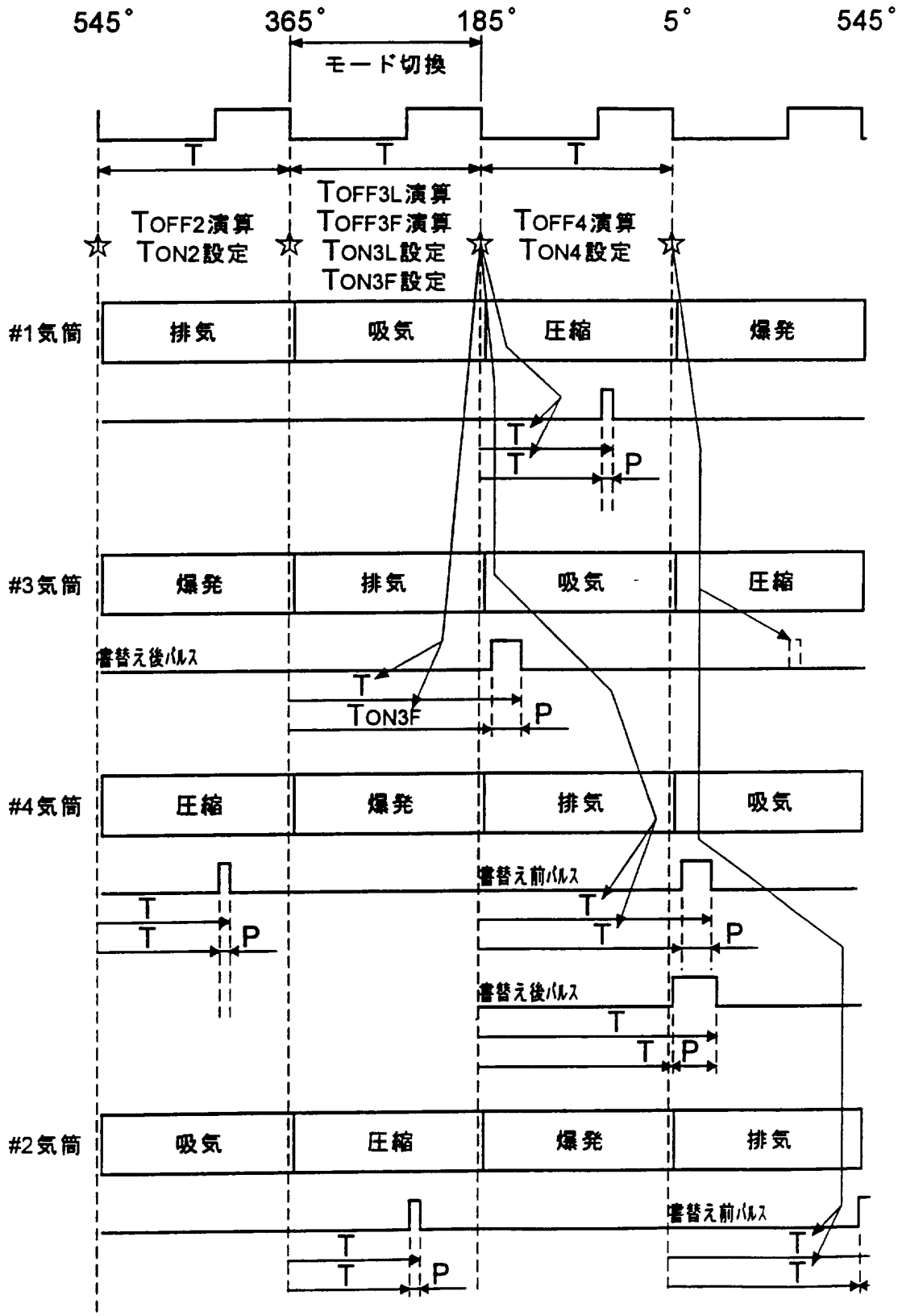
第１９図


SGT
725°
615°
545°
435°
365°
255°
185°
75°
5°
TDC
#1気筒
#3気筒
圧縮
吸気
排気
爆発
TNE1
TNE2
TOFF2演算
TON2設定
TOFF1演算
TON1設定
TOFF1
TON1
TOFF2
TON2
PW1
PW2
書替え前パルス
書替え後パルス

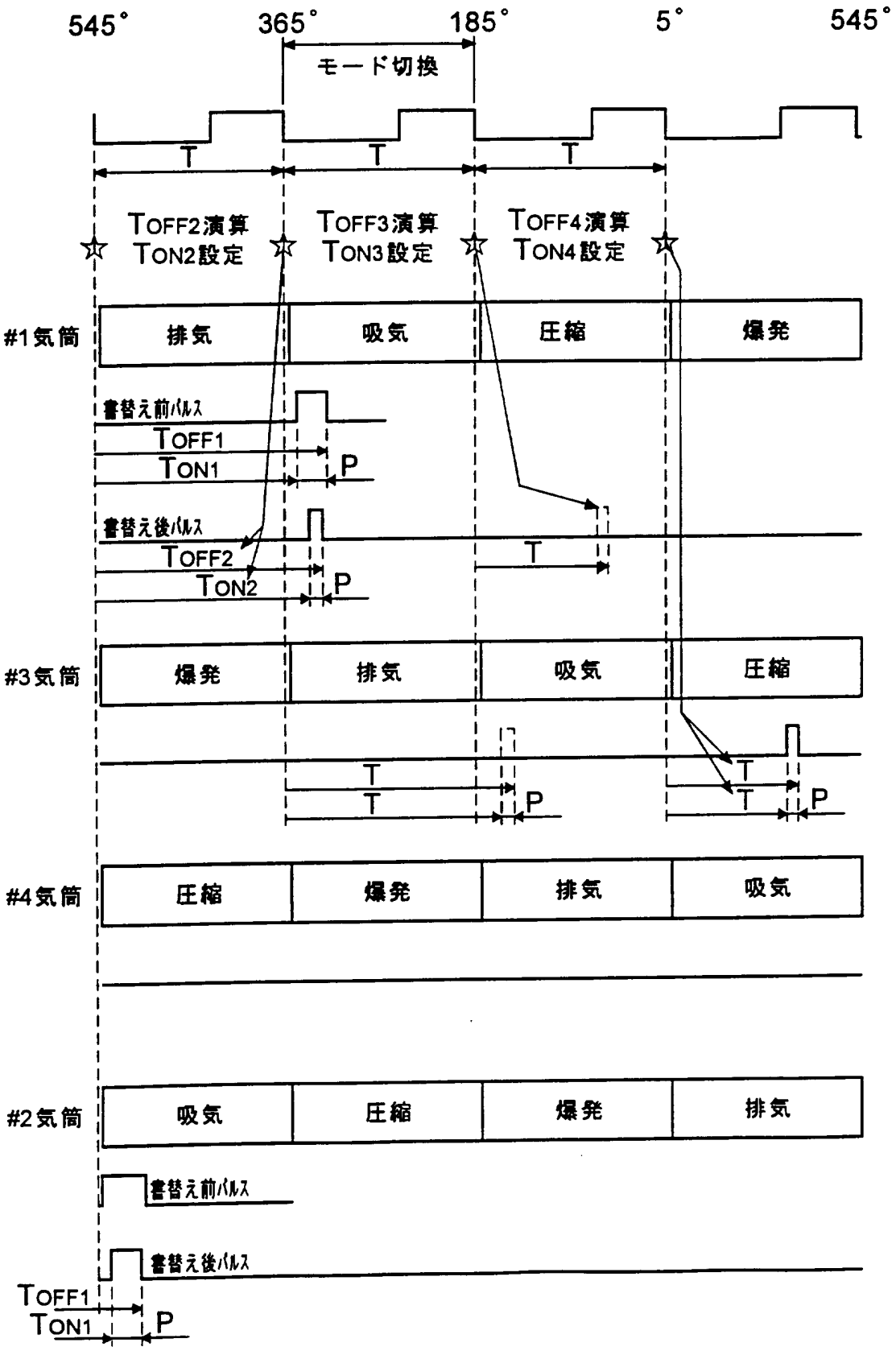

545°
615°
5°
75°
185°
255°
365°
435°
545°
SGT
TDC
TNE2
TNE1
TOFF4演算
TON4設定
TOFF3演算
TON3設定
TOFF1
TON1
PW1
TOFF2
TON2
PW2
爆発
圧縮
吸気
排気
圧縮
吸気
排気
爆発
#1気筒
#3気筒

第２０図

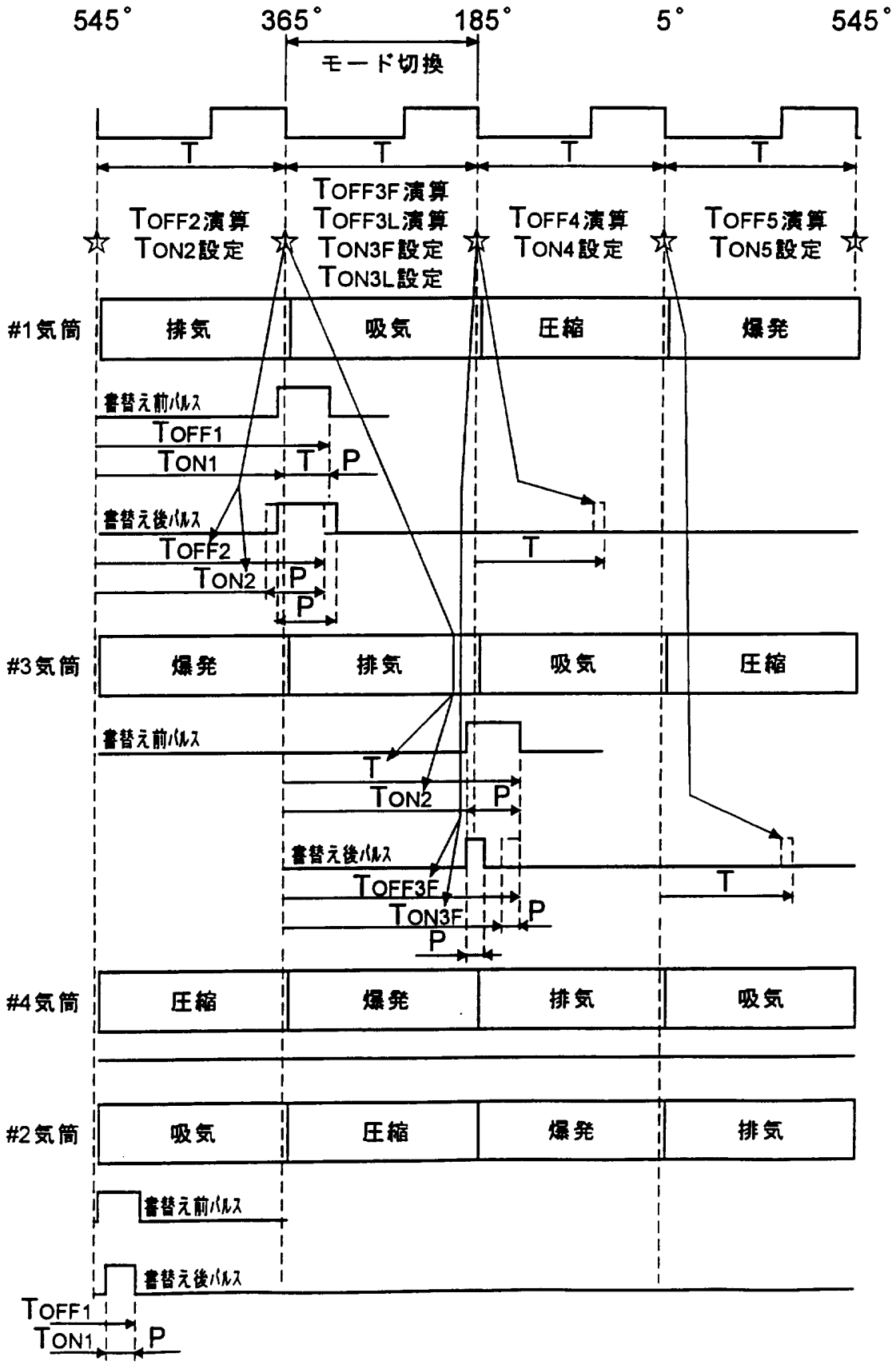
第２１図

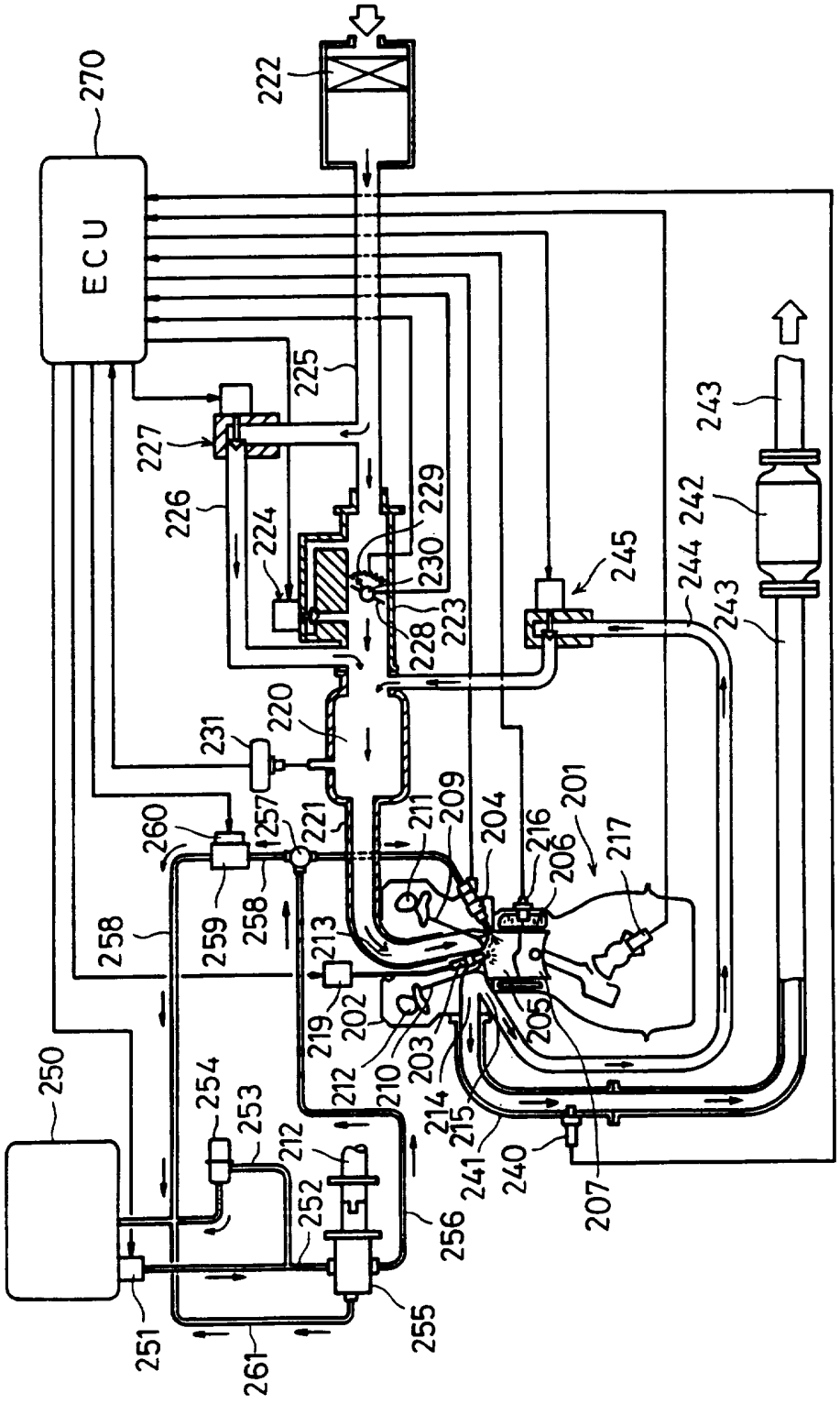

545°
365°
185°
5°
545°
モード切換
T
T
T
TOFF3L演算
TOFF3F演算
TON3L設定
TON3F設定
TOFF2演算
TON2設定
TOFF4演算
TON4設定
#1気筒
排気
吸気
圧縮
爆発
T
T
P
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
書替え後パルス
T
TON3F
P
#4気筒
圧縮
爆発
排気
吸気
書替え前パルス
T
T
P
T
T
P
書替え後パルス
T
T
P
#2気筒
吸気
圧縮
爆発
排気
書替え前パルス
T
T
P
T
T

第２２図


545°
365°
185°
5°
545°
モード切換
T
T
T
TOFF2演算
TON2設定
TOFF3演算
TON3設定
TOFF4演算
TON4設定
#1気筒
排気
吸気
圧縮
爆発
書替え前パルス
TOFF1
TON1
P
書替え後パルス
TOFF2
TON2
P
T
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
T
T
P
T
T
P
#4気筒
圧縮
爆発
排気
吸気
#2気筒
吸気
圧縮
爆発
排気
書替え前パルス
書替え後パルス
TOFF1
TON1
P

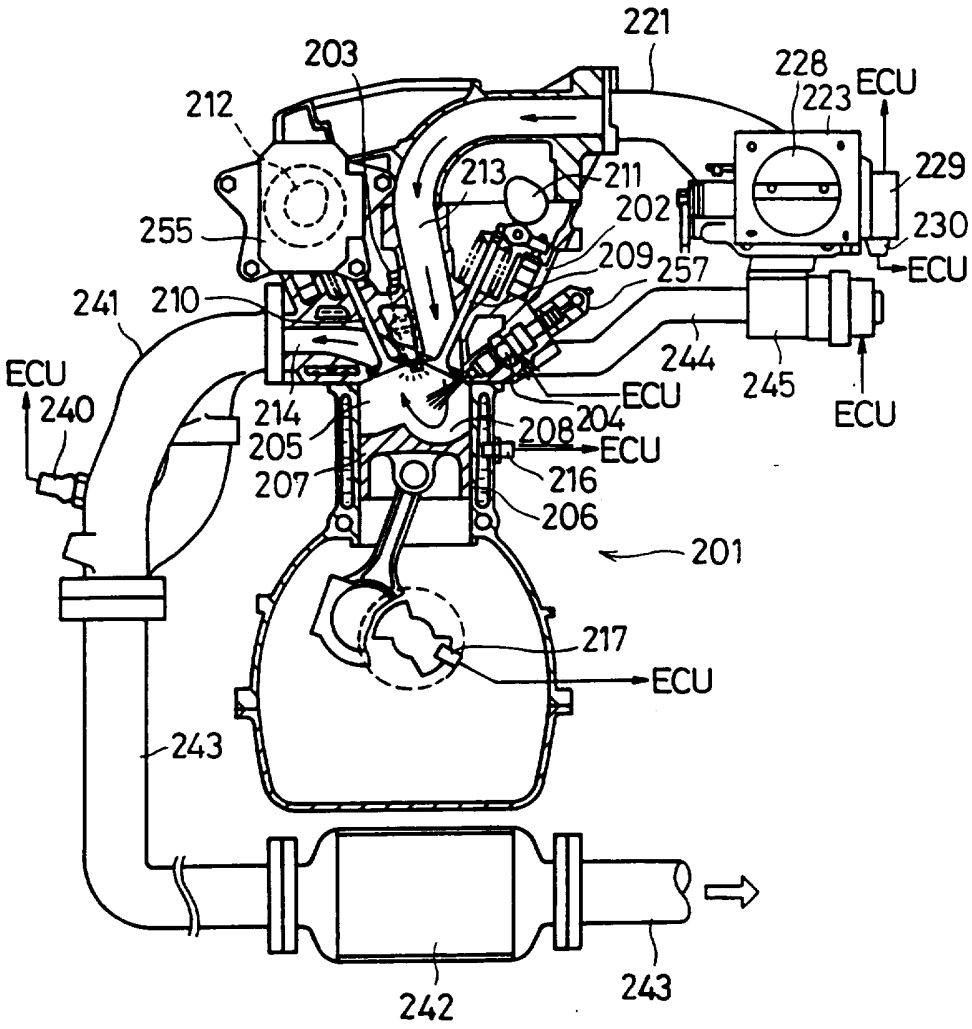
第２３図


545°
365°
185°
5°
545°
モード切換
T
T
T
T
TOFF2演算
TON2設定
TOFF3F演算
TOFF3L演算
TON3F設定
TON3L設定
TOFF4演算
TON4設定
TOFF5演算
TON5設定
#1気筒
排気
吸気
圧縮
爆発
書替え前パルス
TOFF1
TON1
T
P
書替え後パルス
TOFF2
TON2
P
P
T
#3気筒
爆発
排気
吸気
圧縮
書替え前パルス
T
TON2
P
書替え後パルス
TOFF3F
TON3F
P
P
T
#4気筒
圧縮
爆発
排気
吸気
#2気筒
吸気
圧縮
爆発
排気
書替え前パルス
書替え後パルス
TOFF1
TON1
P

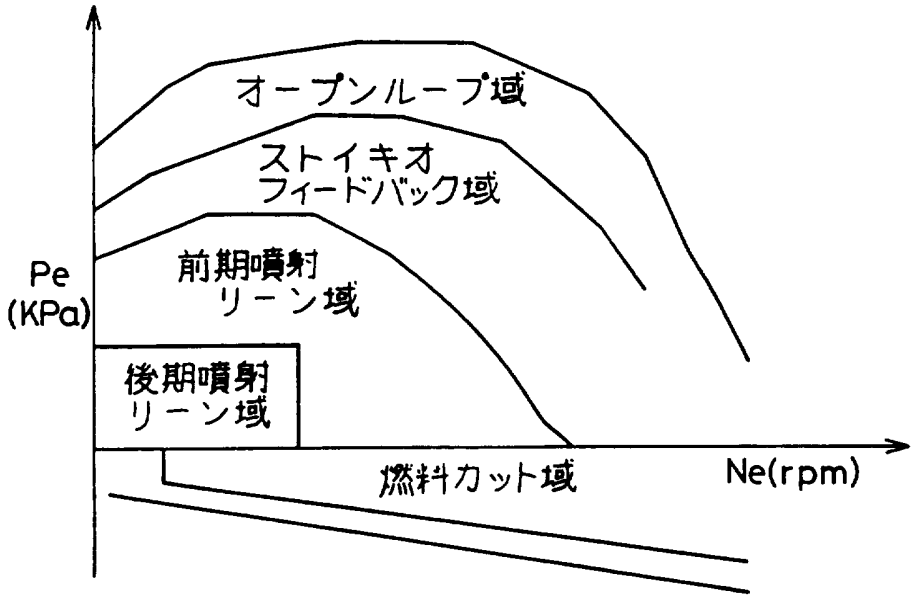

ECU
270
222
225
227
226
224
229
230
228
223
245
244
242
243
220
231
260
257
221
211
209
204
216
206
201
217
258
259
213
219
202
212
210
203
214
215
205
241
240
207
250
254
253
252
256
255
251
261

第２４図

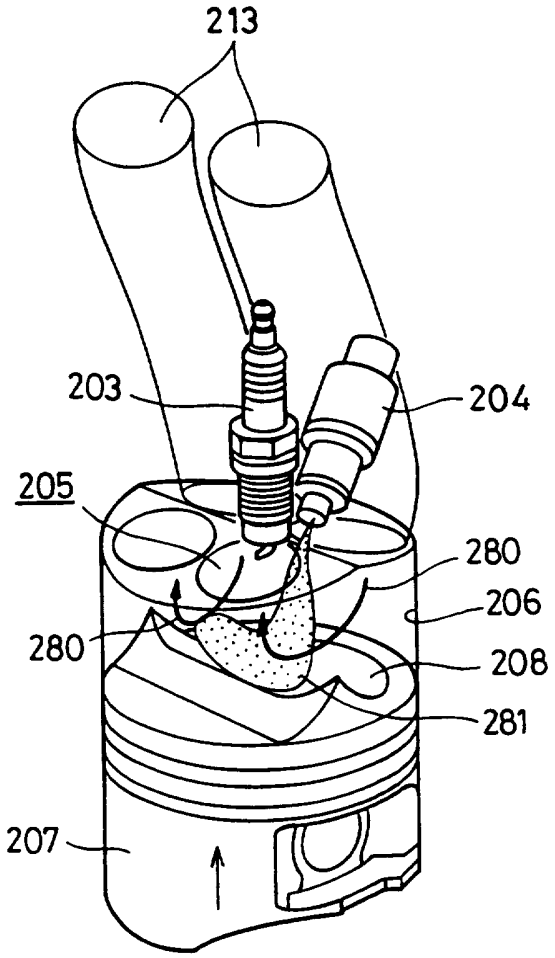
第２５図


221
203
228
223
ECU
212
213
211
229
202
255
230
209
257
ECU
241
210
244
245
ECU
240
214
204
ECU
205
208
ECU
207
216
206
201
217
ECU
243
242
243

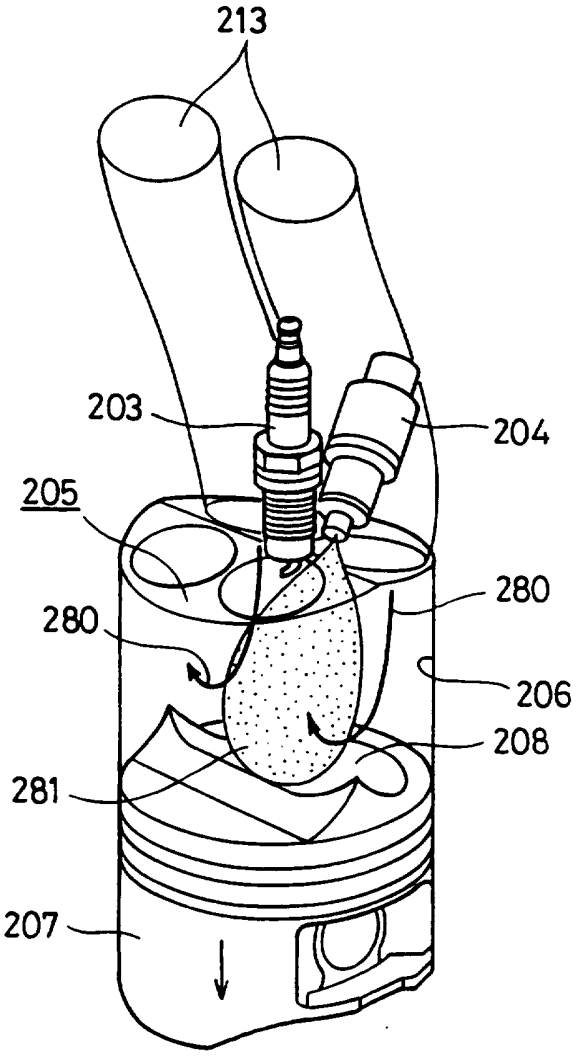
第２６図


オープンループ域
ストイキオ
フィードバック域
前期噴射
リーン域
後期噴射
リーン域
燃料カット域
Pe
(KPa)
Ne(rpm)

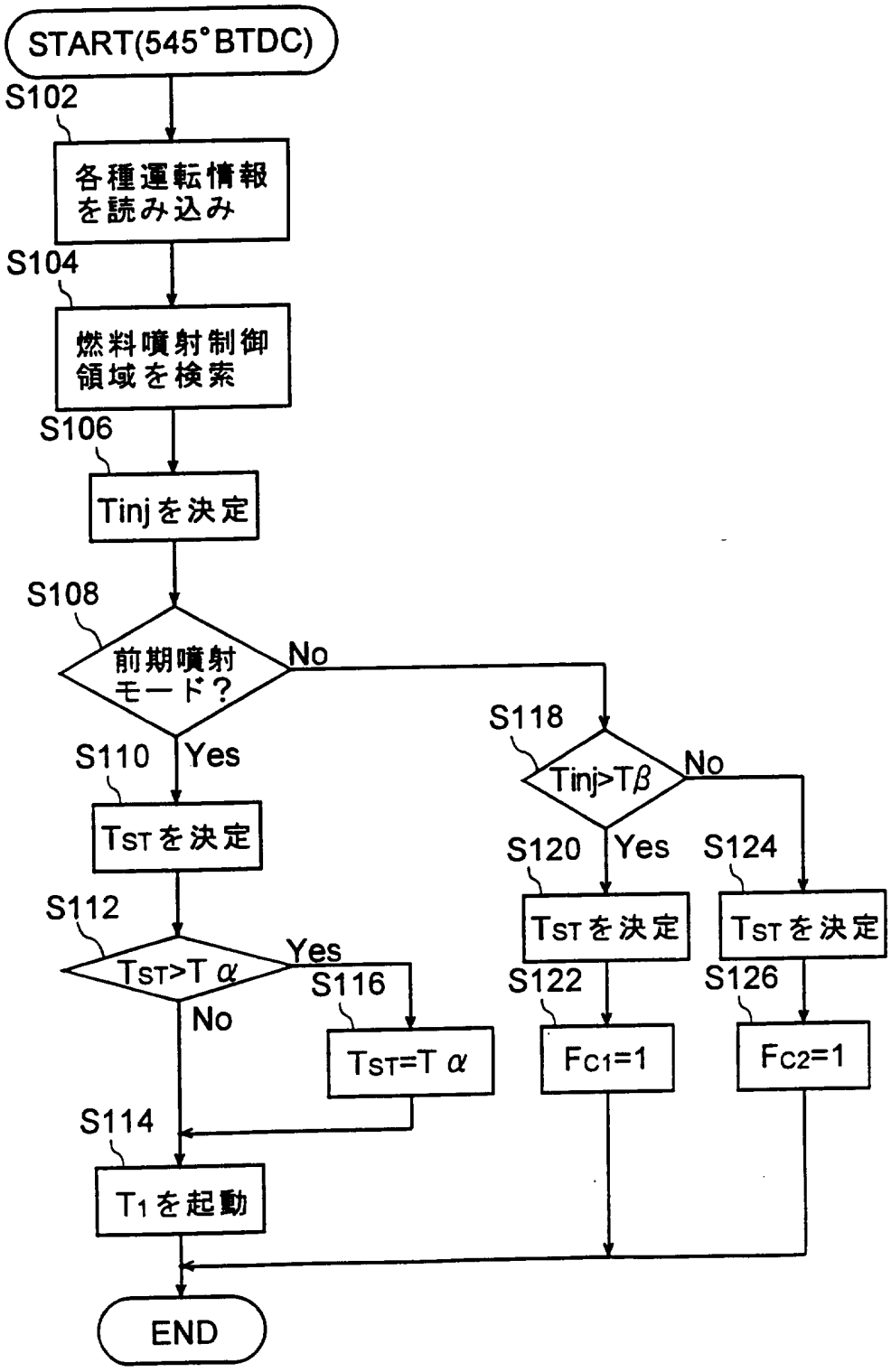
第２７図



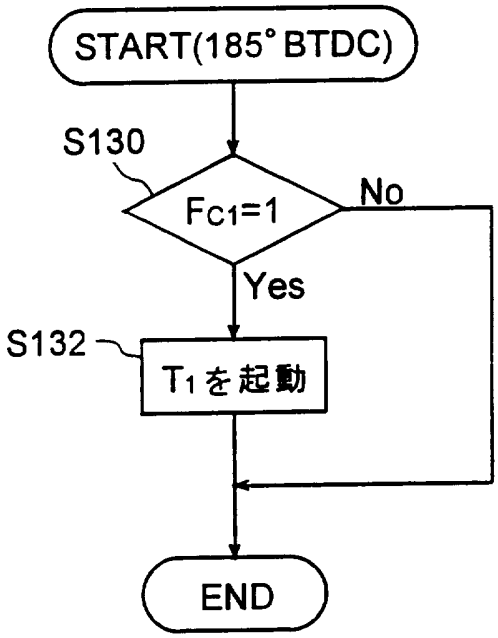
第２８図



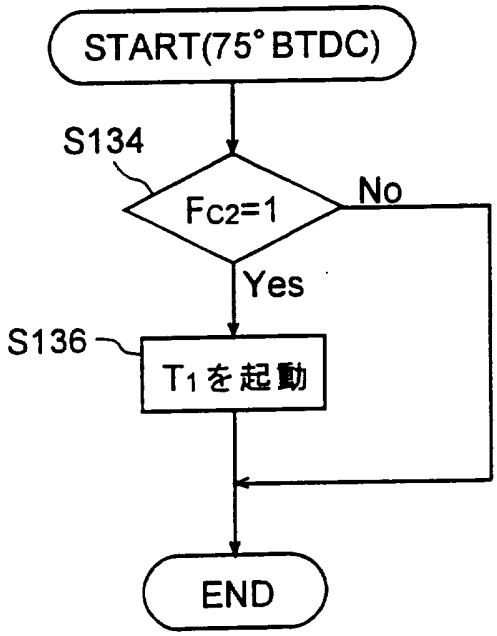
第２９図


START(545°BTDC)
S102
各種運転情報を読み込み
S104
燃料噴射制御領域を検索
S106
Tinjを決定
S108
前期噴射モード？
No
Yes
S110
TSTを決定
S112
TST>Tα
Yes
No
S116
TST=Tα
S114
T1を起動
END
S118
Tinj>Tβ
No
Yes
S120
TSTを決定
FC1=1
S122
S124
TSTを決定
FC2=1
S126

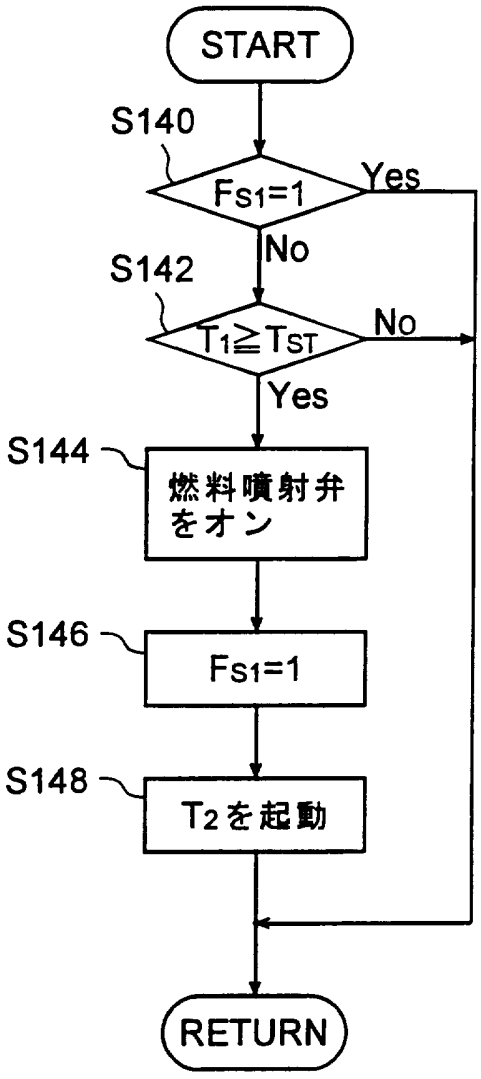
第３０図


START(185°BTDC)
S130
FC1=1
No
Yes
S132
T1を起動
END

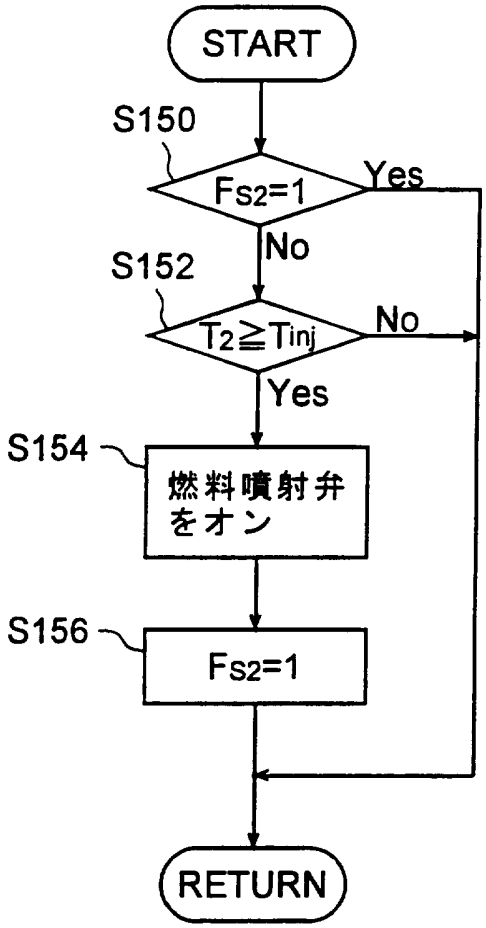
第３１図


START(75°BTDC)
S134
FC2=1
No
Yes
S136
T1を起動
END

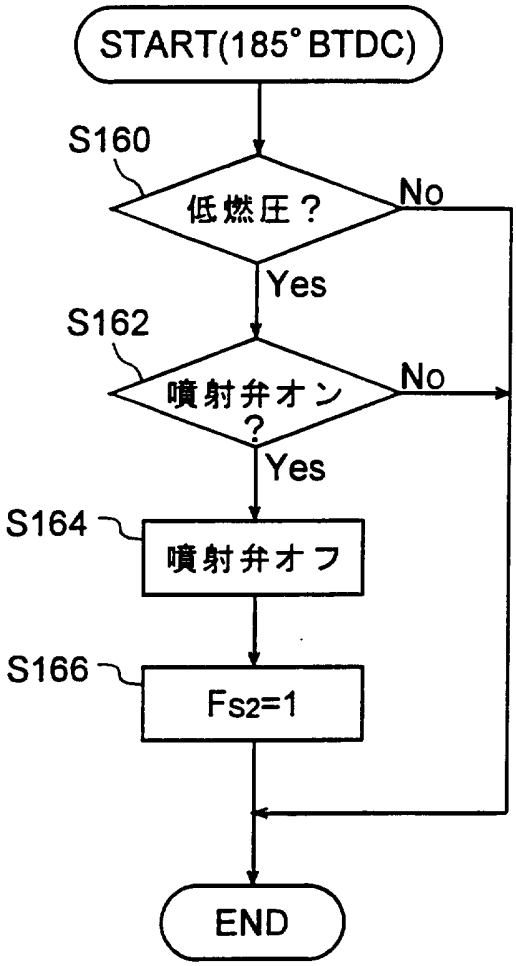
第３２図


START
S140
FS1=1
Yes
No
S142
T1≧TST
No
Yes
S144
燃料噴射弁をオン
S146
FS1=1
S148
T2を起動
RETURN

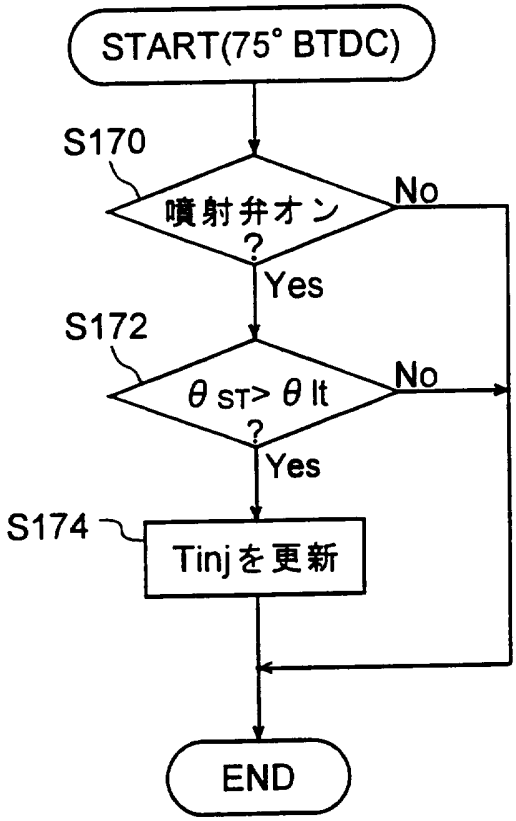
第３３図


START
S150
Fs2=1
Yes
No
S152
T2≧Tinj
No
Yes
S154
燃料噴射弁をオン
S156
Fs2=1
RETURN

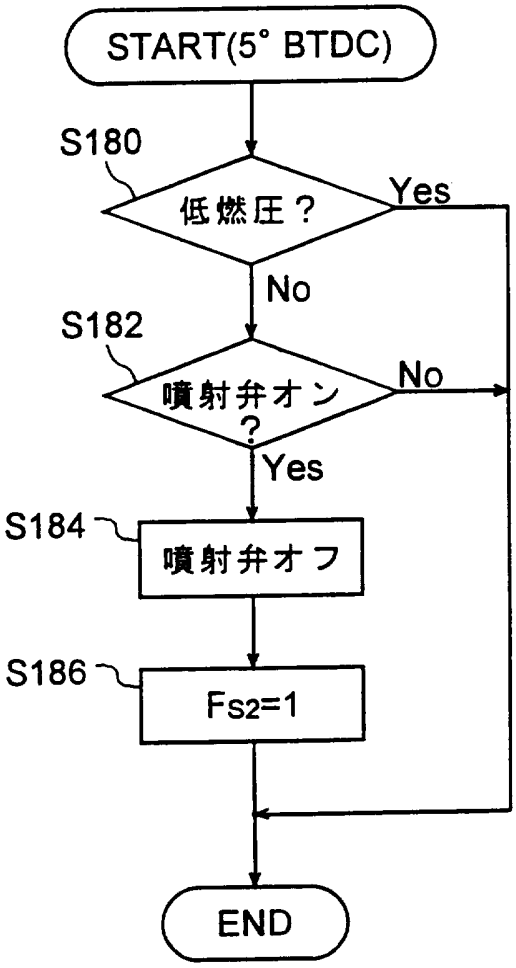
第３４図


START(185°BTDC)
S160
低燃圧？
No
Yes
S162
噴射弁オン？
No
Yes
S164
噴射弁オフ
S166
Fs2=1
END

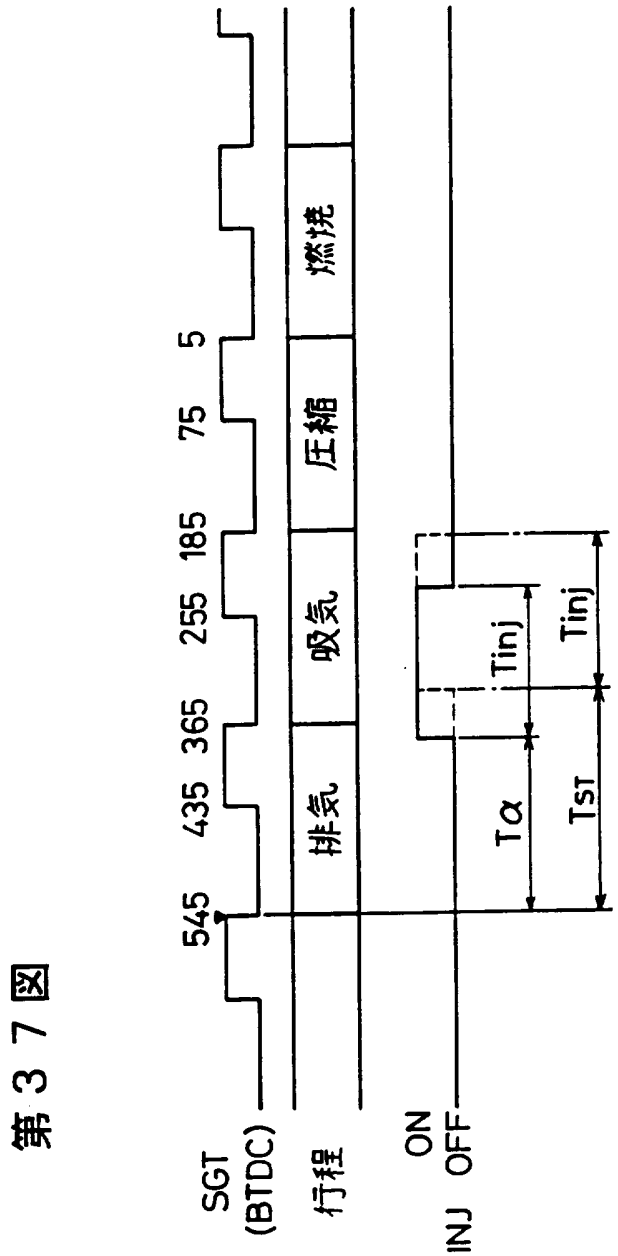
第３５図


START(75° BTDC)
S170
噴射弁オン ?
No
Yes
S172
θ ST> θ It ?
No
Yes
S174
Tinjを更新
END

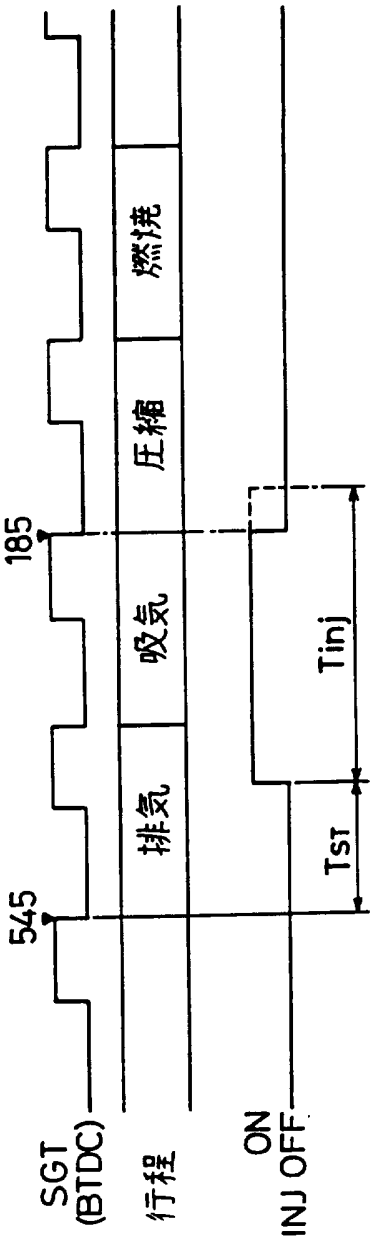
第３６図


START(5° BTDC)
S180
低燃圧？
Yes
No
S182
噴射弁オン？
No
Yes
S184
噴射弁オフ
S186
Fs2=1
END

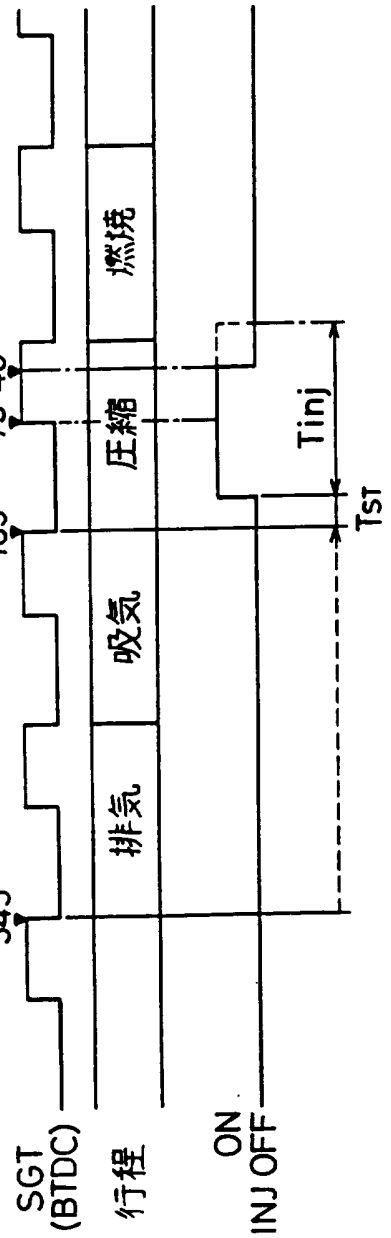
第３７図


SGT
(BTDC)
行程
ON
INJ OFF
545
435
365
255
185
75
5
排気
吸気
圧縮
燃焼
Tα
Tinj
Tinj
Tst

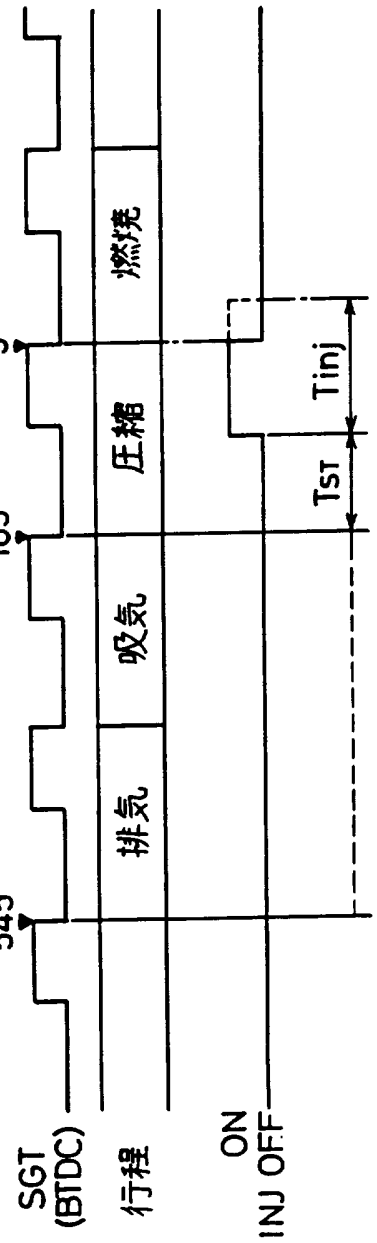
第３８図



第３９図



第４０図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP95/02345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 F02D41/34, 41/02, 45/00

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. Cl^6 F02D41/00-45/00

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.
Y	JP, 2-264141, A (Hitachi, Ltd.), October 26, 1990 (26. 10. 90) (Family: none)	1 - 25
Y	JP, 59-37236, A (Nissan Motor Co., Ltd.), February 29, 1984 (29. 02. 84) (Family: none)	10, 26
Y	JP, 2-169834, A (Toyota Motor Corp.), June 29, 1990 (29. 06. 90) & EP, 369,480, A2 & US, 4,955,339, A & EP, 369,480, A3	9, 12, 21, 22, 32, 35, 39, 40-44
Y	JP, 5-1837, U (Fuji Heavy Industries Ltd.), January 14, 1993 (14. 01. 93) (Family: none)	17, 18, 39 - 41
A	JP, 62-186038, A (Toyota Motor Corp.), August 14, 1987 (14. 08. 87) (Family: none)	1 - 35, 37 - 44

☐ 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	Date of mailing of the international search report
February 5, 1996 (05. 02. 96)	February 27, 1996 (27. 02. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP95/02345

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 36
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claim 37 is described immediately after claim 35, and so there is an omission between them.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 95/02345

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cℓ⁶ F02D41/34, 41/02, 45/00

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. Cℓ⁶ F02D41/00-45/00

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
Y	JP, 2-264141, A（株式会社 日立製作所）, 26. 10月. 1990（26. 10. 90）（ファミリーなし）	1-25
Y	JP, 59-37236, A（日産自動車株式会社）, 29. 2月. 1984（29. 02. 84）（ファミリーなし）	10, 26
Y	JP, 2-169834, A（トヨタ自動車株式会社）, 29. 6月. 1990（29. 06. 90） &EP, 369,480, A2&US, 4,955,339, A	9, 12, 21, 22, 32, 35, 39,

☑ 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
05. 02. 96

国際調査報告の発送日
27.02.96

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）
3G 8711
久保克彦

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）

C（続き）．　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
	&EP, 369,480, A3	40−44
Y	JP, 5−1837, U（富士重工業株式会社）, 14. 1月. 1993（14. 01. 93）（ファミリーなし）	17, 18, 39−41
A	JP, 62−186038, A（トヨタ自動車株式会社）, 14. 8月. 1987（14. 08. 87）（ファミリーなし）	1−35, 37−44

国 際 調 査 報 告

国際出願番号 PCT／JP 95／02345

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの1の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

2. ☑ 請求の範囲 36 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

請求の範囲35の次が37となっており抜けている。

3. ☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4（a）の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの2の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。