



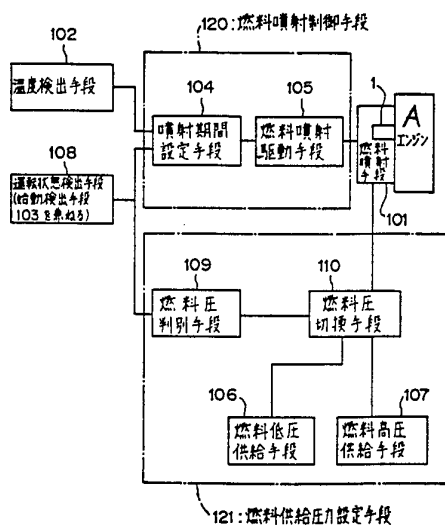
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 F02D 41/04, 41/06, F02M 37/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO96/37694</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01391 (22) 国際出願日 1996年5月24日(24.05.96) (30) 優先権データ 特願平7/128681 1995年5月26日(26.05.95) 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 東京都港区芝五丁目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) 織田英幸(ODA, Hideyuki)[JP/JP] 五島賢司(GOTO, Kenji)[JP/JP] 村上信明(MURAKAMI, Nobuaki)[JP/JP] 田島一親(TASHIMA, Kazuchika)[JP/JP] 田村宏記(TAMURA, Hiroki)[JP/JP] 〒108 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo, (JP)</p>		<p>(43) 国際公開日 1996年11月28日(28.11.96) (74) 代理人 弁理士 真田 有(SANADA, Tamotsu) 〒180 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目10番31号 吉祥寺広瀬ビル8階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書 補正書・説明書</p>

(54) Title : FUEL INJECTION CONTROL APPARATUS FOR CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) 発明の名称 筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置



- A ... engine
- 101 ... fuel injection means
- 102 ... temperature detecting means
- 104 ... injection period setting means
- 105 ... fuel injection driving means
- 106 ... low pressure fuel supply means
- 107 ... high pressure fuel supply means
- 108 ... operational condition detecting means  
(serving also as starting detecting means 103)
- 109 ... fuel pressure judging means
- 110 ... fuel pressure switching means
- 120 ... fuel injection control means
- 121 ... fuel supply pressure setting means

(57) Abstract

A fuel injection control apparatus for cylinder injection type internal combustion engines, constructed so as to be provided with a fuel injection valve (1) provided in a cylinder and adapted to inject a fuel into the cylinder, a fuel supply pressure setting means for setting a fuel injection pressure of the fuel injection valve (1) to a low level in a specified operational condition of the internal combustion engine including a starting operation thereof, and to a high level in an operational condition other than the mentioned specified operational condition, and a fuel injection control means (120) capable of setting an injection period of the fuel injection valve (1) in the specified operational condition mentioned above to a level exceeding one stroke period in an operation cycle of the internal combustion engine.

(57) 要約

本発明は、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置に関し、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し上記特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態時において上記燃料噴射弁（1）の噴射期間を内燃機関の作動サイクルにおける1行程期間を越える期間に設定しうる燃料噴射制御手段（120）と、をそなえるように構成する。

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	ES	スペイン	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LS	レソト	SD	スーダン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	イギリス	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	GE	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	GN	ギニア	MC	モナコ	SK	スロヴァキア
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MD	モルドヴァ共和国	SN	セネガル
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TD	チャド
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	ML	マリ	TG	トーゴ
CA	カナダ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MR	モリタニア	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	JP	日本	MW	モザンビーク	TR	トルコ
CH	スイス	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UG	ウガンダ
CU	キューバ	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	US	アメリカ合衆国
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	NZ	ニュージーランド	UZ	ウズベキスタン
						VN	ヴェトナム

## 明 細 書

## 筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置

## 5 技術分野

本発明は、筒内噴射式内燃機関の低温始動特性を向上させるべく配慮された、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置に関する。

## 背景技術

10 燃料をシリンダ内で噴射する方式の筒内噴射式内燃機関としては、ディーゼルエンジンが広く知られているが、近年、ガソリンエンジンにおいても筒内噴射式のものが提供されている。

そして、筒内噴射式内燃機関により、機関の性能向上や排出ガスの低減のため、希薄燃焼（リーンバーン）運転を行なわせるように構成されたものが提供されている。

15 ところで、このような筒内噴射エンジンにおける燃料噴射は、FIG. 11の線図に示すタイミングで行なわれる。

すなわち、超リーン運転時においては、圧縮行程における所要タイミングで、高圧燃料ポンプによる高圧燃料噴射が行なわれ、超リーン運  
20 時以外においては吸気行程における所要タイミングで、高圧燃料ポンプによる高圧燃料噴射が行なわれる。

ところが、高圧燃料ポンプとしてエンジンにより駆動されるポンプを用いる場合には、内燃機関の始動時にエンジン回転数が低く十分な吐出  
25 吐出圧力に基づく低圧燃料噴射が行われる。

そして、このように通常運転時の高圧噴射と始動時の低圧噴射とを共

通のインジェクタにより成立させることを考えた場合には、通常運転移行後のアイドル時のように高圧下での要求燃料が少ない場合にもインジェクタの開弁時間制御により正確な燃料流量設定を行う必要があるため、インジェクタのソレノイドの応答性を考慮した最小開弁時間でアイドル時等の低流量設定が行われるよう、インジェクタでの噴射量ゲイン（絞り状態）設定を行う必要がある。そして、このような最小流量に適したインジェクタの噴射量ゲイン設定を行うと、その分単位時間当たりの噴射が制限される。この結果、始動時のように低圧で噴射した場合には、低圧噴射故に単位時間あたりの噴射量が元来少ないことに基づき、パルス幅に応じた噴射量が制限され、例えば、FIG. 11に示すような吸気行程の全期間にわたる噴射によっても所要量を達成することができない場合が発生する。

すなわち、低温時のクランキング回転を100rpmであるとする、吸気行程期間は300msであるのに対し、所要量の燃料噴射を行なうために必要な噴射時間は420ms以上であり、噴射量が不足することが考察される。

これは、FIG. 10の線図によっても考察される。

同図は、横軸のエンジン回転数に対し、縦軸に供給空燃比あるいは燃料噴射パルス幅Pw(ms)をとって、下方に燃料の供給限界を示し、上方に所要の噴射時間を示している。

これによれば、250rpm付近以下のエンジン回転数では、供給限界が所要空燃比を下回り、燃料噴射量が不足することが考察される。

この点について、より一般的に考察を行うと、エンジンの要求燃料量は、冷却水温等で代表されるエンジン温度が低い程多くなり、一方において、エンジン回転数が高い程、1行程の時間が短くなる。このため、始動時低圧噴射を行う場合には、極低温クランキング時や低温始動直後

の回転数上昇時等に、1行程期間内の噴射期間では燃料噴射量が不足するといった事態を生じる。

ところで、筒内燃噴射型内燃機関の燃料噴射制御においては、上述のように、エンジンが要求する燃料量を1回の燃焼サイクル毎に確実に供給できるようにすることが最重要課題であるが、この要求燃料量が満足  
5 されたときには、次に、要求燃料量をいかなる時期に筒内に供給するかが重要な課題となる。即ち、低燃費を追求する場合には、燃料を圧縮行程後期に点火プラグ近傍に噴射し、点火プラグ近傍での局所空燃比を燃焼可能な状態として総合空燃比が極めて大きい状態で層状燃焼させることが好ましく、一方、高出力や暖機促進の観点から多めの燃料が必要な  
10 場合には、吸気行程前期に燃料を供給して燃焼室内での燃料の分散化や霧化を促進し、予混合燃焼に適した状態を生み出すことが好ましい。

そして、始動時低圧噴射を行なう筒内噴射式内燃機関においては、機関温度が高いときの始動時やその直後の要求噴射期間が1行程期間内に  
15 収まる場合も当然存在し、このような場合、通常吸気行程中に噴射を行うことが考えられるが、この吸気行程内の如何なる位相で噴射を行うかを検討することが1つの課題となる。特に、始動が完了してエンジン回転数が上昇し始動時低圧噴射から高圧噴射へ切り替える際に低圧噴射時の噴射時期と高圧噴射時の噴射時期が大きくずれていると、筒内での霧  
20 化状態が急変し、エンジン回転の落ち込みを生じる場合があり、このような状況にも対応できるようにすることが好ましい。また、低温始動時のように1行程内での（特に低圧噴射による）噴射期間では、要求燃料量が満足できない場合に対処する際にも、その噴射をいかなる時期に実行すべきかが筒内噴射式内燃機関の噴射制御においては重要な課題とな  
25 る。

さらに、始動後エンジン回転数が急上昇すると、クランク1行程期間

の時間間隔が急に短縮されるため、このような状況下においても極力エンジンから要求される燃料量が確保できるように噴射時期を設定することも重要な課題となる。さらにまた、各要求を満足できる噴射装置を安価に提供することも副次的な課題となる。

- 5 本発明は、このように、始動時に低圧噴射を行なう筒内噴射式内燃機関において、始動性能を確保し、自動車用等に適用した場合の実用性に富む燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

- 10 本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態時において、上記燃料噴射弁の噴射期間を内燃機関の作動サイクルにおける1行程期間を越える期間に設定しうる燃料噴射制御手段と、  
15 を備えたことを特徴としている。このような構成によれば、低圧噴射時に、1行程期間より長い噴射期間が設定可能となるように燃料噴射制御を行うため、要求燃料の確保が図られる。特に、高圧時に少量の噴射量設定が行われるものに対応させてインジェクタゲインを設定したシステム  
20 においては意義が大きい。

- また、燃料噴射制御手段が、1行程期間より長い噴射期間を設定するときの噴射時期を、排気行程から吸気行程にかけて設定するように構成してもよい。この場合において、噴射時期は、排気系への未燃燃料の放出を避ける観点から、極力吸気行程中を主に設定することが好ましい。  
25 したがって、1行程期間より長い噴射期間が設定されるときに噴射終了時期を圧縮行程開始時近傍に設定することが最も好ましい。

また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態において、第1運転状態では上記燃料噴射弁の噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける1行程期間を越える期間となり、上記第1運転状態以外の運転状態では上記燃料噴射弁の噴射期間が上記第1行程期間以内の期間となるように、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて噴射期間を設定する燃料噴射制御手段とを備えたことを特徴としている。このような構成によれば、低圧噴射時にその噴射期間が、少なくとも機関温度を含む運転パラメータに応じて可変設定され、その際の噴射期間は、あるときは1行程期間より長く、またあるときは1行程期間より短く設定され、始動時およびその直後の燃料噴射量が適切に設定される。

また、上述の構成に加えて、低圧噴射時の噴射期間が1行程期間より長いときには排気行程から吸気行程にかけて噴射が行われ、同噴射期間が1行程期間より短いときには吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を設定するように構成してもよい。そして、このような構成によれば、低圧噴射時の噴射時期として最も好適な吸気行程が有効に使用され且つ適切さに欠ける圧縮行程噴射の実行が抑えられる。

また、上述の構成において、上記燃料噴射制御手段は、上記第1運転状態における上記燃料噴射弁の噴射終了時期を圧縮行程開始時近傍に設定し、上記第1運転状態以外の運転状態における上記燃料噴射弁の噴射開始時期を吸気行程開始時期近傍または吸気行程中に設定するように構成してもよい。この場合、低圧噴射時の噴射期間が1行程期間より長いときには、噴射終了時期が圧縮行程開始近傍に設定され、低圧噴射時の

噴射期間が1行程期間より短いときには、噴射開始時期が吸気行程開始時近傍または吸気行程中に設定される。これにより、噴射時期が相対的に長い場合には、吸気行程の全期間と排気行程の少なくとも一部の期間とが噴射期間として使用され、噴射期間が相対的に短い場合には、吸気行程内のみで噴射を完了する。特に、噴射期間が1行程期間に対して相対的に短い場合においては、常時吸気行程開始近傍から噴射を開始させられることも考えられ、また、その代替として、噴射期間が1行程期間に対して相対的に短い場合であってその中でも特に噴射期間が相対的に短い場合には、吸気行程開始近傍より遅い時期に噴射を開始し、そうでない場合には、吸気行程開始近傍から噴射を開始するという噴射開始時期の変更制御も考えられる。

さらに、好ましくは、上記燃料噴射制御手段は、第1運転状態以外の運転状態において、高圧噴射時の噴射終了時期として吸気行程前半に設定される設定位相までに噴射が完了するときには、噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記設定位相までに噴射が完了しないときには噴射開始時期を吸気行程開始時近傍に設定する。

この場合には、噴射期間が1行程期間に対して相対的に短い場合であって、その中でも特に高圧吸気行程噴射時の噴射終了時期である吸気行程前半の設定位相において噴射を終了することで要求燃料量が満足されるときには、噴射終了時期を当該設定位相とし、噴射期間が1行程期間に対して相対的に短い場合であって、それ以外のときには、噴射開始時期を吸気行程開始近傍に設定することで、低圧噴射から高圧噴射への切替時の燃焼変化による出力変化を小さくすることができる。

また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、

特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態における上記燃料噴射弁の噴射期間を少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて設定するとともに、当該噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける 1 行程期間を越える場合には排気行程に噴射が開始され圧縮行程開始近傍で噴射が終了するように噴射時期を設定し、当該噴射期間が内燃期間の作動サイクルにおける 1 行程期間以内の場合には吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を設定する燃料噴射制御手段と、を備えたことを特徴としている。

このような構成によれば、低圧噴射時の噴射期間が機関温度を含む運転パラメータに応じて設定され、低圧噴射時の行程周期に対する噴射期間の相対的な長短に応じて、排気・吸気行程噴射または吸気行程噴射が実施される。これにより、低圧噴射時の燃料噴射量と燃料噴射時期の適正化が図られる。

また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態では、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料噴射弁の噴射期間を設定し、排気行程から吸気行程にかけてあるいは吸気行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関温度と機関回転数とに応じて燃料噴射時期を設定するとともに、上記特定運転状態以外の運転状態では、少なくとも機関負荷状態を含む機関運転パラメータに応じて上記噴射期間を設定し、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関負荷と回転数とに応じて燃料噴射時期を設定する燃料噴射制御手段と、を備えたことを特徴としている。このような構成によれば、低圧噴射時の噴射時期が主として機関

温度と機関回転数に応じて設定される一方、高圧噴射時の噴射時期が主として機関負荷状態と機関回転数とに応じて設定される。これにより、温度依存度の高い低圧噴射時の噴射期間と負荷依存度の高い高圧噴射時の噴射期間に対応して噴射時期の適切設定が図られる。

- 5       また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、内燃機関の始動時には、機関温度が低いほど噴射期間が延長されるように、少
- 10       なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料噴射弁の噴射期間を設定するとともに、低温始動時には、排気行程中で燃料噴射が開始され圧縮行程開始近傍までに燃料噴射が終了するように、上記燃料噴射弁の噴射時期を設定する燃料噴射制御手段と、を備えたことを特徴としている。そして、このような構成によれば、噴射期間が長く設定
- 15       される低温始動低圧噴射時において、噴射期間が排気行程中から圧縮行程開始近傍までの期間に設定される。これにより、低圧噴射が実施される低温始動時における燃料噴射量・燃料噴射時期の適正化が図られる。

- また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁か
- 20       らの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態における上記燃料噴射弁の噴射終了時期が上記特定運転状態からそれ以外の運転状態への切替り直後における上記燃料噴射弁の噴射終了時期にほぼ一致するように、噴射終了時期を設定する燃料噴射制御
- 25       手段と、を備えたことを特徴としている。このような構成によれば、低圧噴射時の噴射終了時期が高圧切替り直後の噴射終了時期にほぼ近づく

ように制御される。これにより、噴射モード切替り時の燃焼状態の変化が抑えられ、低圧噴射から高圧噴射への切替りがスムーズに行われる。

また、このような構成において、上記切替り直後における噴射終了時期が吸気行程前半の設定位相に設定され、上記燃料噴射制御手段は、上記特定運転状態における噴射期間が吸気行程開始近傍から上記設定位相までの行程期間より短いときには、噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記行程期間より噴射期間が長いときには、噴射終了時期を上記設定位相より遅らせるように構成してもよい。このような構成によれば、低圧噴射時の噴射終了時期を高圧切替り直後の噴射終了時期に一致させることを低圧噴射時の噴射機関が相対的に短いときに実施させ、低圧噴射時の噴射機関が相対的に長いときには、噴射終了時期を遅らせることで、噴射時期の適正化が図られる。

また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態では、圧縮行程開始前に上記燃料噴射弁からの噴射が終了するように噴射時期を設定し、上記特定運転状態以外の運転状態では、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関負荷状態を含む運転パラメータに応じて上記噴射時期を設定するとともに、上記特定運転状態から特定運転状態以外の運転状態への切替り直後には吸気行程中の燃料噴射が行われるように上記噴射時期を設定する燃料噴射制御手段と、を備えたことを特徴としている。このような構成によれば、低圧噴射から高圧噴射への切替り直後は、低圧噴射時と同様に吸気行程噴射が実行される。このため、切替り前後での燃焼状態の変化を極力少なくすることができ、燃圧切替り時のスムーズな移行が可能となる。

また、このような構成において、上記燃料噴射制御手段は、上記特定  
運転状態において上記燃料噴射弁が吸気行程開始近傍またはそれ以前に  
噴射を開始するように同噴射弁を制御するように構成してもよい。これ  
により、低圧噴射時において上記燃料噴射弁が吸気行程開始近傍または  
5 それ以前に燃料噴射を開始するように制御される。このため、低圧噴射  
時の噴射期間の不足が抑制される。

また、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃  
料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低  
圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手  
10 段と、上記気筒に関連してその吸気行程開始近傍とそれ以前の特定行程  
位相とにおいてそれぞれ第1トリガ信号、第2トリガ信号を発生する信  
号発生手段と、上記特定運転状態では、上記燃料噴射弁の噴射開始時期  
が排気行程から吸気行程にかけての所望時期となるように上記第2トリ  
ガ信号に同期して上記燃料噴射弁の燃料噴射時期を演算し、上記燃料噴  
15 射弁が上記所望時期に開放されるように上記第2トリガ信号からの経過  
時間を計測して上記燃料噴射弁の駆動を制御するとともに、上記第1ト  
リガ信号の発生時に上記燃料噴射弁が未解放のときに上記計測結果に優  
先して上記燃料噴射弁を開放せしめる燃料噴射制御手段と、を備えたこ  
とを特徴としている。

20 このような構成によれば、低圧噴射時に、吸気行程以前例えば排気行  
程開始近傍において、燃料噴射時期を演算し、噴射弁が排気行程から吸  
気行程にかけての所望時期に開放されるようにするとともに、吸気行程  
開始近傍においても噴射が開始させないときには、強制的に噴射を開始  
させる。これにより、低圧噴射時の燃料噴射が最も遅いときでも吸気行  
25 程開始近傍で開始され、したがって、その後の回転数の急増等があった  
場合でも、燃料噴射期間が確保され、実際の燃料量を要求燃料量に近づ

けることができる。

また、このような構成において、上記内燃機関の気筒数は、 $4N$  ( $N$ は自然数)であり、特定気筒に係る第2トリガ信号は他の気筒の第1トリガ信号と共通に構成してもよい。このような構成によれば、4の倍数の気筒数を有する内燃機関(4気筒内燃機関も含む)を対象とし、燃料噴射時期の演算を行う時期を規定するためのトリガ信号を発生させるパルスと、強制的に噴射を開始するためのトリガ信号を発生させるパルスを各気筒間で共用化することができる。これにより、装置の安価形成が可能となる。

10      また、本発明の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置は、気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁と、上記燃料噴射弁からの噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段と、上記特定運転状態時において、上記燃料噴射弁の噴射開始時期を吸気行程開始近傍または排気行程中に設定する燃料噴射制御手段と、を備えたことを特徴としている。このような構成によれば、圧縮行程噴射が不適な低圧噴射時に、噴射開始時期が吸気行程開始近傍または排気行程中に設定される。これにより、圧縮行程噴射が不適であって噴射期間の確保に限界があり、しかも低圧噴射故要求燃料量確保の観点で長めの噴射期間が必要な低圧噴射時の噴射期間を極力長くすることができるため、回転数の急激な上昇があるような場合であっても、筒内に供給できる燃料噴射量を極力要求値に近づけることができる。

#### 図面の簡単な説明

25      F I G. 1は本発明の第1実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の要部構成を示す原理ブロック図である。

FIG. 2 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の要部のハード構成を示す模式図である。

FIG. 3 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の模式的な燃料系の構成図である。

5 FIG. 4 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の燃料ポンプの出力（吐出流量）の特性を示すグラフである。

FIG. 5 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作を説明するブロック図である。

10 FIG. 6 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作を説明するフローチャートである。

FIG. 7 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作を説明するためのグラフである。

15 FIG. 8 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作を説明するためのフローチャートである。

FIG. 9 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作を説明するためのグラフである。

FIG. 10 は本発明の第 1 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の動作特性を示すグラフである。

20 FIG. 11 は従来の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の燃料噴射時期及び噴射時間を説明するための線図である。

FIG. 12 は本発明の第 2 実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置の要部構成を示す模式図である。

25 FIG. 13 は本発明の第 2 実施形態及びその変形例としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置において使用されるインジェクタドライバ及びコントローラを示す模式図である。

FIG. 14, FIG. 15はいずれも本発明の第2実施形態及びその変形例としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置のコントローラでのメインルーチン処理内容を示すフローチャートである。

FIG. 16, FIG. 17はいずれも本発明の第2実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置のコントローラでのクランク割り込みルーチン処理内容を示すフローチャートである。

FIG. 18は本発明の第2実施形態としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置のインジェクタ開弁制御特性を示す図である。

FIG. 19, FIG. 20はいずれも本発明の変形例としての筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置のコントローラでのクランク割り込みルーチン処理内容を示すフローチャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### (a) 第1実施形態の説明

まず、本実施形態の装置は、内燃機関としてのガソリン4サイクルエンジン、特に、燃料をシリンダ内に直接噴射する、FIG. 2, FIG. 3に示すような筒内噴射式ガソリンエンジンにそなえられるものであるが、図中1は燃料噴射弁、2は燃料タンク、3は燃料噴射弁1と燃料タンク2との間に設けられた燃料通路であり、4は燃料通路3の燃料タンク2側の上流部に設けられた低圧燃料ポンプ、5は低圧燃料ポンプと燃料噴射弁1との間に設けられた高圧燃料ポンプである。また、6, 7は燃料通路の入口部分に設けられた燃料フィルタ、8は逆止弁、9は低圧制御手段としての低圧制御弁、10は高圧制御手段としての高圧制御弁である。また、21はシリンダ、22はピストン、22Aはピストンロッド、23はクランクシャフト、24は燃焼室、25はシリンダヘッド、26は吸気通路、27は点火プラグ、28は排気通路である。

すなわち、燃料噴射弁（インジェクタ）1と燃料タンク2との間を連絡する燃料通路3に、低圧燃料ポンプ（フィードポンプ）4と、高圧燃料ポンプ5とがそなえられている。

5 燃料通路3は、燃料タンク2から燃料噴射弁1へ燃料を送給する送給路3Aと、燃料噴射弁1で噴射されなかった燃料を燃料タンク2に戻す返送路3Bとから構成されている。

そして、燃料噴射弁1は、デリバリパイプ1Aを通じて燃料を供給されるが、ここでは、デリバリパイプ1A自体も燃料通路3の一部を構成している。

10 燃料噴射弁1は、コントローラ30によって、その作動をコンピュータ制御されるようになっており、コントローラ30では、エンジン回転数や吸入空気量等の情報に応じて、所要のタイミングで且つ所要の燃料噴射量が得られるように、燃料噴射弁1をパルス電流で励磁して燃料噴射を行なわせる。

15 この燃料噴射のタイミングは、後述のようにクランク角に基づいて与えられるが、実際には、燃料噴射弁1を励磁してから実際に燃料噴射が行なわれるまでの応答遅れ（これを、インジェクタ無駄時間という）があるので、これを考慮して設定される。

20 また、燃料噴射量は、上記パルス電流のパルス幅Pwで設定されるが、このパルス幅Pwは目標とする燃料噴射量に対応したインジェクタゲインとして、予め記憶されたマップから読み出されて設定される。

25 このような燃料供給装置では、低圧燃料ポンプ4である程度加圧された燃料を、高圧燃料ポンプ5でさらに加圧することで、燃料の圧力を所定圧まで高めている。この際、低圧燃料ポンプ4からの吐出圧は低圧制御弁9により所定範囲に制御され、さらに、高圧燃料ポンプ5からの吐出圧は高圧制御弁10により所定範囲に制御されるように構成されてい

る。

このような低圧燃料ポンプ加圧された燃料を高圧燃料ポンプでさらに加圧して燃料噴射弁に供給するものとして、例えば特開昭62-237057号公報に開示された技術があり、この技術では、吸気圧が高い運  
5 転領域では高い燃料噴射圧力が与えられるが、吸気圧が低い運転領域では燃料噴射圧力が低く保持されるようにして、高圧燃料ポンプの負荷を低減するようにしている。

そして、上述のような燃料ポンプとして、エンジン駆動式ポンプ又は電動式ポンプのいずれかを採用することが考えられるが、電動式ポンプ  
10 を高圧ポンプに採用すると、ポンプ効率が低くなり且つ高コストになるので、高圧ポンプはエンジン駆動式のもので構成され、低圧燃料ポンプ4は電動式ポンプで構成されている。

ところで、低圧燃料ポンプ4は、作動時には、燃料フィルタ6で濾過しながら燃料タンク2内の燃料を送給路3Aの下流側へ流通させるよう  
15 になっており、この時の低圧燃料ポンプ4による燃料の加圧は、大気圧の状態から数気圧程度まで行なわれるようになっている。

高圧燃料ポンプ5は、この低圧燃料ポンプ4から吐出された燃料を数十気圧程度まで加圧するもので、低圧燃料ポンプ4から高圧燃料ポンプ5までの送給路3Aの途中には、逆止弁8及び燃料フィルタ7が介装さ  
20 れており、逆止弁8により低圧燃料ポンプ4から吐出圧が維持され、また、燃料フィルタ7により燃料が更に濾過されるようになっている。この高圧燃料ポンプ5には、ポンプ効率やコストの面で高圧ポンプとして電動式ポンプよりも有利な例えば往復動型圧縮ポンプなどの機関駆動式ポンプ（以下、エンジン駆動ポンプという）が用いられており、当然な  
25 がら、エンジンの作動と直接連動して作動し、エンジンの回転速度に応じて吐出圧を発生するようになっている。

すなわち、FIG. 4は、吐出圧を一定とする条件下での燃料ポンプ4、5の出力特性（吐出流量）の一例を示すものであり、直線A、Bは高圧燃料ポンプ5の吐出流量特性を示し、直線Cは低圧燃料ポンプ4の吐出流量特性を示す。また、直線A、Bの各場合では、高圧燃料ポンプ5の駆動にかかるリフトカム量の設定が異なっており、Bの場合はAの場合に比べて、リフトカム量が大きく、ポンプ出力も大きくなっている。実際の燃料ポンプ4、5の吐出圧は、このような吐出流量特性と後述する低圧制御手段としての低圧制御弁9や高圧制御手段としての高圧制御弁10等の流通抵抗とから決まるので、この場合の吐出流量特性をそのまま吐出圧特性と読み代えるわけにはいかないが、吐出圧特性は、この吐出流量特性にほぼ対応するようになる。したがって、低圧燃料ポンプ4は所定の吐出圧（吐出流量）を発生し、エンジン駆動式の高圧燃料ポンプ5はエンジンの回転速度に比例するように吐出圧（吐出流量）を発生するように構成されている。

また、燃料通路3において、送給路3Aの高圧燃料ポンプ5よりも上流側の部分と、返送路3Bの最下流部分との間には、低圧燃料ポンプ4からの吐出圧を設定圧（例えば3気圧）に調整する低圧制御弁（低圧レギュレータ）9が設けられている。この低圧制御弁9は、低圧燃料ポンプ4からの吐出圧が設定圧（例えば3気圧）を超えるまでは閉鎖しており、吐出圧が設定圧を超えると、この超えた圧力分の燃料を燃料タンク2側へ分流させて返送しうる所要程度に開き、高圧燃料ポンプ5へ送給する燃料圧力を設定圧付近に調整するように構成されている。

また、燃料噴射弁1の直下流部分と、返送路3Bとの間には、高圧燃料ポンプ5からの吐出圧を設定圧（例えば50気圧）に調整する高圧制御弁（高圧レギュレータ）10が設けられている。この高圧制御弁10は、高圧燃料ポンプ5からの吐出圧が設定圧（例えば50気圧）を超え

るまでは閉鎖しており、吐出圧が設定圧を超えると、この超えた圧力分の燃料を燃料タンク 2 側へ返送すべく所要量開いて、燃料噴射弁 1 における燃料圧力を所定圧に調整するように構成されている。

一方、送給路 3 A の燃料を、高圧燃料ポンプ 5 を迂回させて燃料噴射弁 1 へ送給できるように、高圧燃料ポンプ 5 の上流側部分と下流側部分とを接続するバイパス通路（以下、第 1 バイパス通路という）11 が設けられており、この第 1 バイパス通路 11 には、送給路 3 A の上流側から下流側へのみ燃料を通過させる逆止弁 12 が設けられている。この逆止弁 12 は、高圧燃料ポンプ 5 が十分に作動しない場合において、高圧燃料ポンプ 5 の下流側から上流側への逆流を防止できるように装備されている。

さらに、燃料噴射弁 1 部分の燃料を、高圧制御弁 10 を迂回させて燃料タンク 2 側へ排出させることができるように、高圧制御弁 10 の上流側部分と下流側部分とを接続するバイパス通路（以下、第 2 バイパス通路という）13 が設けられている。この第 2 バイパス通路 13 は、燃料通路 3 内の燃料噴射弁 1 近傍に含有したベーパー（気泡）をエンジン始動初期に排出するとともに、特定運転状態において燃料噴射弁 1 部分での燃圧を低い所定値に設定するために設けられており、第 2 バイパス通路 13 には、第 2 バイパス通路 13 を開閉する電磁切換弁 14 と、燃料噴射弁 1 部分の燃料圧力を所定圧に保持しうる燃料圧力保持機構 15 が設けられている。

すなわち、電磁切換弁 14 は、励磁作動時に第 2 バイパス通路 13 を開放し、非励磁作動時には第 2 バイパス通路 13 を閉鎖するようになっており、コントローラ 30 により、電磁切換弁 14 の開閉が制御されるようになっている。

コントローラ 30 は、特定運転状態で電磁切換弁 14 を開放し、通常

運転状態で電磁切換弁 1 4 を閉鎖すべく制御するように構成されている。  
この場合の特定運転状態とは、エンジン始動時、即ちイグニッションス  
イッチ 1 6 がスタート位置にあってエンジン回転数が始動用設定回転数  
以下の場合と、この始動直後の状態、即ちエンジン回転数が始動用設定  
5 回転数を上回り、しかも高圧燃料ポンプ 5 が十分な作動を行なうよう  
なるまでの間とに対応する。

したがって、通常運転状態とは、高圧燃料ポンプ 5 が十分に作動を行  
いうるようになった状態に対応する。なお、イグニッションスイッチ 16  
がスタート位置となってからこの通常運転状態に達するまでの経過時間  
10 がベーパー除去に必要な所定時間を上回る。また、エンジンの停止時にも  
電磁切替弁 1 4 は閉鎖される。

つまり、コントローラ 3 0 は、イグニッションスイッチ 1 6 及びエン  
ジン回転数センサ（図示省略）からの信号を受けて、イグニッションス  
イッチ 1 6 がスタート位置にあってエンジン回転数がエンスト回転数  $N_{es}$   
15  $(< 100 \text{ rpm})$  を超えたときには、電磁切換弁 1 4 に励磁電力を  
供給し第 2 バイパス通路 1 3 を開放し、エンジン回転数が始動モードを  
設定するための始動回転数  $N_{st}$  ( $N_{es} < N_{st} < N_{id}$  (アイドル回転数)  
をより高い設定回転数を超えて設定時間が経過したときには電磁切換  
弁 1 4 への電力供給を断ち第 2 バイパス通路 1 3 を閉鎖するようになっ  
20 ている。また、エンジンがストールしてエンジン回転数がエンスト回転  
数  $N_{es}$  以下となったときや、イグニッションスイッチ 1 6 がオフされて  
エンジンが作動停止となったときにも、電磁切替弁 1 4 への電力供給は  
遮断されて、電磁切替弁 1 4 は閉鎖される。

そして、エンジンの始動に伴い一定時間以上電磁切替弁 1 4 が開放さ  
25 れることにより、デリバリパイプ 1 A 部分から燃料ベーパーが除去される  
のである。

コントローラ 30では、前述のように燃料噴射弁 1 の駆動制御を行なうが、この制御は第 2 バイパス通路 13 の開閉制御と連動しており、特定運転状態（即ち、上述のエンジンの始動時）では特定運転モードで燃料噴射弁 1 の駆動制御を行ない、通常運転状態（即ち、上述のエンジンの始動時以後）では通常運転モードで燃料噴射弁 1 の駆動制御を行なうようになっている。

すなわち、特定運転モードと通常運転モードとでは、燃料圧力が、電磁切換弁 14 の開放時には低圧制御弁に応じた低圧値になり、電磁切換弁 14 の閉鎖時には高圧制御弁に応じた高圧値になるというように、電磁切換弁 14 の開閉によって燃料圧力が変化する。

一方、燃料噴射量は燃料圧力と噴射時間で決まり、噴射時間が一定でも燃料圧力が高ければ燃料噴射量は多くなる。また、インジェクタ無駄時間はバッテリー電圧により変化するほか、燃料圧力に応じて変化する事が知られている。

そこで、噴射時間、即ち前述のパルス幅を規定するインジェクタゲインと、インジェクタ無駄時間とを、燃料圧力が高いときは高圧モード（つまり、通常運転モード）に、低いときは低圧モード（つまり、特定運転モード）にというように、異なるモードに設定している。

ところで、燃料圧力保持機構 15 は、エンジンの始動直後、第 2 バイパス通路 13 が開放していても、少なくとも低圧制御弁 9 で制御される設定圧に近い程度の燃料圧力が得られるようにするためのもので、この実施形態では、燃料圧力保持機構 15 として、燃料通路 3 の内径を絞った、固定絞りが設けられている。

本実施形態に装備される内燃機関用燃料供給装置は、上述のように構成されており、FIG. 6 に示すような手順で、燃料の供給制御が行なわれる。

まず、エンジントール状態であるか否かが判断されて（ステップ S 1）、エンスト状態でなければ、始動モードであるか否か（ステップ S 2）および高圧燃料ポンプ 5 が十分に作動しうる運転状態であるか（ステップ S 7）が判断される。始動モードや高圧ポンプ 5 の作動が不十分な場合（例えば、始動後エンジン回転数が所定回転数まで上昇しない過渡的な状態等であり、エンジン回転数の状態や始動完了後経過時間やエンジン回転数が設定回転数に達してからの経過時間等をパラメータとして判定する）であれば、コントローラ 30 が電磁切換弁 14 を開放して（ステップ S 4）、燃料噴射弁 1 が特定運転モードで駆動制御される。

したがって、低圧モードのインジェクタゲインを選択し（ステップ S 5）、低圧モードのインジェクタ無駄時間を選択した（ステップ S 6）駆動制御が行なわれる。

この状態では、FIG. 5 の（B）に示すように、低圧燃料ポンプ（フィードポンプ）4 から吐出され、下流の低圧制御弁（低圧レギュレータ）9 で所定の低圧値に調圧された燃料が、燃料噴射弁（インジェクタ）1 に供給され、余った燃料は、燃料タンクにリターンされる状態となる。

このときには、低圧燃料ポンプ 4 は、始動後速やかに所定圧（数気圧）の吐出圧状態になるが、エンジン始動直後は、エンジンの回転も上がらないので、高圧燃料ポンプ 5 では十分な吐出圧が発生しない。

このため、エンジン始動直後には、高圧燃料ポンプ 5 と並列に設けられた第 1 バイパス通路 11 を通じて、燃料噴射弁 1 側へ燃料が供給され、燃料噴射弁 1 からは、低圧制御弁 9 で調整される圧力程度の燃料圧力で燃料噴射が行なわれる。

これは、第 1 バイパス通路 11 の逆止弁 12 が、高圧燃料ポンプ 5 の上流側よりも下流側の方が燃料圧力が低い場合に開状態になることによ

り行なわれる。

一方、燃料供給装置の始動により、電磁切換弁 1 4 が開放されて、燃料通路 3 内を燃料が流通するようになるので、燃料噴射弁 1 の付近に存在するベーパーは、燃料通路 3 の返送路 3 B を流通する燃料とともに排出  
5 されていく。

また、このように、第 2 バイパス通路 1 3 が開放していても、燃料圧力保持機構としての固定絞り 1 5 が、燃料噴射弁 1 の付近の燃料圧力を少なくとも低圧制御弁 9 で制御される設定圧に近い程度に保持するので、  
10 ベーパーを排出しながらも、燃料噴射弁 1 からの燃料噴射圧力は、エンジン始動時における所要程度に保たれる。

したがって、エンジンの始動直後にベーパーにより生じる燃料圧力の立ち上がりの遅れやばらつき又空噴射等の現象を招かないようにしながら、且つ、ある程度の燃料噴射圧力を得ることができ、エンジン始動直後から良好なエンジン燃焼を保持しつつ滑らかにエンジン回転速度が高められ、筒内噴射式のエンジンの実用性が大幅に向上する。  
15

このようにベーパーが排出され高圧燃料ポンプ 5 がある程度作動し始めると、これとほぼ呼応するように、所定の時間が経過することになり、ステップ S 7 から「YES」ルートをとるようになって、ステップ S 8 以下が実行される。

20 ステップ S 8 以下では、コントローラ 3 0 が、電磁切換弁 1 4 を閉鎖するとともに、燃料噴射弁 1 を通常運転モードでの駆動制御が行なわれる。

すなわち、高圧モードのインジェクタゲインが選択され（ステップ S 9）、高圧モードのインジェクタ無駄時間が選択される（ステップ S 1  
25 0）。

この後、エンジンが停止するまで、ステップ S 1、S 2、ステップ S

7の判断を経て、ステップS 8～S 10の動作が続行される。

この結果、FIG. 5の(A)に示すように、低圧燃料ポンプ（フィードポンプ）4から吐出された燃料が、高圧燃料ポンプ12で高圧に加圧されるとともに、高圧制御弁（高圧レギュレータ）10で所定の高圧値に調圧され、燃料噴射弁（インジェクタ）1に供給されて、余った燃料は、燃料タンクにリターンされる状態となる。

これにより、高圧燃料ポンプ5の吐出圧はロスすることなく高圧燃料ポンプ5の下流側の燃料圧力を高めていき、高圧制御弁10の調整圧以上に燃料圧力を高めるようになる。また、高圧モードのインジェクタゲインと高圧モードのインジェクタ無駄時間とが選択され、この結果、高圧燃料ポンプ5の吐出圧が十分なレベルに上昇して、高圧制御弁10により調圧された燃料の燃料噴射弁1からの燃料噴射が行なわれる。

ところで、燃料噴射制御に関しては、FIG. 1に示すような構成により所要の制御を行なうべく各手段が設けられており、燃料噴射弁1が制御されて、所要の燃料噴射制御が行なわれるようになっている。

すなわち、複数の気筒内の燃焼室24に順次燃料を噴射して供給する4サイクルの筒内噴射式内燃機関としてのガソリンエンジンにおいて、各気筒ごとに配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射手段101が設けられ、燃料噴射手段101は、前述した燃料噴射弁1と、燃料噴射弁1への燃料供給系とをそなえている。

そして、内燃機関の温度状態を検出する温度検出手段102と、内燃機関の始動を検出する始動検出手段103とが設けられており、これらの温度検出手段102および始動検出手段103の各出力に応じて燃料の噴射期間を設定する噴射期間設定手段104が設けられている。

噴射期間設定手段104は、前述のコントローラ（制御手段）30に設けられているが、この噴射期間設定手段104の出力に応じて燃料噴

射手段 1 0 1 を駆動する燃料噴射駆動手段 1 0 5 が設けられ、コントローラ（制御手段） 3 0 での算出結果による所要のタイミングで燃料噴射弁 1 が開閉されて、当該運転状態における最適の燃料噴射制御が行なわれるようになっている。そして、噴射期間設定手段 1 0 4 と燃料噴射駆動手段 1 0 5 とにより燃料噴射制御手段 1 2 0 が構成されている。

そして、噴射期間設定手段 1 0 4 は、内燃機関の所定温度以下を温度検出手段 1 0 2 が検出し、且つ内燃機関の始動状態を始動検出手段 1 0 3 が検出したとき、燃料噴射期間を 2 つの行程におよぶ長期間に設定するように構成されるとともに、内燃機関の所定温度以上を温度検出手段 1 0 2 が検出した場合と、内燃機関が始動状態にないことを始動検出手段 1 0 3 が検出した場合とにおいて、燃料噴射期間を 1 つの行程内の短期間に設定するように構成されており、これらの作動が、F I G. 8 のフローチャートに沿う動作により実現されるようになっている。

また、上記の長期間は、吸気行程のほぼ全期間と排気行程の一部とで構成されており、その算出が以下のようにして行なわれるようになっている。

すなわち、F I G. 7 の線図に示すように、クランク角が  $545^\circ$  B の時点 T 1 において、空気量の演算が行なわれるとともに、噴射終了時期の演算が次式により行なわれる。

$$T o f f = T 5 4 5 + \{ T 5 4 5 \times ( 3 6 5 - \theta ) / 1 8 0 \}$$

この T o f f は、燃料噴射を終了させる時刻 T 3 であり、当該時 T 3 に噴射を終了させることとなるが、上式における  $\theta$  は運転状態に対応して決定されるマップ値であり、F I G. 7 では圧縮行程の初期に噴射を終了させる例が示されている。

そして、燃料噴射時間としての燃焼噴射パルス幅 P w が、エンジンの運転状態に対応させるようにして他のシステムにより算出されるように

構成されており、噴射終了時期  $T_{off}$  から燃焼噴射パルス幅  $P_w$  の時間分遡った期間  $T_2$  が燃料噴射の開始時期  $T_{on}$  として設定される。

$$T_{on} = T_{off} - P_w$$

この開始期間  $T_2$  として、FIG. 7では排気行程の後期に設定された場合を示しており、低温始動時には、同図におけるように、排気行程の後期における一部と、吸気行程の全部とが燃料噴射期間として設定されるように構成されている。

そして、吸気行程終了後の、圧縮行程における時刻  $T_3$  までの間は、FIG. 9におけるように、噴射を強制的に停止させる動作が、FIG. 8のフローチャートに沿う動作により実現されるように構成されている。

さらに、燃料タンク 2 内の燃料を燃料噴射手段 101 に低圧で供給する燃料低圧供給手段 106 と、燃料タンク 2 内の燃料を燃料噴射手段 101 に高圧で供給する燃料高圧供給手段 107 とが設けられている。

燃料低圧供給手段 106 は、前述した低圧燃料ポンプ 4 および第 1 バイパス通路 11 を主とする供給系で構成され、燃料高圧供給手段 107 は、前述した高圧燃料ポンプ 5、制御弁 9, 10 を主とする供給系で構成されている。

そして、内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段 108 (この運転状態検出手段 108 は始動検出手段 103 の機能も有する) が設けられており、温度検出手段 102 および運転状態検出手段 108 の各出力に応じて、噴射期間設定手段 104 による燃料の噴射期間設定が行なわれるように構成されている。

また、運転状態検出手段 108 の出力に応じて燃料供給圧を判別する燃料圧判別手段 109 と、燃料圧判別手段 109 の出力に応じて燃料噴射手段 101 への燃料供給圧を、燃料低圧供給手段 106 による低圧と、燃料高圧供給手段 107 による高圧とで切り換える燃料圧切換手段 11

0 とが設けられている。

そして、F I G. 1 に示すように、これらの燃料低圧手段 1 0 6，燃料高圧供給手段 1 0 7，燃料圧判別手段 1 0 9 及び燃料圧切換手段 1 1 0 により、燃料供給圧力設定手段 1 2 1 が構成されている。

5       ここで、燃料圧判別手段 1 0 9 はコントローラ（制御手段）3 0 内に設けられ、燃料圧切換手段 1 1 0 は前述の電磁切換弁 1 4 を主として構成されている。

      このような構成により、コントローラ（制御手段）3 0 から所要の制御信号が出力され、燃料噴射弁 1 から噴射される燃料圧が低圧と高圧と  
10       で切り換えられて、前述の燃料噴射期間制御に呼応した燃料圧による燃料噴射が行なわれる。

      すなわち、低温始動時においては、低圧による燃料噴射が排気行程の一部から吸気行程の全部にわたる長期間において行なわれるように構成され、低温始動時以外においては、高圧による燃料噴射が、吸気行程と  
15       圧縮行程との何れかに設定された短期間において行なわれるように構成されている。

      上述のような構成により、低温始動時を含めた燃料噴射制御が行なわれるが、特に低温始動に関する動作について、F I G. 8 のフローチャートに沿って説明すると、まずステップ A 1 において低圧噴射モードであるかどうか判断され、低温始動時等の低圧噴射モードである場合には  
20       「Y E S」ルートを通じ、ステップ A 2 ～ステップ A 5 が実行される。

      一方、低圧噴射モードでない場合は、「N O」ルートを通じステップ A 6 が実行され、排気行程における燃料噴射が禁止される。

      すなわち、低圧噴射モードでない場合は、高圧で燃料噴射が行なわれる場合であり、排気行程において高圧の噴射を行なうと、燃料が燃焼し  
25       ないで排出される可能性があるため、その禁止が行なわれる。

そして、低圧噴射モードにおけるステップA2においては、ステップA6で禁止された排気行程の噴射を、許可する動作が行なわれる。

すなわち、前回の運転時においては、高圧噴射モードによる運転状態から運転の停止が行なわれるため、排気行程の噴射が禁止される状態で  
5 今回の運転が始動されるが、ステップA2において排気行程の噴射を許可することにより、燃料噴射制御において設定された低温始動時の長期間の燃料噴射が実現されることになる。

この制御に際し、前述した燃料噴射の終了時期の算出および開始時期の算出が行なわれ、FIG. 7の線図に示すような排気行程中の時点T  
10 2から吸気行程終了時点T3に至る燃料噴射が行なわれることになる。

したがって、低圧による燃料噴射により、不足のない所要量の燃料供給が行なわれて、円滑な低温時始動が行なわれることとなる。

すなわち、上述のような排気行程からの燃料噴射により、FIG. 10のグラフに示されるような、燃料の供給限界を下方の $360^{\circ}$ CA（  
15 クランク角）で示される位置まで低下させた特性が得られる。

したがって、700rpm程度までの燃料供給が可能になり、この特性からも、十分な燃料供給が可能になることが考察される。

ところで、ステップA3では、圧縮行程中の気筒ナンバーをメモリMに記憶する動作が行なわれ、ステップA4において、当該気筒ナンバー  
20 のインジェクタが開いているかどうか判断される。

そして、開いている場合は、「YES」ルートを通じステップA5が実行され、当該気筒のインジェクタを閉じる動作が行なわれる。

したがって、FIG. 9に示すように、算出された燃料噴射パルス幅Pwが、排気行程から圧縮行程に至るような場合であっても、圧縮行程  
25 における燃料噴射が強制的に停止され、筒内ガスのインジェクタへの逆流が防止され、ガス侵入による噴霧不良やインジェクタ内部汚損などの

不具合を防止できる。

すなわち、始動時は回転速度が上昇する期間であるため、噴射終了期間を吸気行程中に設定しても、噴射期間は圧縮行程に突入する可能性があるということを考慮しているもので、ステップA 5によりその悪影響が回避される。

そして、ステップA 4において当該気筒ナンバーのインジェクタが開いていないと判断されると、ステップA 5を実行することなく、次の演算サイクルスタートに待機することとなる。

このようにして、始動時には排気行程中でも燃料噴射が可能となり、低温始動時に必要な噴射量が確保される。

また、低圧噴射を行なっている時は、圧縮行程での噴射を禁止し、筒内ガスのインジェクタへの逆流が防止され、ガス侵入による噴霧不良やインジェクタ内部汚損などの不具合を防止できる。

#### (b) 第2実施形態の説明

さて、上述した第1実施形態では、始動時に行われる低圧噴射時における噴射パルス幅を吸気行程のみならず排気行程にまで延長して筒内に低圧で噴射する点を中心に説明したが、このように、2行程に亘る噴射が必要となるのは、低温時のようにエンジンの要求燃料量が多い場合のみならず、エンジン駆動式高圧燃料ポンプの作動が不十分なため低圧噴射を選択しなければならない始動完了後において、エンジン回転数がある程度上昇したため、1行程に要する時間が短くなり、要求燃料量が1行程期間内で噴射不能な場合にも発生する。

また、低圧噴射時の噴射時間は、2行程期間に亘る場合のみならず、エンジンの要求燃料量が比較的少なく且つエンジン回転数が比較的低い場合には、1行程期間内で終了する。

そして、これらの各状況下において、燃料噴射時期をいかに的確に設

定するかということは、始動低圧噴射時やそれに続く高圧噴射への移行時のエンジン性能を高く維持する上で、筒内噴射式内燃機関においてはきわめて重要なこととなる。

そこで、このような点に鑑み、以下においては、上述した第1実施形態をさらに具体化し、且つ発展させた第2実施形態について説明する。  
5      なお、以下の第2実施形態においては、上述した第1実施形態と同一の装置、部品について同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

まず、上述した第1実施形態では説明を省略した燃料噴射弁1の駆動回路について、本実施形態で説明する。

10      FIG. 13において、コントローラ30には、内部に時計202が設けられており、この時計202により現在時刻が入力される。またコントローラ30には、各気筒の燃料噴射弁1の開弁時刻情報を格納する開弁レジスタ204(A1, B1, C1, D1)と閉弁時刻情報を格納する閉弁レジスタ204(A2, B2, C2, D2)とが設けられてい  
15      る。各レジスタ204(A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2)の時刻情報は各比較器206(A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2)において時計202からの現在時刻と比較されるように構成され、この比較結果に基づく出力は、各燃料噴射弁のインジェクタソレノイド(A, B, C, D)をオンオフするスイッチ用のフリップ  
20      フロップ208に入力される。この結果、例えば第1気筒用のレジスタ204(A1)に保管された開弁時刻と時計202からの現在時刻とが一致したときに比較器206(A1)からフリップフロップ208(A)にセット信号が出力され、これにより、第1気筒用のインジェクタソレノイドAが励磁状態になり、第1気筒の燃料噴射弁の噴射が開始さ  
25      れ、第1気筒用のレジスタ204(A2)に保管された閉弁時刻と時計202からの現在時刻とが一致したときに比較器206(A2)からフ

リップフロップ208(A)にリセット信号が出力され、これにより、  
1気筒用のインジェクタソレノイドAが消磁状態になり、第1気筒の燃  
料噴射弁の噴射が終了する。即ち、コントローラ30が、各気筒のレジ  
スタに噴射開始時刻データおよび噴射終了時刻データをセットすること  
5 により、各気筒の燃料噴射弁の開弁時期と閉弁時期とが決定される。

また、燃料噴射制御手段120および燃料供給圧力設定手段121と  
しての機能を果たすコントローラ30には、エンジンの負荷情報や水温  
情報やスタータスイッチ情報等の運転状態情報に加えて、各リップフ  
ロップ208の出力状態およびクランク角センサの検出出力および気筒  
10 判別信号(特定気筒が特定位相となったときに信号を発するセンサの出  
力)が入力される。各リップフロップ208の出力状態は、各インジ  
ェクタソレノイド、即ち各燃料噴射弁の作動状態を表している。また、  
クランク角センサは各気筒の圧縮上死点前5°(BTDC5)の信号を  
検出してコントローラ30に送出する。したがって、本実施形態のよう  
15 に4サイクル4気筒エンジンの場合には、クランク角180°毎にクラ  
ンク信号がコントローラ30に取り込まれる。このため、特定気筒につ  
いてBTDC5の位相を示すクランク信号が発せられた場合には、次に  
爆発行程(膨張行程)を迎える気筒についてはBTDC185の位相が  
検出されたことになり、さらに次に爆発行程を迎える気筒についてはB  
20 TDC365の位相が検出されたことになり、さらに次に爆発行程を迎  
える気筒についてはBTDC545の位相が検出されたことになる。

そして、コントローラ30は、このクランク角信号の発生間隔を計測  
することにより、運転状態情報としてのエンジン回転数情報を算出する  
とともに、このクランク角信号をトリガとして、インジェクタ駆動用の  
25 割り込み処理や点火時期ドライバ駆動用の割り込み処理を実行する。な  
お、このようなトリガ信号は、FIG. 12に示すような信号発生手段

1 3 0により発せられる。以下の説明では、インジェクタ駆動用割り込み処理を取り上げ、点火時期に関する処理は省略する。また、コントローラ 3 0では、割り込み処理の合間にメインルーチンが実行されるようになっており、このメインルーチンにおいては、運転モードの判定や比較的变化の緩慢な入出力パラメータ情報の演算等が実行される。

次に、メインルーチンの処理内容について説明する。

FIG. 14, FIG. 15において、まず、エンジン水温を含むエンジン運転状態情報を検出・算出し（ステップM1, M2）、水温補正係数をはじめとする各種燃料補正係数を算出する（ステップM3）。

10 次に、エンジンがストール状態であるか否かを、エンジン回転数がエンスト回転数（例えば100rpm）以下であるか否かを判定することで判断し（ステップM4）、エンストでないと判定されたときに、始動中であるか否かを判定する（ステップM5）。

そして、スタータスイッチがオンで且つエンジン回転数が始動完了回転数（例えば500rpm）以下のときに始動中であると判定し、始動フラグをセットし（ステップM6）、水温に応じた基本燃料パルス幅を記憶装置ROMのマップから読み出して設定する（ステップM7）。なお、この始動時基本パルス幅は、燃料噴射弁が低圧で噴射することを前提として設定される。

20 そして、後述する高圧設定フラグをリセットしたのち（ステップM8）、第1実施形態と同様に電磁切換弁14を開放し（ステップM9）、低圧モードのインジェクタゲインを設定し（ステップM10）、低圧モードのインジェクタ無駄時間を選択して（ステップM11）、さらには、噴射モードフラグを低圧噴射モードにセットする（ステップM12）。

25 一方、ステップM5において、始動完了であることが判定された場合には、始動フラグをリセットし（ステップM13）、高圧設定フラグが

セットされているかを判定する（ステップM14）。このフラグは、ステップM15～M17のいずれかのステップにおいて、条件が1つでも満足された場合には、高圧燃料ポンプ5の作動が正規の状態になったと判定して、ステップM18でセットされるものであり、このフラグがセ

5      ットされることで、高圧噴射が実行可能であることが意味される。

そして、高圧噴射が実行可能であることを示す条件とは、まず、「始動後のエンジン回転数が例えば1000rpm以上に設定された第3設定回転数N3に一回でも到達したこと」が対応し（ステップM15）、次に、「始動後のエンジン回転数が、温態時のアイドル回転数より高く

10      且つ第3設定回転数N3より低い値に設定された第2設定回転数N2に達した後、第2の所定時間T2が経過したこと」が対応し（ステップM16）、さらには、「始動後のエンジン回転数が始動判定回転数Nstと同程度の値、または始動判定回転数Nstより高く且つ温態時のアイドル

15      回転数より低く設定された第1設定回転数N1に達した後、第2の所定時間T2より長い第1の所定時間T1が経過したこと」が対応する（ステップM17）。

そして、これらのいずれもが満足されない場合には、未だ高圧燃料ポンプ5の作動が正規状態となっていないと判断して、ステップM9以下で低圧燃料噴射モードの設定を行う。

20      一方、ステップM15～M17のうちのいずれかがYESと判定された場合には、高圧設定フラグをセットし（ステップM18）、ステップM19以下で高圧燃料噴射モードの設定を行う。また、高圧設定フラグがセットされた後は、（特定のフェール状態が発生しない限り）イグニッションキーオフまで基本的にステップM14でのYES判定に基づき、

25      高圧燃料噴射モードが維持される。

そして、高圧燃料噴射モードの設定では、第1実施形態と同様に、電

磁切換弁 14 の閉鎖（ステップ M19）、高圧モードインジェクタゲインの選択（ステップ M20）、高圧モード用インジェクタ無駄時間の選択（ステップ M21）が実行され、さらに、ステップ M22 において、  
5 圧縮行程噴射が許容される運転状態であるか否かが判定される。この圧縮行程噴射が許容される運転状態とは、暖機完了後の低負荷運転領域が対応し、この運転状態においては、空燃比が 30～40 ときわめて希薄な状態で燃焼が行なわれる。そして、圧縮行程噴射が許容される運転状態であることが判定された場合には、噴射モードフラグを高圧圧縮行程噴射モードにセットし（ステップ M24）、そうでない場合には、噴射  
10 モードフラグが高圧吸気行程噴射モードにセットされる（ステップ M23）。なお、ステップ M22 では、高圧設定フラグがセットされた直後（低圧噴射モードからの切り替わり直後）は一定期間吸気行程噴射モードが優先的に選択される。

次に、インジェクタ駆動用割り込み処理について説明する。

15 FIG. 16, FIG. 17 において、特定気筒 I の BTDC 5 においてクランク角信号が発せられると、まず、時計 202 から現在時刻を読み込み（ステップ P1）、前回のクランク割り込み処理時に読み込んだ前回時刻データとの間隔を計算して、クランク周期 PD（クランク軸が 180° 回転するのに要する時間）を求め（ステップ P2）、現在時刻を所定のアドレスに記憶して、次回のクランク割り込み処理時のク  
20 ランク周期計測に備える（ステップ P3）。なお、エンジン回転数情報はこのクランク周期 PD に基づいて算出される。

次に、メインルーチンにおいて制御される始動フラグがセットされているか否かが判定され（ステップ P4）、セットされている（即ち始動  
25 中である）ときには、始動時の燃料噴射パルス幅 PW 設定が行われる（ステップ P5）。この設定に際しては、メインルーチンで求めた始動時

用基本パルス幅データ P W O に燃料補正係数 K X を乗じ、さらにメインルーチンで低圧用の値を選択した無駄時間データ T D を加算する。

一方、始動フラグがリセットの場合には、運転状態、特に負荷状態に応じて基本要求燃料量 F R の設定が行われたのち（ステップ P 1 9）、  
5 通常運転時の燃料噴射パルス幅 P W 設定が行われる（ステップ P 2 0）。この設定には、基本要求燃料量 F R とメインルーチンで選択したインジェクタゲイン G、インジェクタ無駄時間 T D とメインルーチンで設定した補正係数 K T W, K X が用いられる。なお、エンスト判定時や減速時等の燃料カットモードのときには、燃料噴射パルス幅 P W は 0 に設定さ  
10 れる。次に、現在が低圧噴射モードであるか否かが判定される（ステップ P 2 1）。

そして、始動モード判定がなされて始動時噴射パルス幅設定が行われたときと、ステップ P 2 1 で低圧噴射モードと判定されたときには、特定気筒 I の次に燃料行程を迎える気筒 J（B T D C 1 8 5 の気筒）の燃  
15 料噴射弁 1 が噴射中であるかを判定し（ステップ P 6）、噴射中であれば、当該噴射弁 1 を強制的に閉鎖する（ステップ P 7）。これは、当該気筒 J が圧縮行程に至り筒内圧が上昇する前に噴射弁 1 を閉塞するためである。なお、この閉塞動作は、気筒 J 用の閉弁レジスタ 2 0 4 に現在時刻直後の時刻データを格納することにより実行される。

20 次に、燃料噴射パルス幅 P W がクランク周期 P D の  $100 \times \alpha$  % 以下か否かを判定する。これは、燃料噴射パルス幅 P W が吸気行程のみの噴射において、所定位相（例えば B T D C 3 0 0）で噴射が可能かどうかを判定している。即ち、燃料噴射パルス幅 P W が、クランク周期 P D に比べある程度以上短ければ、吸気行程開始（実際には B T D C 3 6 5）  
25 以降に噴射を開始して、上記所定位相にて噴射を終了することが可能となる。吸気行程で噴射を行う場合には、燃料噴霧を燃焼室内である程度

(一定範囲内で) 分散させることが燃焼を良好にする上で必要となるため、吸気行程の前半の所定位相 (例えば B T D C 3 0 0 あたり) で噴射を終了することが最も好ましく、したがって、基本的に吸気行程前半のみで全量噴射が可能な高圧吸気行程噴射においては、この所定位相近傍を噴射終了時期と設定することが行われる。

そして、低圧噴射においても、その後の高圧噴射への移行を考慮すると、移行前後での霧化状態の変化による出力変化等が生じないようにするために、極力高圧移行後と同様の噴射終了時期を設定することが好ましい。したがって、燃料噴射パルス幅 P W がクランク周期 P D に比べて一定比率以下となり、吸気行程開始 (実際には B T D C 3 6 5) 以降に噴射を開始し、上記所定位相近傍で噴射終了が可能な場合には、噴射終了時期を上記所定位相に優先的に設定する。そこで、この所定位相での噴射終了が設定可能な燃料噴射パルス幅であるか否かを判定するために、ステップ P 8 の判定が行われる。なお、噴射終了用の所定位相を B T D C 3 0 0 とする場合には  $\alpha$  は 0. 3 6 ( $\approx 6 5 / 1 8 0$ ) 程度に設定される。

そして、ステップ P 8 で Y E S、即ち所定位相での噴射終了設定が可能であると判定された場合には、気筒 J (B T D C 1 8 5 の気筒) の次に燃焼行程を迎える気筒 K (B T D C 3 6 5 の気筒) の燃料噴射弁 1 が噴射停止中か否かを判定し (ステップ P 9)、噴射停止中である場合には、当該気筒 K の開弁レジスタに T S 1 (現在時刻 + P D  $\times$   $\alpha$  - P W) なるデータを入力し、同気筒 K の閉弁レジスタに T E 1 (現在時刻 + P D  $\times$   $\alpha$ ) なるデータを入力する。

これにより、気筒 K の燃料噴射弁は、現在から (P D  $\times$   $\alpha$  - P W) だけ時間経過したのち開弁し、現在から (P D  $\times$   $\alpha$ ) だけ時間経過してから閉弁する。したがって、気筒 K の燃料噴射弁の噴射期間は P W に設定

され、噴射終了時期は当該気筒Kの所定位相（例えばBTDC300）  
近傍に設定される。なお、気筒Kの開弁レジスタ、閉弁レジスタには前  
回のクランク割り込みルーチンのステップP12（またはP17、P1  
8）において既に噴射開始時刻データ、噴射終了時刻データが保管され  
5 ているため、このステップP10では、これら既入力データを最新の運  
転状態情報から求めた各データに書き換えることが行なわれることにな  
る。

なお、このように噴射パルス幅が相対的に短いときは、本来の噴射開  
始時期を基準クランクパルス信号からの遅れ時間として設定することで  
10 、仮にエンジン始動完了等に伴いエンジン回転数が急増した場合であっ  
ても、要求燃料量の全量を吸気行程中に噴射することが可能である。

一方、ステップP9で気筒Kの噴射弁が作動中であることが判定され  
た場合には、エンジンが要求する噴射量の適切な設定を最優先する観点  
から、当該噴射の噴射時期を再設定することなく（再設定する場合には、  
15 一旦噴射弁を閉弁させて再噴射させることになるため、噴射量が適正值  
からずれたり、弁の開閉に伴う遅れ時間等から噴射時期事態も最適値か  
らずれることもある）、噴射量のみを最新の運転状態情報に基づく値に  
変更すべく、気筒Kの閉弁レジスタのデータのみを書き換える。

この書換えは、気筒Kの開弁レジスタに保管された開弁時刻データに  
20 今回求めた燃料噴射パルス幅データPWを加算して閉弁時刻設定用の書  
き換えデータを算出したり、あるいは、前回のクランク割り込みルーチ  
ンで求めた燃料噴射パルス幅データRPWと今回のパルス幅データPW  
との差 $\Delta PW$ により閉弁レジスタに格納中の閉弁時刻データRTE1を  
修正することにより行われる。なお、修正された閉弁時刻データTE1  
25 が現在時刻より過去の場合には、即座に噴射弁を閉弁すべく、現在時刻  
直後の時刻データを閉弁レジスタに入力する。

ステップP 9, P 10, P 11で排気上死点近傍にある気筒Kのついで  
の処理が終了したあとは、爆発下死点近傍BTDC 545にある気筒  
M（即ち気筒Kの次に燃焼行程を迎える気筒）の燃焼噴射弁の開弁レジ  
スタに（現在時刻+PD+PD× $\alpha$ -PW）なるデータを入力し、同気  
5 筒Mの閉弁レジスタに（現在時刻+PD+PD× $\alpha$ ）なるデータを入力  
して（ステップP 12）、今回のクランク割り込みルーチンを終了する。

これにより、気筒Mの燃料噴射弁は、現在から（PD+PD× $\alpha$ -PW）  
だけ時間経過したのち（その吸気行程中に）開弁し、現在から（PD+  
PD× $\alpha$ ）だけ時間経過すると閉弁するように燃料噴射弁の開閉タイ  
10 イミングが仮設定される。したがって、気筒Mの燃料噴射弁の噴射期間  
はPWに仮設定され、噴射終了時期は当該気筒Mの吸気行程中における  
所定位相（例えばBTDC 300）近傍に仮設定される。なお、気筒M  
の開弁レジスタ、閉弁レジスタは次回のクランク割り込みルーチンのス  
テップP 10（またはP 14, P 11, P 15）において書き換えられ  
15 るが、次回のクランク割り込みルーチンの実行前に開弁レジスタの仮設  
定噴射開始時刻に達した場合には、この仮設定データに基づき気筒Mの  
噴射が開始される。

一方、ステップP 8でNO、即ち燃料噴射パルス幅PWがクランク周  
期PDに対して一定割合以上を占め、吸気行程期間のみの噴射では所定  
20 位相（例えばBTDC 300）での噴射終了設定が不可能であると判定  
された場合には、気筒K（BTDC 365気筒）の燃料噴射弁1が噴射  
停止中か否かを判定し（ステップP 13）、噴射停止中である場合には、  
即座に噴射を開始すべく当該気筒Kの開弁レジスタに現在時刻直後に対  
応するデータを入力し、同気筒Kの閉弁レジスタに（同直後データ+P  
25 W）なるデータを入力する。

これにより、気筒Kの燃料噴射弁は即座に開弁し、現在から（PW）

だけの時間経過にて閉弁し、したがって、気筒Kの燃料噴射弁の噴射期間はPWに設定され、噴射終了時期は当該気筒Kの所定位相（例えばBTDC300）より遅れた位相に設定される。なお、気筒Kの開弁レジスタ、閉弁レジスタには前回のクランク割り込みルーチンのステップP12（またはP17, P18）において既に噴射開始時刻データ、噴射終了時刻データが保管されているため、このステップP14では、これらを書き換えることが行われる。

このように、燃料噴射パルス幅がある程度以上長いときには、噴射開始後エンジン回転数が急増して一行程期間の時間間隔が短くなるような場合においても、BTDC365の基準信号に同期して噴射を開始することにより、当該一行程期間に相当する時間の噴射量は確保されるため、BTDC185でステップP7の強制閉弁が実施されたとしても、要求燃料量に近い燃料量の噴射が可能となる。

一方、ステップP13で気筒Kの噴射弁が作動中であることが判定された場合には、噴射量のみを最新の運転状態情報に基づく値に変更すべく、気筒Kの開弁レジスタのデータのみをステップP11と同様に書き換える（ステップP15）。

そして、ステップP14やステップP15でのレジスタ格納データの再設定が行われて、排気上死点近傍にある気筒Kについての処理が終了したあとは、燃料噴射パルス幅PWがクランク周期PD（即ち1行程に要する時間）より小さいか否かが判定され（ステップP16）、この大小関係に基づき爆発下死点近傍にある気筒Mの噴射開始時期の設定が行われる。

即ち、ステップP16でYESの判定がなされるということは、1行程中のみで、全量の噴射を行うことができることを意味し、この場合には、その全量が吸気行程中で噴射されしかも噴射終了時期が極力圧縮下

死点から離れるように、噴射時期が設定される。

これは、排気行程を利用することなく吸気行程中のみで噴射を行うことが燃料の排気系への吹き抜けを抑制する上でメリットがあり、しかも吸気行程内で噴射を行う場合には、極力噴射時期を早めることで、点火  
5 が行われるまでの時間を稼ぐことができ、燃料の分散・霧下・均質混合等で有利なためである。

そして、具体的には、 $PD \times \alpha \leq PW < PD$ のときには、気筒Mの噴射開始時期が排気上死点近傍（例えばBTDC 365）に設定されるように、気筒Mの噴射弁の開弁レジスタに（現在時刻+PD）なる時刻データ  
10 をセットし、閉弁レジスタに（現在時刻+PD+PW）なる時刻データをセットする（ステップP18）。

一方、ステップS16でNOの判定がなされるということは、1行程中のみでは、全量の噴射を行うことができないことを意味し、この場合には、吸気行程の全期間と排気行程の一部とを用いて噴射時期が設定  
15 される。これは、噴射期間に圧縮行程を用いることは、低圧噴射の場合、筒内圧の上昇に基づき燃料噴射弁への筒内ガスの逆流が生じるため、好ましくなく、吸気行程の全期間を用いても賄いきれない噴射期間については排気行程側に延長する方が好ましいことによる。

そして、具体的には、 $PD \leq PW$ のときには、気筒Mの噴射終了時期  
20 が吸気下死点近傍（例えばBTDC 185）に設定されるように、気筒Mの噴射弁の閉弁レジスタに（現在時刻+2×PD）なる時刻データをセットし、開弁レジスタに（現在時刻+2×PD-PW）なる時刻データをセットする（ステップP17）。なお、このステップP17で設定される開弁時刻データは次回のクランク割り込みルーチンの実行に先立つ値となるため、 $PD \leq PW$ のときには、クランク角速度が大きく増大  
25 しない限り、クランク割り込みルーチンのステップP13の判定がNO

となり、噴射開始時期が再設定される（即ちステップ P 1 4 が実行される）ことはない。

ここで、低圧噴射モード時における噴射時期を図示すると F I G. 1 8 のようになる。F I G. 1 8 には、横軸に水温（図中、右に向かうほど低温）、縦軸に時間経過をとった場合の第 1 特定回転速度（低回転）における噴射開始時期が実線 A1 で、また噴射終了時期が実線 B1 で表されている。したがって、両実線間に引かれた各細線が各水温における燃料噴射パルス幅 P W に相当する。即ち、燃料噴射パルス幅は水温が低いほど延長されている。

そして、横軸に沿って延びる破線 III は、基準時刻としての吸気行程中の所定位相（B T D C 3 0 0）を表し、実線 I 1 は上記第 1 特定回転速度における排気上死点時刻、実線 II 1 は上記第 1 特定回転速度における吸気下死点時刻を表している。したがって、実線 I 1 と II 2 との間隔は上記第 1 特定回転速度におけるクランク周期 P D に相当する。この図からわかるように、第 1 特定回転速度においては、水温が T W 2 以上の温度範囲（即ち区間 X 1）において、燃料噴射パルス幅 P W が排気上死点と吸気行程の所定位相との間に収まるため（即ち  $P W < P D \times \alpha$ ）、この温度範囲において、B 1 で示される噴射終了時期が、所定位相 B T D C 3 0 0 に優先的に設定され、噴射パルス幅 P W が長くなるほど噴射開始時期 A 1 が排気上死点 B T D C 3 6 5 に近づくように設定される。

また、水温が T W 2 未満で且つ T W 4 以上の範囲（区間 Y 1）にあっては、燃料噴射パルス P W が 1 行程中に収まるため（即ち  $P D \times \alpha \leq P W < P D$ ）、この温度範囲においては、A 1 で示される噴射開始時期が排気上死点近傍 B T D C 3 6 5 に優先的に設定され、噴射パルス幅 P W が長くなるほど噴射終了時期 B 1 が吸気下死点 B T D C 1 8 5 に近づくように設定される。さらに、水温が T W 4 未満の範囲（区間 Z 1）にあ

っては、燃料噴射パルスPWが1行程中に収まらないため（即ち、 $PD \leq PW$ ）、噴射終了時期B1が、吸気下死点BTDC185に優先的に設定され、噴射パルス幅PWが長くなるほど噴射開始時期A1が排気行程内で延長されるように設定される。

- 5 一方、エンジン回転数が第2回転速度（第1回転速度より大）のときには、吸気行程中の所定位相BTDC300を基準とした場合、排気上死点BTDC365が一点鎖線I2で、吸気上死点BTDC185が一点鎖線II2で表されるため、噴射終了時期が所定位相BTDC300に優先的に設定される温度範囲がTW1（ $> TW2$ ）以上に、噴射開始時期が排気上死点BTDC365に優先的に設定される温度範囲がTW1とTW3（ $> TW4$ ）との間に、噴射終了時期が吸気下死点BTDC185に優先的に設定される温度範囲がTW3未満にそれぞれ変化する。即ち、本実施形態においては、エンジン回転数と冷却水温とで代表されるエンジン運転状態に応じて低圧噴射時の噴射時期が制御されていること
- 10
- 15
- 20
- 25

さて、ここで、FIG. 16, FIG. 17に戻り、高圧噴射が行われる場合について、簡単に説明する。ステップP21で低圧噴射モードでないことが判定されたときには、ステップP22で圧縮上死点気筒即ち特定気筒Iが噴射中であるかを判定し、当該気筒が噴射中であれば、強制的に噴射を終了させ（ステップP23）、ついで、噴射モードが吸気行程噴射モードであるか圧縮行程噴射モードであるかが判定される（ステップP24）。

そして、吸気行程噴射モードであることが判定された場合には、エンジン回転数とエンジン負荷状態に応じて予め記憶装置内に記憶されている高圧吸気行程噴射用の噴射時期マップから現在の運転状態に対応した噴射時期情報（例えば噴射終了時期情報）を読み出し、この情報を、ク

- 5 ランク周期 P D を用いて、気筒 K, M における現在時刻からの遅れ時間情報にそれぞれ変換し、この遅れ時間情報と噴射パルス幅 P W とからそれぞれの気筒の噴射開始時刻データを現在時刻からの遅れ時間情報として求め、これらを各気筒 K, M の閉弁レジスタ、開弁レジスタに入力する (ステップ P 2 5)。これにより、気筒 K では、次のクランク割り込みパルスが生じる以前において、噴射時期マップで指定された時期に燃料噴射が実行される。なお、この高圧吸気行程噴射における低回転時の噴射終了時期は、低圧噴射からの切換前後での変化が少ないように特に低中負荷時を中心に前述した所定位相 (即ち吸気行程の前半に設定される所定位相、例えば B T D C 3 0 0) の近傍に設定されている (エンジン低回転時には排気上死点から上記所定位相までの時間間隔ある程度以上大きくなるため、上記所定位相近傍を噴射終了時期として設定したとしても、噴射を吸気行程のみで完了できるパルス幅がかなり大きくなる)。
- 10
- 15 また、ステップ P 2 4 で圧縮行程噴射モードであることが判定された場合には、エンジン回転数とエンジン負荷状態に応じて予め記憶装置内に記憶されている高圧圧縮行程噴射用の噴射時期マップから現在の運転状態に対応した噴射時期情報 (例えば噴射終了時期情報) を読み出し、この情報を、クランク周期 P D を用いて、気筒 J における現在時刻からの遅れ時間情報に変換し、この遅れ時間情報と噴射パルス幅 P W とから気筒 J の噴射開始時期データを現在時刻からの遅れ時間情報として求め、これを気筒 J の閉弁レジスタ、開弁レジスタに入力する (ステップ P 2 6)。これにより、気筒 J では、噴射時期マップで指定された時期に燃料噴射が実行される。
- 20
- 25 次に、FIG. 16, FIG. 17 を中心に説明した第 2 実施形態の変形例について、FIG. 19, FIG. 20 を用いて説明する。第 2

実施形態では、低圧噴射時の噴射時期を、クランク周期データ P D に対する燃料噴射パルス幅 P W の割合に応じて、低割合のときに噴射終了時期を吸気行程前半の所定位相に優先的に設定し、中割合のときに噴射開始時期を排気上死点近傍に優先的に設定し、高割合のときに噴射終了時期を吸気下死点近傍に優先的に設定するようにしたが、この設定は換言すれば、F I G. 1 8 を用いて説明したように、噴射時期が水温と回転数に応じて変化する特性を有していることになる。したがって、第 2 実施形態の代替手段として、低圧噴射モード時の噴射時期を水温で代表されるエンジン温度とエンジン回転数とを入力パラメータとするデータマップの形でコントローラの記憶装置に予め記憶せしめ、実際のエンジン回転数とエンジン水温の検出結果に基づきこの記憶値を記憶装置から読み出して噴射時期（例えば噴射終了時期）を設定することが考えられる。F I G. 1 9, F I G. 2 0 に示す変形例は、エンジン回転数とエンジン水温とでデータマップ化された噴射終了時期データに基づき低圧噴射モード時の噴射時期を設定するものである。そして、F I G. 1 9, F I G. 2 0 の変形例では、F I G. 1 6, F I G. 1 7 の第 2 実施形態と同様に、エンジン回転数とエンジン負荷情報とにてデータマップ化された噴射終了時期情報に基づき、高圧噴射モード時の噴射時期が設定されており、したがって、この変形例では、低圧噴射モード時には少なくともエンジン回転数とエンジン水温とに基づき噴射時期が設定され、高圧噴射モード時には少なくともエンジン回転数とエンジン負荷情報とに基づき噴射時期が設定されていることになる。なお、コントローラ 3 0 に保管する噴射時期情報は、噴射終了時期情報に代えて噴射開始時期情報であってもよいことは言うまでもない。また、F I G. 1 9, F I G. 2 0 の変形例では、F I G. 1 6, F I G. 1 7 の実施形態と同一の機能を果たすステップについては、同一の符号を付し、詳細説明を省略す

る。

FIG. 19, FIG. 20において、ステップP5やP21を経由して低圧噴射が指示されたときには、ステップ30において、コントローラ30の記憶装置(ROM)に記憶された低圧時目標噴射終了時期位相情報を実際のエンジン水温とエンジン回転数とに応じて読み出し、CTRとして設定する。そして、ステップP31において、排気上死点気筒Kの噴射弁が作動停止中か否かを判定し、作動中のときには、FIG. 16, FIG. 17のステップP11と同様にして、噴射終了時刻の修正が行われ(ステップP34)、気筒Kの噴射弁が作動停止中のときは、気筒Kの開弁レジスタ、閉弁レジスタに入力すべき噴射開始時刻データTS1および噴射終了時刻データTE1が目標噴射終了時期位相CTE、噴射パルス幅PW、現在時刻TM、クランク周期PDに基づき以下の演算式で算出される(ステップP32)。

$$TS1 = TM + PD \times (365 - CTE) / 180 - PW$$

$$TE1 = TM + PD \times (365 - CTE) / 180$$

そして、算出結果を気筒Kの噴射弁用の各レジスタにセットしたのち(ステップP33)、爆発下死点近傍の気筒Mについても以下の演算式に基づき噴射開始時刻データTS2および噴射終了時刻データTE2を算出し(ステップP35)、算出結果を気筒M用の各レジスタにセットする(ステップP36)。

$$TS2 = TM + PD \times (545 - CTE) / 180 - PW$$

$$TE2 = TM + PD \times (545 - CTE) / 180$$

一方、ステップP21の判定で高圧噴射モードであることが判定された場合には、ステップP37において、コントローラ30の記憶装置(ROM)に記憶された高圧噴射目標噴射終了時期位相情報を実際のエンジン負荷とエンジン回転数とに応じて読み出し、CTEとして設定す

る。なお、この高圧時用目標噴射終了時期位相情報は、圧縮行程噴射用と吸気行程噴射用とで個別に記憶装置内にデータマップ化されて保管されており、噴射モードが吸気行程（噴射モードフラグ=B）のときには、吸気行程噴射用のデータマップが選択使用され、噴射モードが圧縮行程  
5 （噴射モードマップ=C）のときには、圧縮行程噴射用のデータマップが選択使用される。

そして、噴射モードが吸気行程である場合には、低圧噴射時と同様にステップP 3 1以下の処理が指示され、圧縮行程噴射モード時には、ステップP 3 9の処理が指示される（ステップP 3 8）。そして、ステップP 3 9においては、圧縮下死点近傍にある気筒Jの開弁レジスタ、閉弁レジスタに入力すべき噴射開始時刻データT S 3 および噴射終了時刻データT E 3 が目標噴射終了時期位相C T E、噴射パルス幅P W、現在時刻T M、クランク周期P Dに基づき以下の演算式で算出される。  
10

$$T S 3 = T M + P D \times (185 - C T E) / 180 - P W$$

$$15 \quad T E 3 = T M + P D \times (185 - C T E) / 180$$

そして、算出結果が気筒Jの噴射弁用の各レジスタにセットされる（ステップP 4 0）。

なお、F I G. 1 9, F I G. 2 0の変形例において、始動直後等のエンジン回転数急増時の燃料噴射量を確保するためには、ステップP 3 2, P 3 3のかわりにF I G. 1 6, F I G. 1 7で示したステップP 1 4を実行し、低圧噴射時にはB T D C 3 6 5で噴射が開始されていないときには、強制的に（開弁レジスタに格納された開弁時期データにかからわず）B T D C 3 6 5において噴射が開始されるようにすればよい。  
20

25 上記各実施形態及び変形例は4気筒エンジンについて説明したが、本発明が適用できる内燃機関の気筒数は任意である。なお、特定の気筒に

5 ついてのトリガ信号として排気行程開始近傍（BTDC 545＝第2トリガ信号）、吸気行程開始近傍（BTDC 365＝第1トリガ信号）、圧縮行程開始近傍（BTDC 185）、爆発行程開始近傍（BTDC 5）を用いる場合には、4気筒、8気筒、12気筒のエンジンにおいては各  
5 気筒についての特定位相（排気行程開始近傍、吸気行程開始近傍、圧縮行程開始近傍、爆発行程開始近傍のいずれか）を示すトリガ信号により上記特定気筒の全てのトリガ信号が形成できるため、シンプルな構成となる。

10 また、上記各実施形態及び変形例では、コントローラ30、電磁切換弁14、低圧制御弁9、高圧制御弁10、固定絞り15等により燃料供給圧力設定手段121を構成し、始動時等と通常運転時等とで燃圧を2段に切り替えるものを示したが、燃料供給圧力設定手段としては、燃圧を運転状態に応じて連続的に設定し、始動時を含む特定運転状態において、燃圧を低めに設定するようなものであってもよい。

15

#### 産業上の利用可能性

20 本発明によれば、火花点火式であって燃焼室内に直接燃料噴射を行なう筒内噴射型内燃機関に用いられるのに適しており、きめこまかな燃料噴射制御が実現できるようになる。特に、低温始動時においても所要量の燃料を供給できるようになり、円滑な始動が行なわれるようになる。

## 請 求 の 範 囲

1. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（１）と、  
上記燃料噴射弁（１）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
5 運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（１２１）と、  
上記特定運転状態時において上記燃料噴射弁（１）の噴射期間を内燃  
機関の作動サイクルにおける１行程期間を越える期間に設定しうる燃料  
噴射制御手段（１２０）と、  
10 をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。
  
2. 上記燃料噴射制御手段（１２０）は、上記１行程期間を越える噴射  
期間設定を行うときに、噴射時期を排気行程から吸気行程にかけて設定  
15 するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第１項記載の  
筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。
  
3. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（１）と、  
上記燃料噴射弁（１）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
20 運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（１２１）と、  
上記特定運転状態において第１運転状態では上記燃料噴射弁（１）の  
噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける１行程期間を越える期間と  
なり、上記第１運転状態以外の運転状態では上記燃料噴射弁（１）の噴  
25 射期間が上記１行程期間以内の期間となるように、少なくとも機関温度  
を含む機関運転パラメータに応じて噴射期間を設定する燃料噴射制御手

段（１２０）と、

をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

- 5      4. 上記燃料噴射制御手段（１２０）は、上記第１運転状態においては排気行程から吸気行程にかけて噴射が行われ、上記第１運転状態以外の運転状態においては吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第３項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

10

5. 上記燃料噴射制御手段（１２０）は、上記第１運転状態における上記燃料噴射弁（１）の噴射終了時期を圧縮行程開始時近傍に設定し、上記第１運転状態以外の運転状態における上記燃料噴射弁（１）の噴射開始時期を吸気行程開始時期近傍または吸気行程中に設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第４項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

15

6. 上記燃料噴射制御手段（１２０）は、第１運転状態以外の運転状態において、高圧噴射時の噴射終了時期として吸気行程前半に設定される設定位相までに噴射が完了するときには、噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記設定位相までには噴射が完了しないときには噴射開始時期を吸気行程開始時近傍に設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第５項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

20

7. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（１）と、

上記燃料噴射弁（１）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段（１２１）と、

5 上記特定運転状態における上記燃料噴射弁（１）の噴射期間を少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて設定するとともに、当該噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける１行程期間を越える場合には排気行程に噴射が開始され圧縮行程開始近傍で噴射が終了するように噴射時期を設定し、当該噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける１行程期間以内の場合には吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を  
10 設定する燃料噴射制御手段（１２０）と、  
をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

8. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（１）と、  
15 上記燃料噴射弁（１）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段（１２１）と、

上記特定運転状態では、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料噴射弁（１）の噴射期間を設定し、排気行程から吸  
20 気行程にかけてあるいは吸気行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関温度と機関回転数とに応じて燃料噴射時期を設定するとともに、  
上記特定運転状態以外の運転状態では、少なくとも機関負荷状態を含む機関運転パラメータに応じて上記噴射期間を設定し、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関負荷と回転数  
25 とに応じて燃料噴射時期を設定する燃料噴射制御手段（１２０）と、  
をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴

射制御装置。

9. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、

5 上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（121）と、

10 内燃機関の始動時には、機関温度が低いほど噴射期間が延長されるよ  
うに、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料  
噴射弁（1）の噴射期間を設定するとともに、低温始動時には、排気行  
程中で燃料噴射が開始され圧縮行程開始近傍までに燃料噴射が終了する  
10 ように、上記燃料噴射弁（1）の噴射時期を設定する燃料噴射制御手段  
（120）と、

をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

15

10. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、

上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（121）と、

20 上記特定運転状態における上記燃料噴射弁（1）の噴射終了時期が上  
記特定運転状態からそれ以外の運転状態への切替り直後における上記燃  
料噴射弁（1）の噴射終了時期にほぼ一致するように、噴射終了時期を  
設定する燃料噴射制御手段（120）と、

25 上記特定運転状態における上記燃料噴射弁（1）の噴射終了時期が上  
記特定運転状態からそれ以外の運転状態への切替り直後における上記燃  
料噴射弁（1）の噴射終了時期にほぼ一致するように、噴射終了時期を  
設定する燃料噴射制御手段（120）と、  
をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

1 1. 上記切替り直後における噴射終了時期が、吸気行程前半の設定位  
相に設定され、上記燃料噴射制御手段（120）は、上記特定運転状態  
における噴射期間が吸気行程開始近傍から上記設定位相までの行程期間  
より短いときには噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記行程  
5 期間より噴射期間が長いときには噴射終了時期を上記設定位相より遅ら  
せるように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第10項記載  
の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

1 2. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、  
10 上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（121）と、

上記特定運転状態では、圧縮行程開始以前に上記燃料噴射弁（1）の  
燃料噴射が終了するように噴射時期を設定し、上記特定運転状態以外の  
15 運転状態では、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるよ  
うに少なくとも機関負荷状態を含む運転パラメータに応じて上記噴射時  
期を設定するとともに、上記特定運転状態から特定運転状態以外の運転  
状態への切替直後には吸気行程中の燃料噴射が行われるように上記噴射  
時期を設定する燃料噴射制御手段（120）と、

20 をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

1 3. 上記燃料噴射制御手段（120）は、上記特定運転状態において  
上記燃料噴射弁（1）が吸気行程開始近傍またはそれ以前に噴射を開始  
25 するように同噴射弁を制御することを特徴とする、請求の範囲第12項  
記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

1 4. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、

上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料

5 供給圧力設定手段（121）と、

上記気筒に関連してその吸気行程開始近傍とそれ以前の特定行程位相  
とにおいてそれぞれ第1トリガ信号、第2トリガ信号を発生する信号発  
生手段（130）と、

上記特定運転状態では、上記燃料噴射弁（1）の噴射開始時期が排気  
10 行程から吸気行程にかけての所望時期となるように上記第2トリガ信号  
に同期して上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射時期を演算し、上記燃料噴  
射弁（1）が上記所望時期に開放されるように上記第2トリガ信号から  
の経過時間を計測して上記燃料噴射弁（1）の駆動を制御するとともに、  
上記第1トリガ信号の発生時に上記燃料噴射弁（1）が未解放のときに  
15 上記計測結果に優先して上記燃料噴射弁（1）を開放せしめる燃料噴射  
制御手段（120）と、

をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

20 1 5. 上記内燃機関の気筒数は、 $4N$ （ $N$ は自然数）であり、特定気筒  
に係る第2トリガ信号は他の気筒の第1トリガ信号と共通に構成される  
ことを特徴とする、請求の範囲第14項記載の筒内噴射式内燃機関にお  
ける燃料噴射制御装置。

25 1 6. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、

上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定

運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段（121）と、

上記特定運転状態時において、上記燃料噴射弁（1）の噴射開始時期を吸気開始近傍または排気行程中に設定する燃料噴射制御手段（120

5）と、

をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

## 補正書の請求の範囲

[1996年10月28日(28.10.96)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲3,7及び8は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(6頁)]

1. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁(1)と、  
上記燃料噴射弁(1)の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
5 運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段(121)と、  
上記特定運転状態時において上記燃料噴射弁(1)の噴射期間を内燃  
機関の作動サイクルにおける1行程期間を越える期間に設定しうる燃料  
噴射制御手段(120)と、  
10 をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。
  
2. 上記燃料噴射制御手段(120)は、上記1行程期間を越える噴射  
期間設定を行うときに、噴射時期を排気行程から吸気行程にかけて設定  
15 するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第1項記載の  
筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。
  
3. (補正後)上記燃料噴射制御手段(120)が、上記特定運転状態  
において第1運転状態では上記燃料噴射弁(1)の噴射期間が内燃機関  
20 の作動サイクルにおける1行程期間を越える期間となり、上記第1運転  
状態以外の運転状態では上記燃料噴射弁(1)の噴射期間が上記1行程  
期間以内の期間となるように、少なくとも機関温度を含む機関運転パラ  
メータに応じて噴射期間を設定するいることを特徴とする、請求の範囲  
第1項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。  
25
  
4. 上記燃料噴射制御手段(120)は、上記第1運転状態においては

排気行程から吸気行程にかけて噴射が行われ、上記第1運転状態以外の運転状態においては吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第3項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

5

5. 上記燃料噴射制御手段(120)は、上記第1運転状態における上記燃料噴射弁(1)の噴射終了時期を圧縮行程開始時近傍に設定し、上記第1運転状態以外の運転状態における上記燃料噴射弁(1)の噴射開始時期を吸気行程開始時期近傍または吸気行程中に設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第4項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

10

6. 上記燃料噴射制御手段(120)は、第1運転状態以外の運転状態において、高圧噴射時の噴射終了時期として吸気行程前半に設定される設定位相までに噴射が完了するときには、噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記設定位相までには噴射が完了しないときには噴射開始時期を吸気行程開始時近傍に設定するように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第5項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

15

20

7. (補正後)上記燃料噴射制御手段(120)が、上記特定運転状態における上記燃料噴射弁(1)の噴射期間を少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて設定するとともに、当該噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける1行程期間を越える場合には排気行程に噴射が開始され圧縮行程開始近傍で噴射が終了するように噴射時期を設定し、当該噴射期間が内燃機関の作動サイクルにおける1行程期間以内の場合

25

には吸気行程中に噴射が行われるように噴射時期を設定することを特徴とする、請求の範囲第1項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

- 5 8. (補正後) 上記燃料噴射制御手段(120)が、上記特定運転状態では、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料噴射弁(1)の噴射期間を設定し、排気行程から吸気行程にかけてあるいは吸気行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関温度と機関回転数とに応じて燃料噴射時期を設定するとともに、上記特定運転状態
- 10 以外の運転状態では、少なくとも機関負荷状態を含む機関運転パラメータに応じて上記噴射期間を設定し、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関負荷と回転数とに応じて燃料噴射時期を設定することを特徴とする、請求の範囲第1項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

15

9. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁(1)と、

上記燃料噴射弁(1)の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段(121)と、

- 20 内燃機関の始動時には、機関温度が低いほど噴射期間が延長されるように、少なくとも機関温度を含む機関運転パラメータに応じて上記燃料噴射弁(1)の噴射期間を設定するとともに、低温始動時には、排気行程中で燃料噴射が開始され圧縮行程開始近傍までに燃料噴射が終了するように、上記燃料噴射弁(1)の噴射時期を設定する燃料噴射制御手段
- 25 (120)と、

をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴

射制御装置。

10 10. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、  
上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
5 運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段（121）と、

上記特定運転状態における上記燃料噴射弁（1）の噴射終了時期が上  
記特定運転状態からそれ以外の運転状態への切替り直後における上記燃  
料噴射弁（1）の噴射終了時期にほぼ一致するように、噴射終了時期を  
10 設定する燃料噴射制御手段（120）と、  
をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

15 11. 上記切替り直後における噴射終了時期が、吸気行程前半の設定位  
相に設定され、上記燃料噴射制御手段（120）は、上記特定運転状態  
における噴射期間が吸気行程開始近傍から上記設定位相までの行程期間  
より短いときには噴射終了時期を上記設定位相近傍に設定し、上記行程  
期間より噴射期間が長いときには噴射終了時期を上記設定位相より遅ら  
せるように構成されていることを特徴とする、請求の範囲第10項記載  
20 の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。

12. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、  
上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
25 供給圧力設定手段（121）と、

上記特定運転状態では、圧縮行程開始以前に上記燃料噴射弁（1）の

- 燃料噴射が終了するように噴射時期を設定し、上記特定運転状態以外の運転状態では、吸気行程中あるいは圧縮行程中に燃料噴射が行われるように少なくとも機関負荷状態を含む運転パラメータに応じて上記噴射時期を設定するとともに、上記特定運転状態から特定運転状態以外の運転
- 5 状態への切替直後には吸気行程中の燃料噴射が行われるように上記噴射時期を設定する燃料噴射制御手段（120）と、
- をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。
- 10 13. 上記燃料噴射制御手段（120）は、上記特定運転状態において上記燃料噴射弁（1）が吸気行程開始近傍またはそれ以前に噴射を開始するように同噴射弁を制御することを特徴とする、請求の範囲第12項記載の筒内噴射式内燃機関における燃料噴射制御装置。
- 15 14. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁（1）と、
- 上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料供給圧力設定手段（121）と、
- 上記気筒に関連してその吸気行程開始近傍とそれ以前の特定行程位相
- 20 とにおいてそれぞれ第1トリガ信号、第2トリガ信号を発生する信号発生手段（130）と、
- 上記特定運転状態では、上記燃料噴射弁（1）の噴射開始時期が排気行程から吸気行程にかけての所望時期となるように上記第2トリガ信号に同期して上記燃料噴射弁（1）の燃料噴射時期を演算し、上記燃料噴
- 25 射弁（1）が上記所望時期に開放されるように上記第2トリガ信号からの経過時間を計測して上記燃料噴射弁（1）の駆動を制御するとともに、

上記第1トリガ信号の発生時に上記燃料噴射弁(1)が未解放のときに  
上記計測結果に優先して上記燃料噴射弁(1)を開放せしめる燃料噴射  
制御手段(120)と、

5 をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

15 15. 上記内燃機関の気筒数は、 $4N$  ( $N$ は自然数)であり、特定気筒  
に係る第2トリガ信号は他の気筒の第1トリガ信号と共通に構成される  
ことを特徴とする、請求の範囲第14項記載の筒内噴射式内燃機関にお  
ける燃料噴射制御装置。

15 16. 気筒に配設され燃料を気筒内に噴射する燃料噴射弁(1)と、  
上記燃料噴射弁(1)の燃料噴射圧力を内燃機関の始動時を含む特定  
運転状態では低圧に設定し、特定運転状態以外では高圧に設定する燃料  
供給圧力設定手段(121)と、

20 上記特定運転状態時において、上記燃料噴射弁(1)の噴射開始時期  
を吸気開始近傍または排気行程中に設定する燃料噴射制御手段(120  
)と、  
をそなえていることを特徴とする、筒内噴射式内燃機関における燃料噴  
射制御装置。

条約 19 条に基づく説明書

この補正は、請求の範囲第 3, 7, 8 項を第 1 項の従属項（従属クレーム）とし、請求の範囲の記載を簡潔なものとした。

FIG. 1

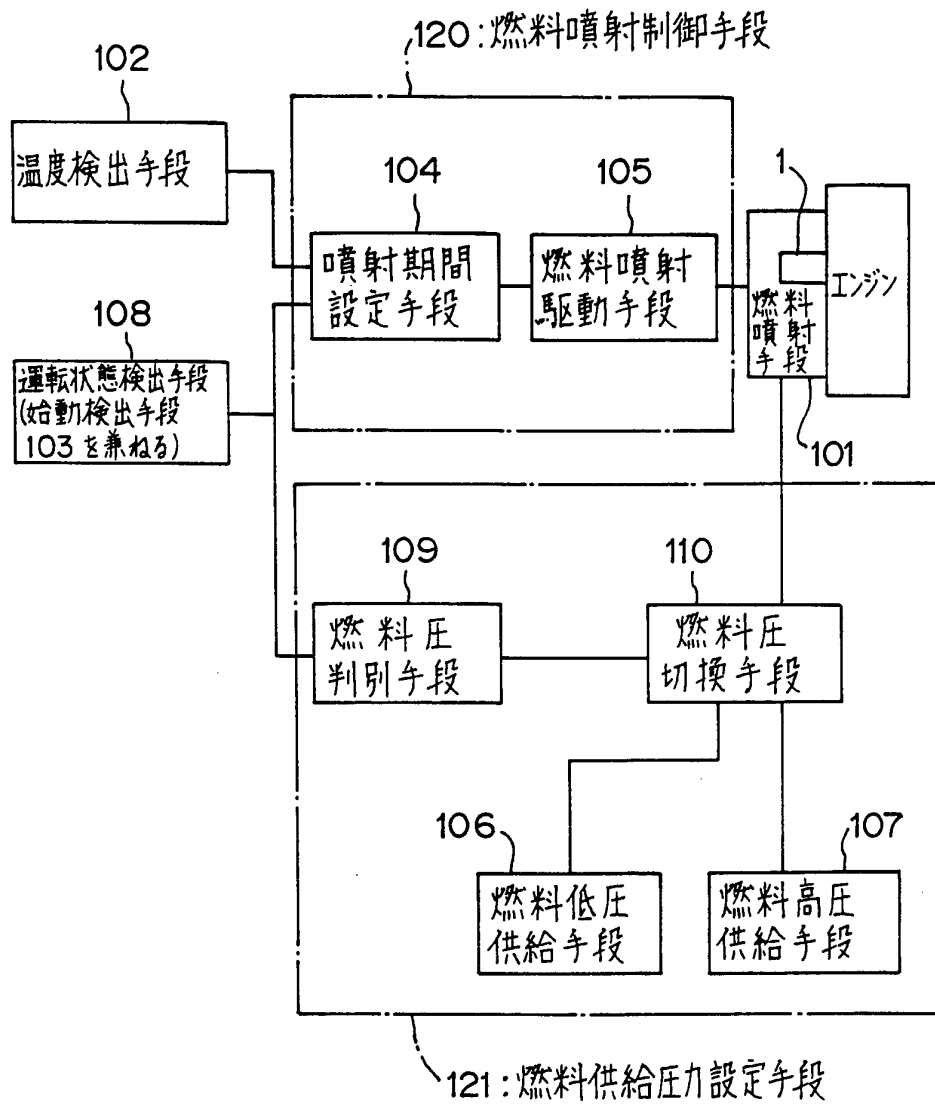


FIG. 2

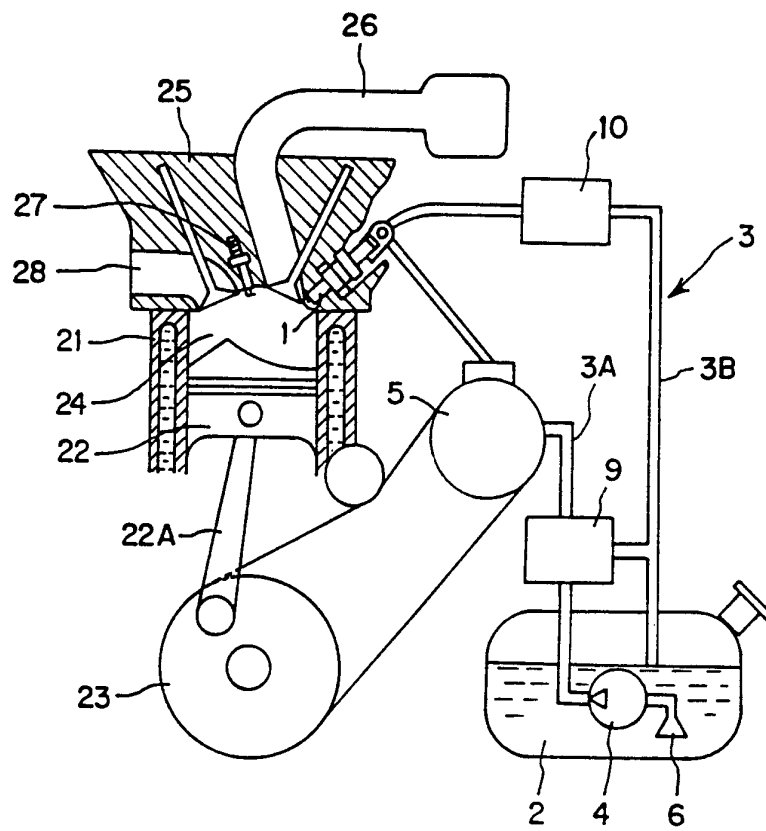




FIG. 4

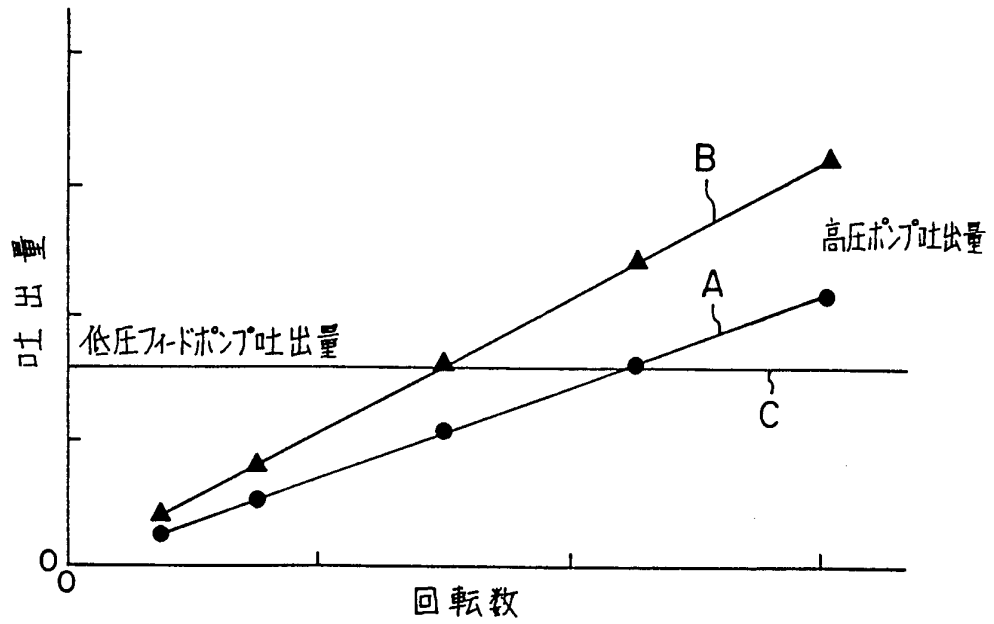


FIG. 5

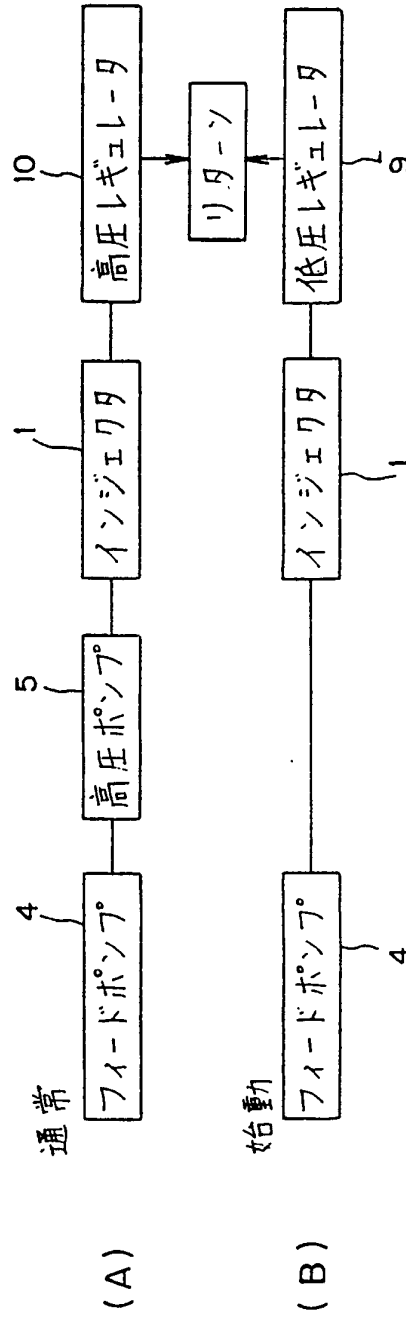


FIG. 6

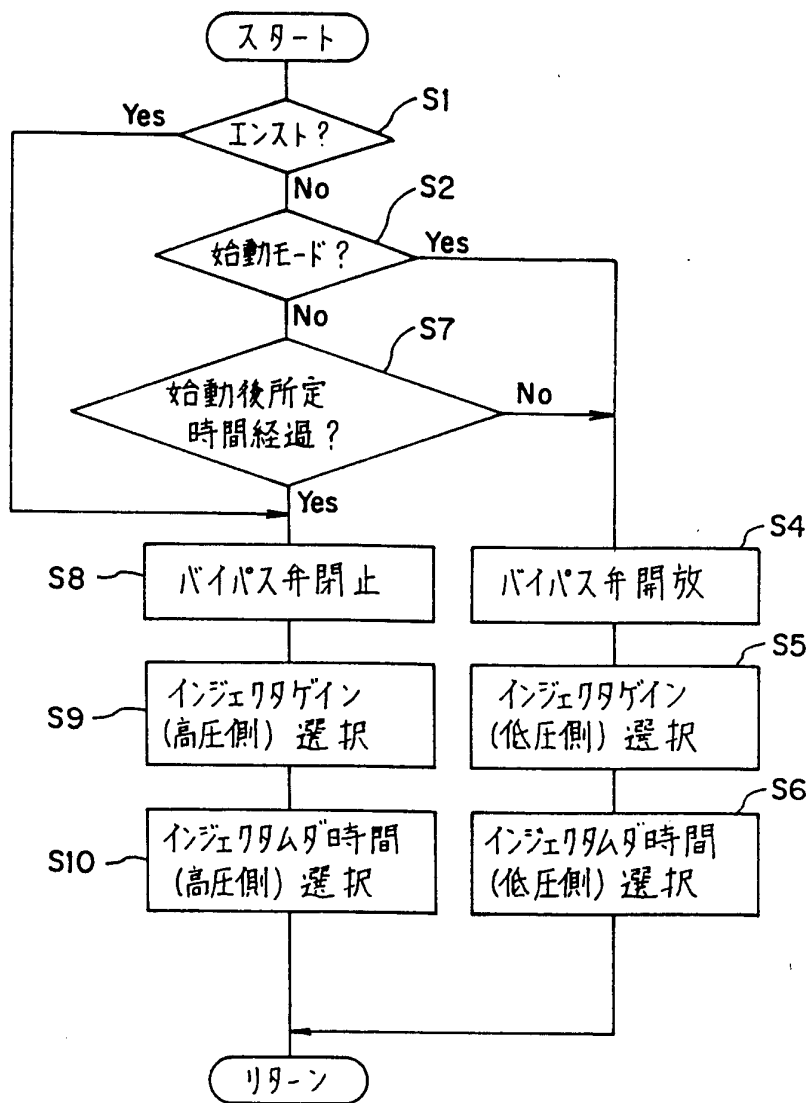


FIG. 7

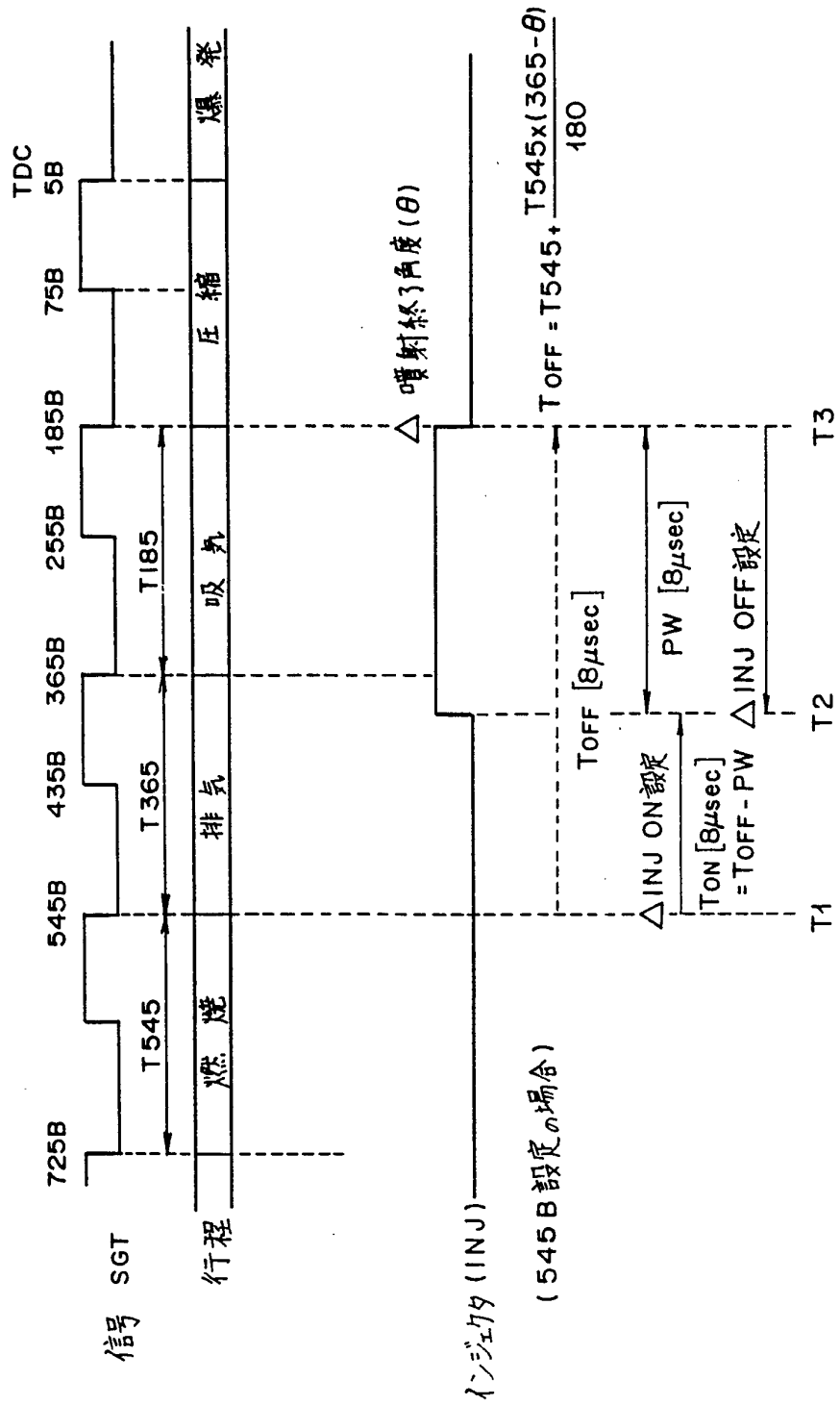


FIG. 8

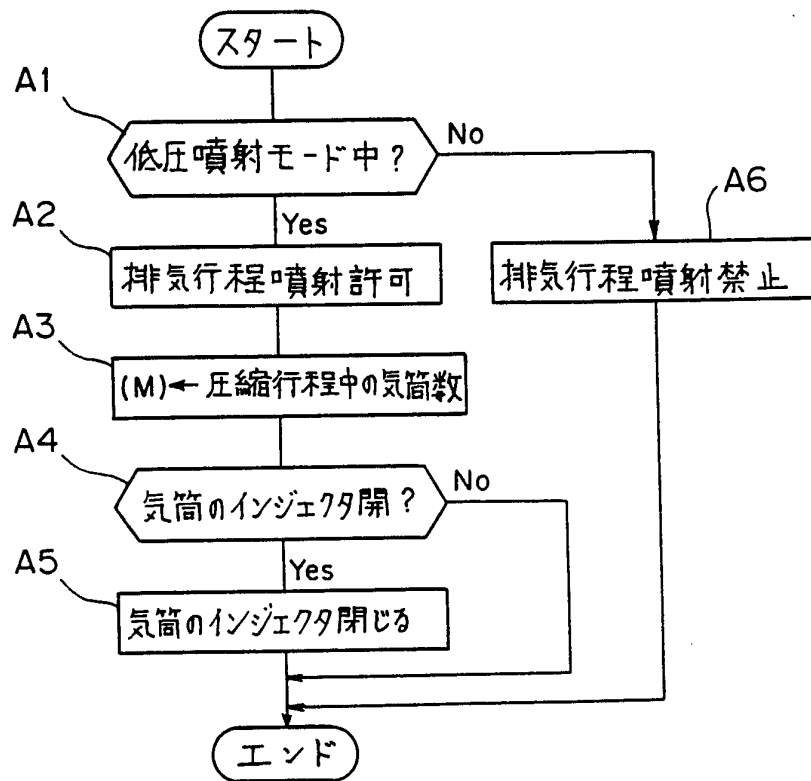


FIG. 9

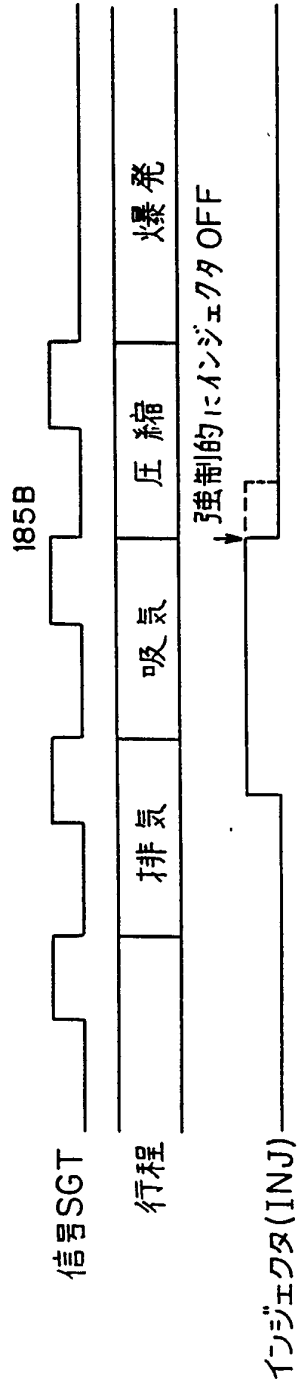


FIG. 10

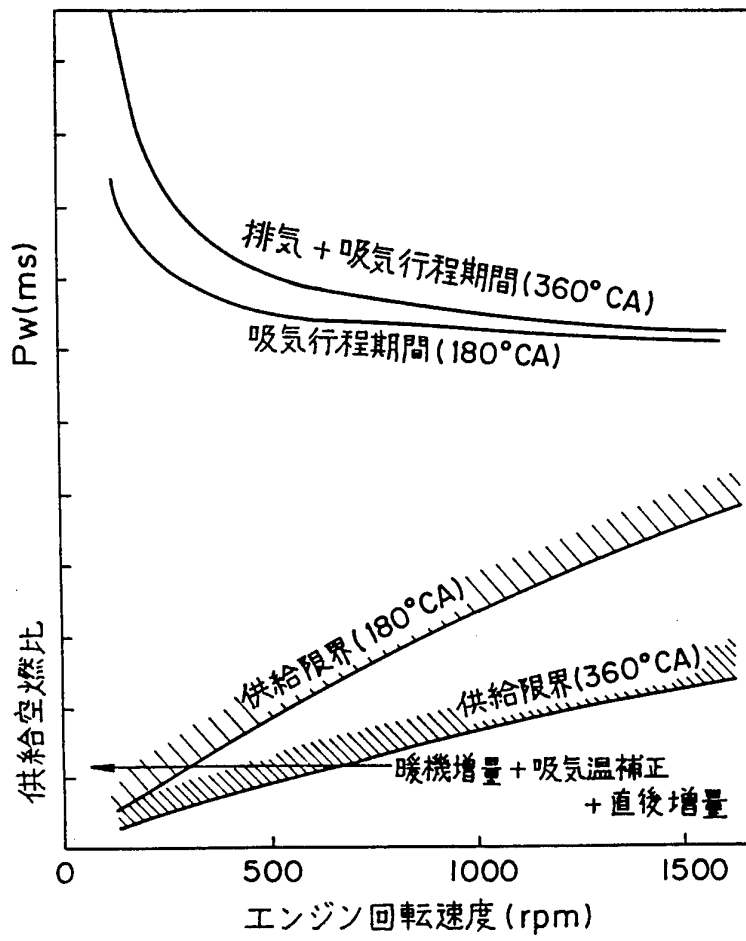


FIG. 11

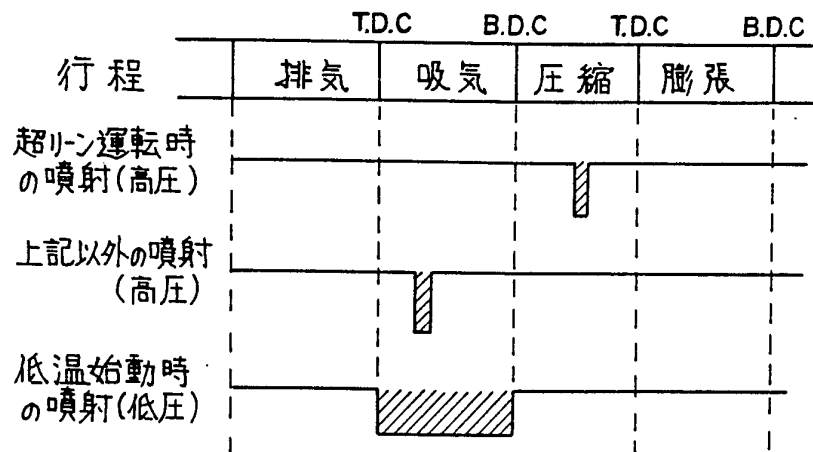


FIG. 12

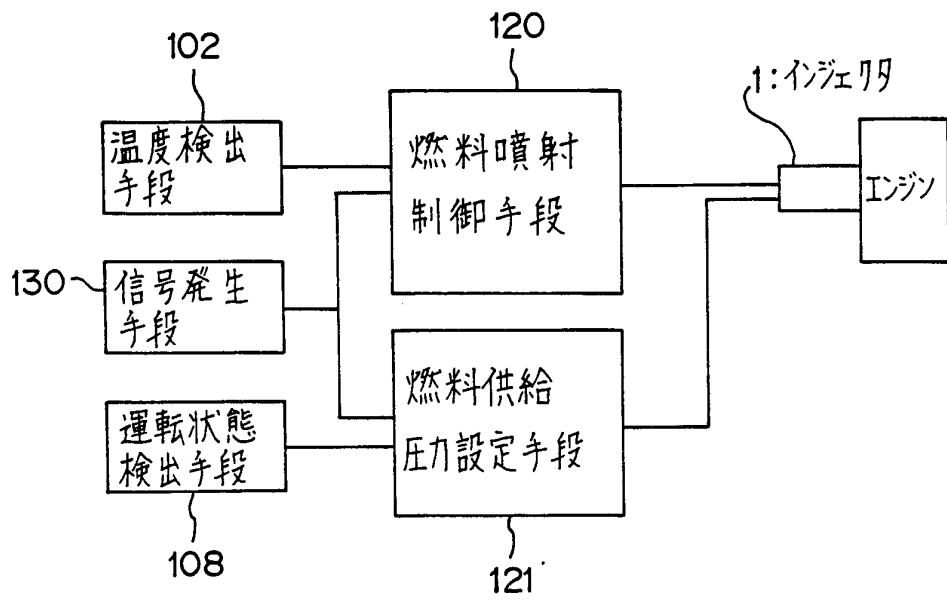


FIG. 13

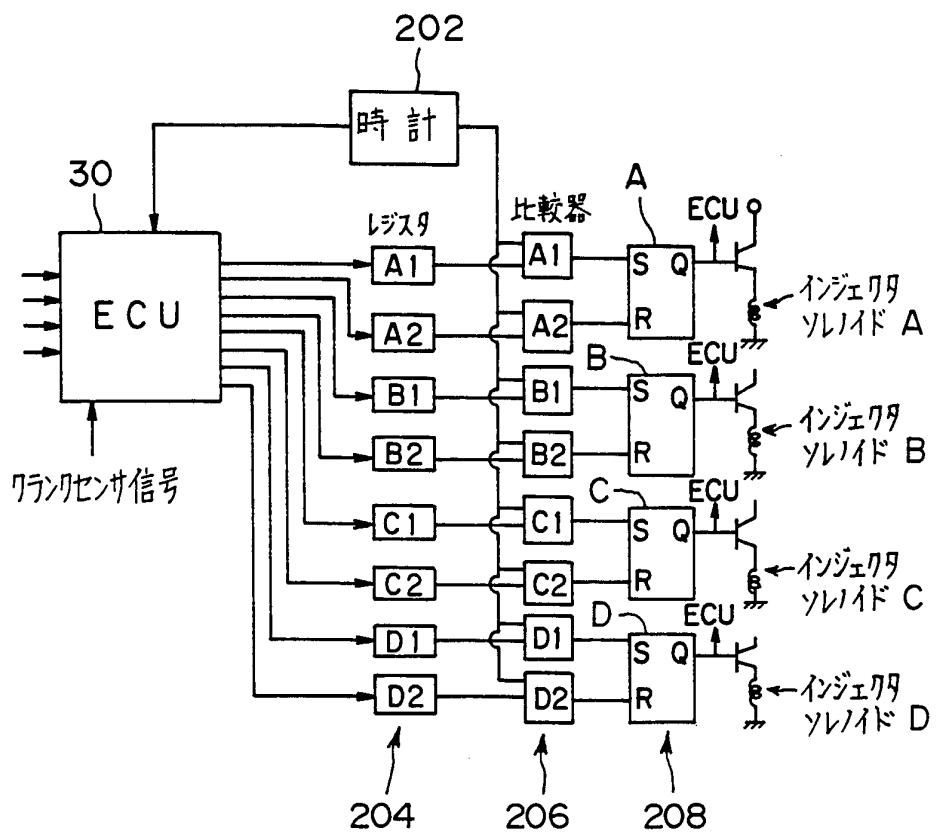


FIG. 14

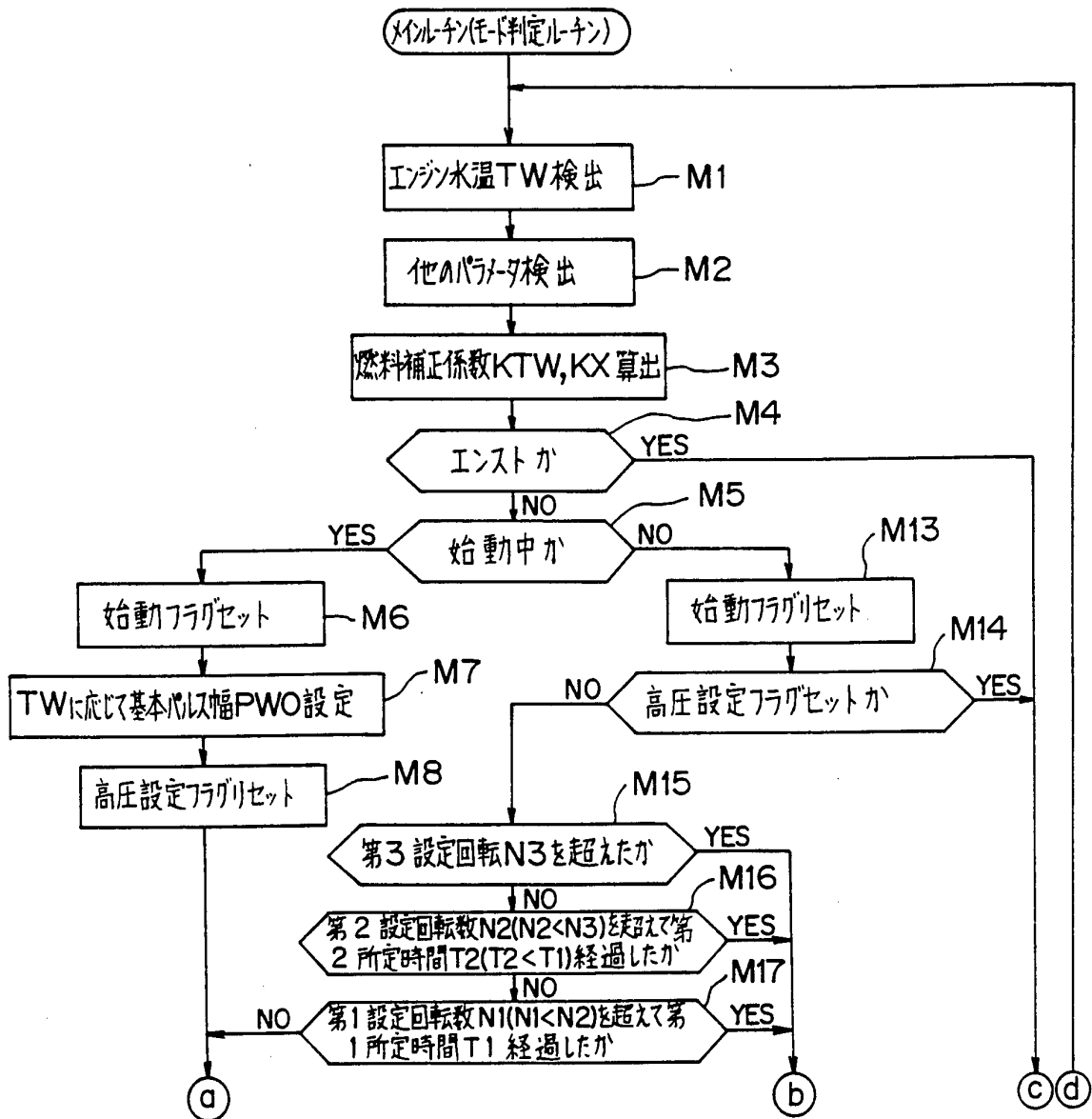


FIG. 15

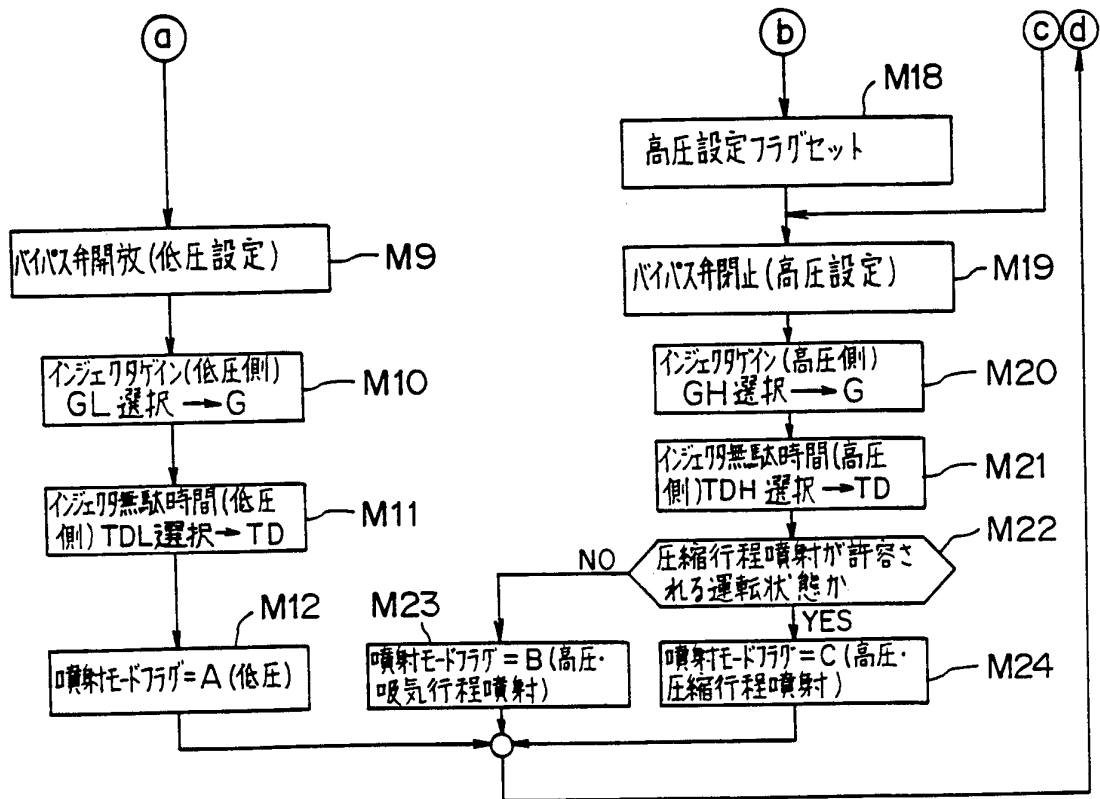


FIG. 16

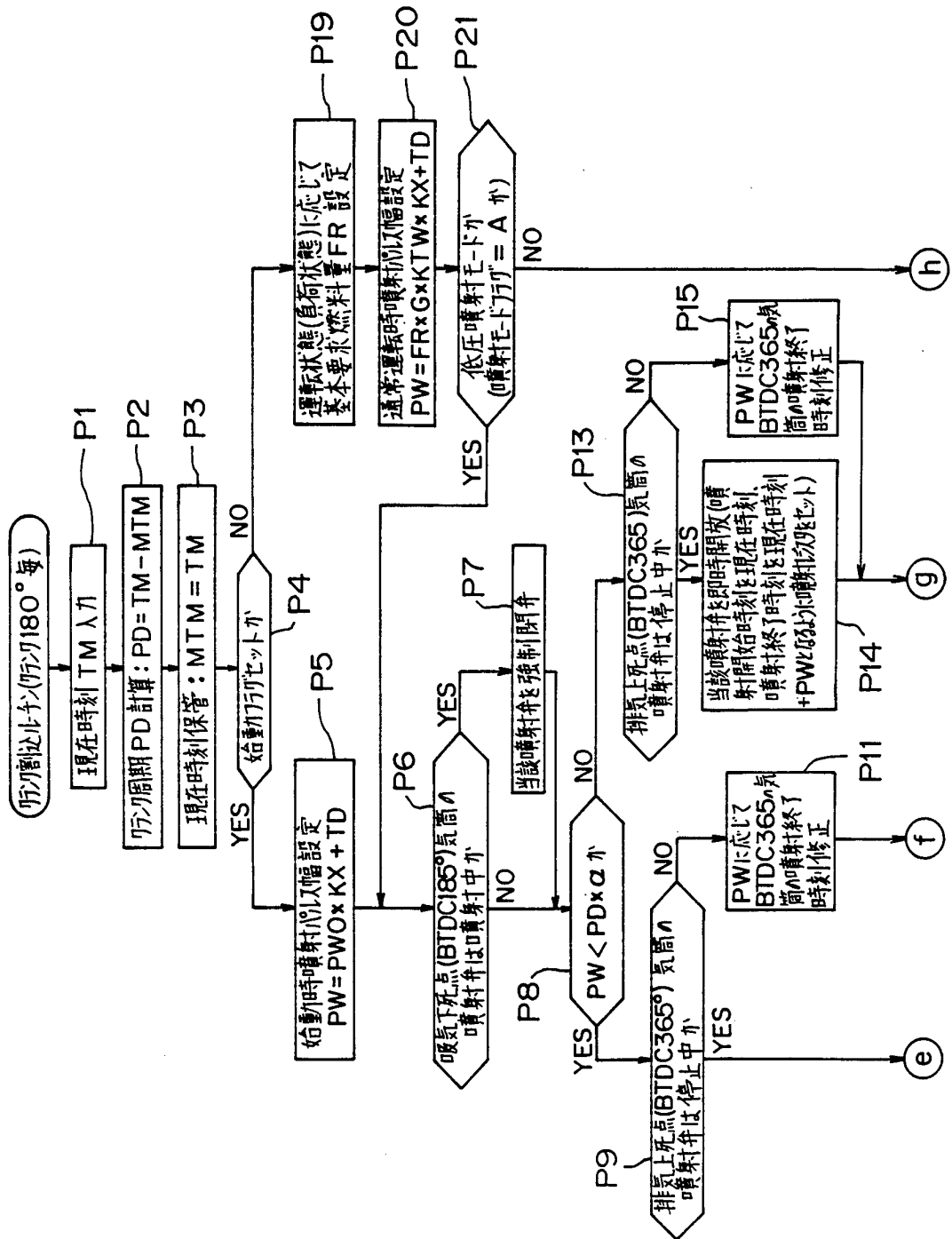


FIG. 17

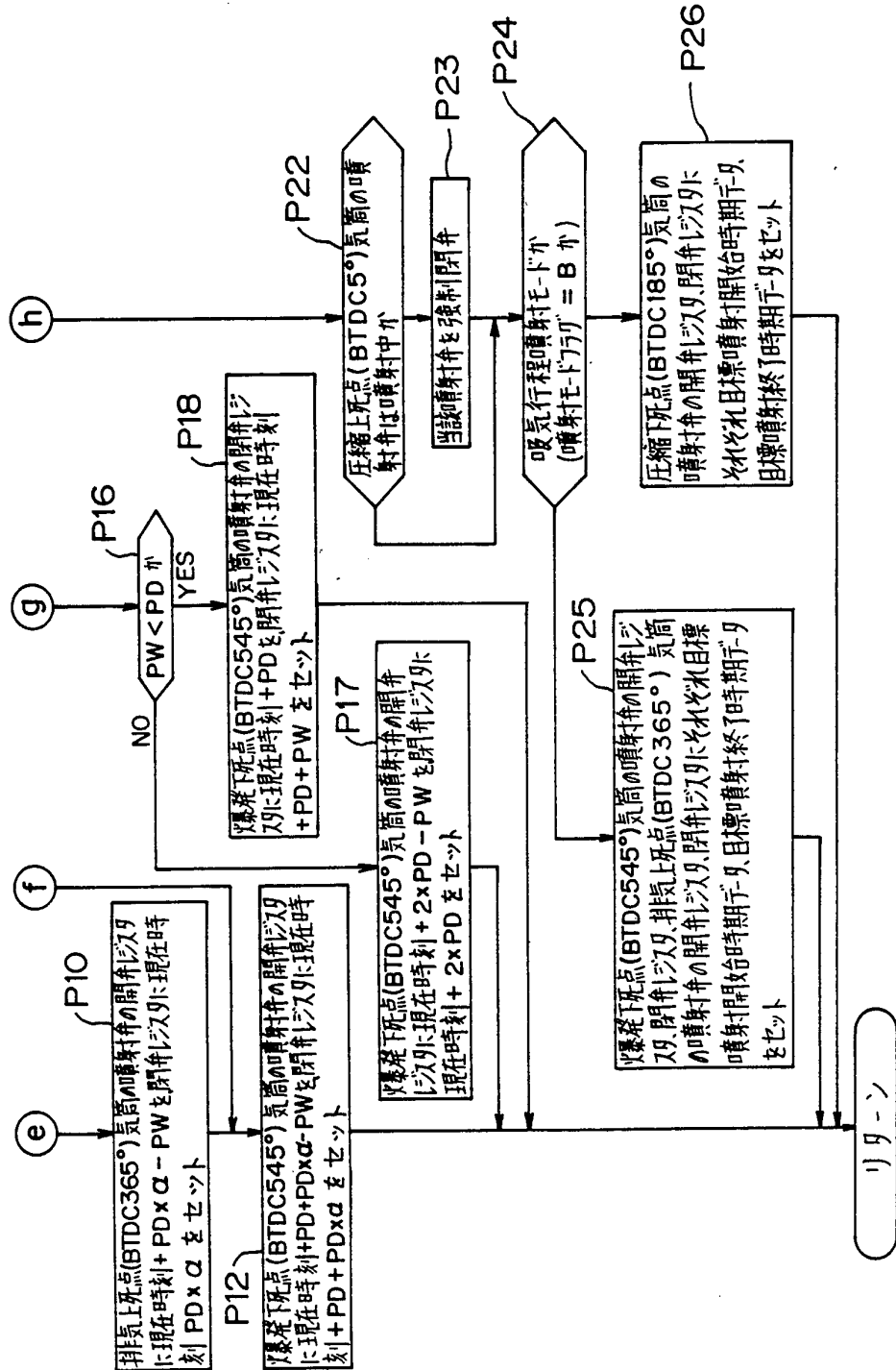


FIG. 18

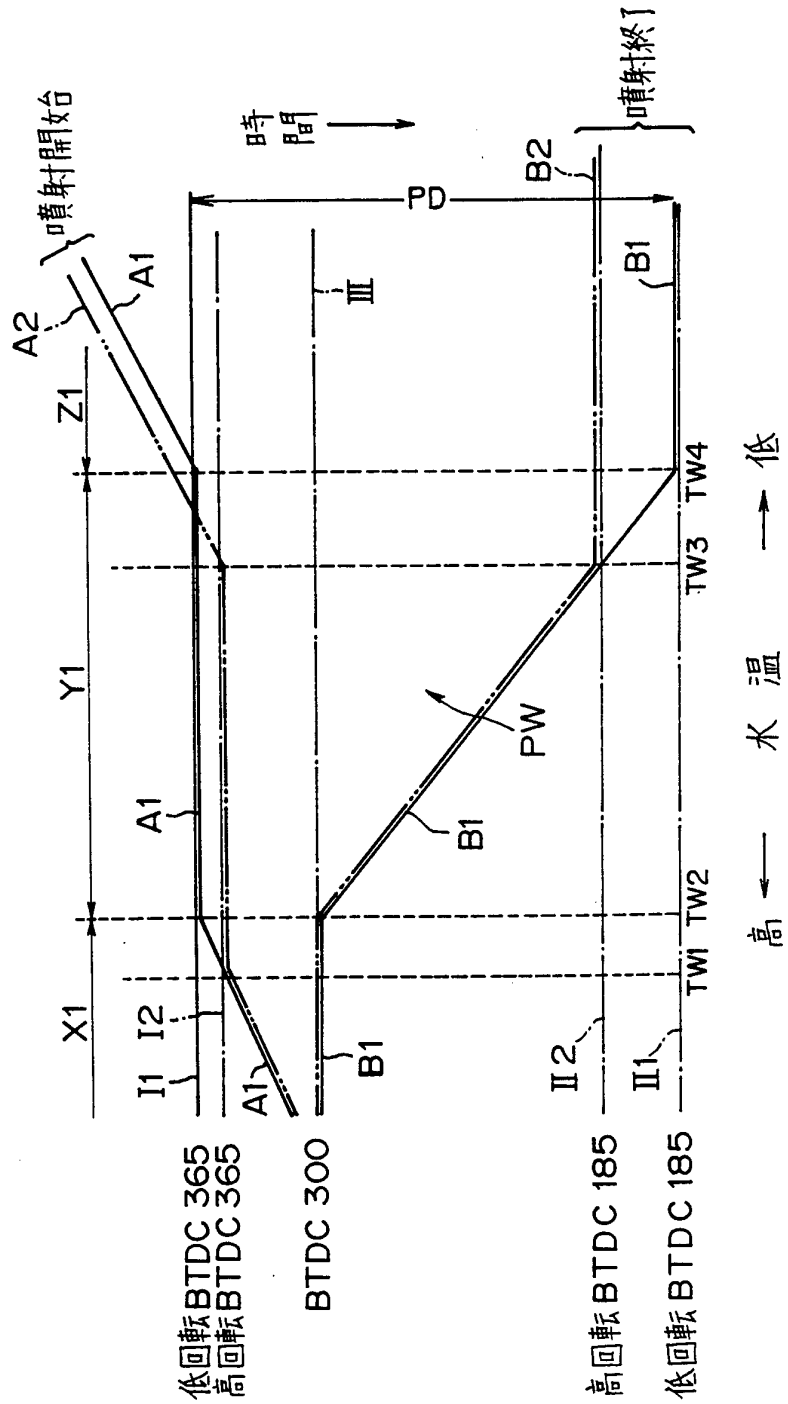


FIG. 19

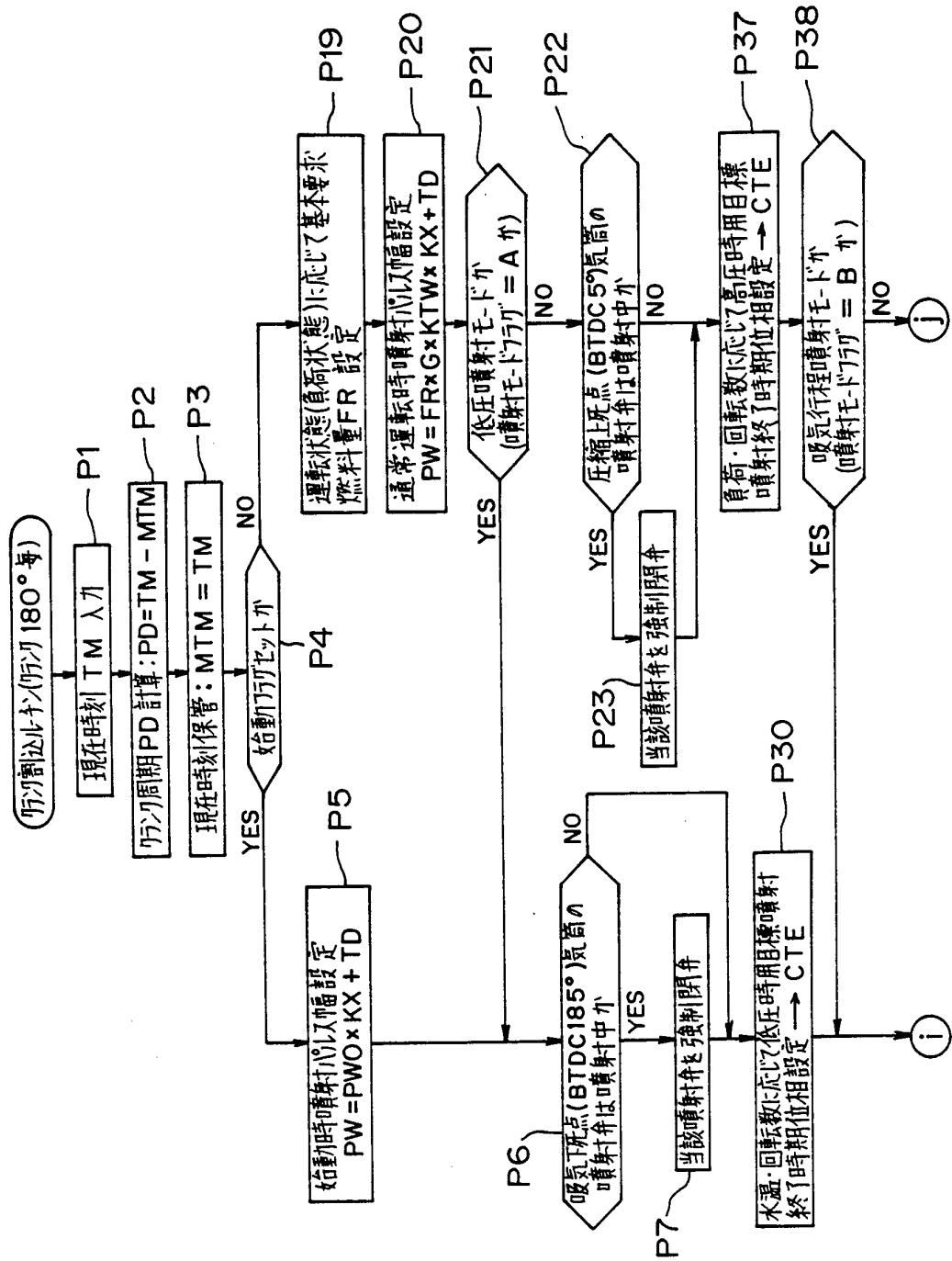
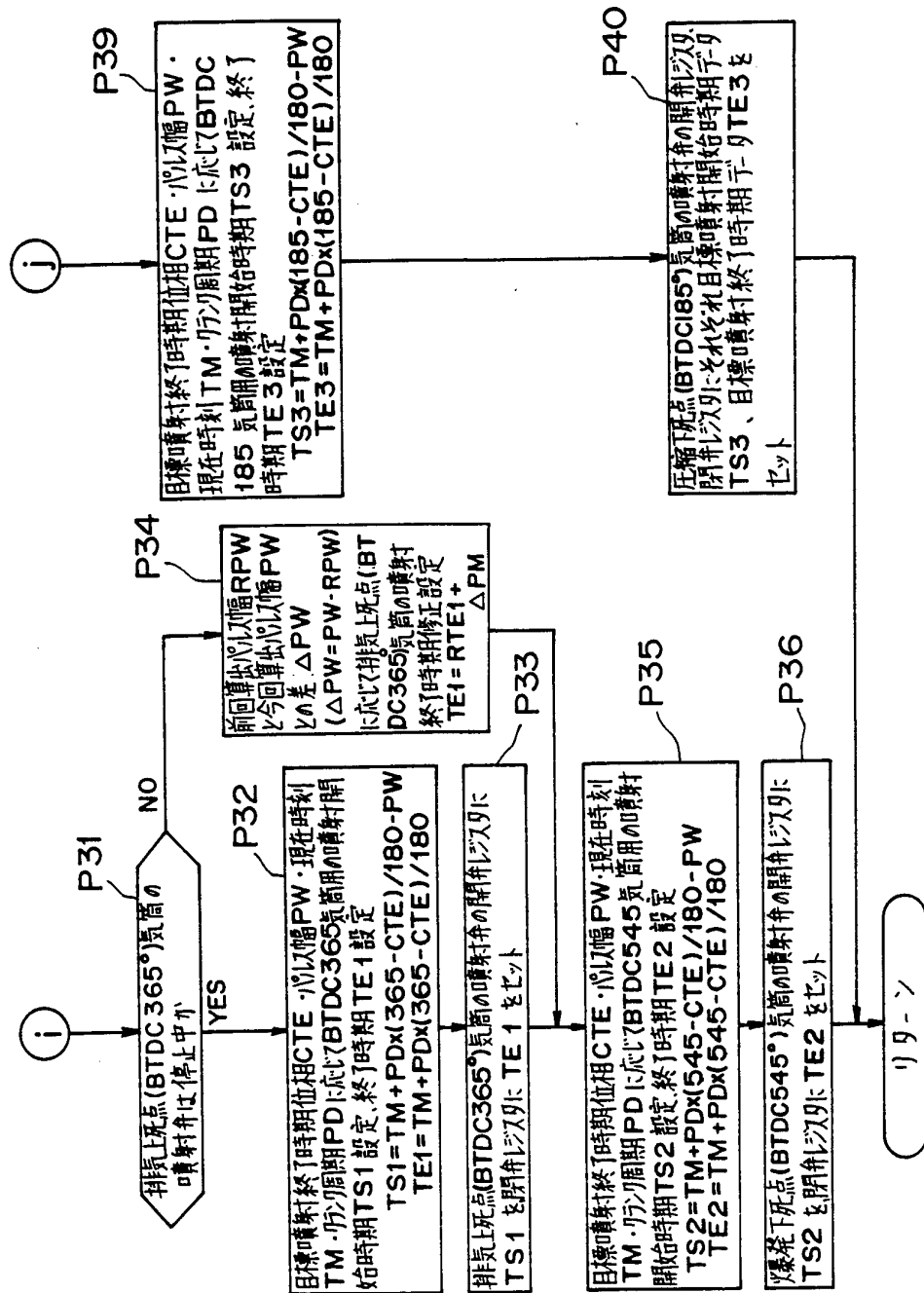


FIG. 20



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01391

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> F02D41/04, F02D41/06, F02M37/08

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<sup>6</sup> F02D41/04, F02D41/06, F02M37/08

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, 05-149168, A (Fuji Heavy Industries Ltd.), June 15, 1993 (15. 06. 93) (Family: none) Claim 1; paragraph Nos. 0005 to 0007, 0014 to 0016, 0021	1
Y	JP, 05-1837, U (Fuji Heavy Industries Ltd.), January 14, 1993 (14. 01. 93) (Family: none) Claim 1	1
Y	JP, 02-23250, A (Toyota Motor Corp.), January 25, 1990 (25. 01. 90) (Family: none) Claim 1; page 1, lower right column, line 14 to page 2, upper left column, line 7; page 3, lower left column, lines 10 to 16	1
Y	JP, 59-65945, U (Nissan Motor Co., Ltd.), May 2, 1984 (02. 05. 84) (Family: none) Claim 1	1



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 16, 1996 (16. 08. 96)

Date of mailing of the international search report  
August 27, 1996 (27. 08. 96)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office  
Facsimile No.

Authorized officer  
Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> F 0 2 D 4 1 / 0 4、F 0 2 D 4 1 / 0 6、F 0 2 M 3 7 / 0 8

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. Cl<sup>6</sup> F 0 2 D 4 1 / 0 4、F 0 2 D 4 1 / 0 6、F 0 2 M 3 7 / 0 8

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	J P, 05-149168, A (富士重工業株式会社), 15. 6月. 1993 (15. 06. 1993) (ファミリーなし), 請求項1, 段落番号0005-段落番号0007, 段落番号0014-0016, 段落番号0021	1
Y	J P, 05-1837, U (富士重工業株式会社), 14. 1月. 1993 (14. 01. 1993) (ファミリーなし), 請求項1	1
Y	J P, 02-23250, A (トヨタ自動車株式会社), 25. 1月. 1990 (25. 01. 1990) (ファミリーなし), 請求項1, 第1頁右下欄14行-第2頁左上欄7行, 第3頁左下欄10行-16行	1
Y	J P, 59-65945, U (日産自動車株式会社), 02, 5月, 1984 (02, 05, 1984) (ファミリーなし), 請求項1	1

C欄の続きにも文献が列举されている。

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  
16. 08. 96

国際調査報告の発送日 **27.08.96**

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
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)  
村上 哲 印  
3 G 9 0 3 9  
電話番号 03-3581-1101 内線 3355