PCT

世界知的所有権機関
国際事務局
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 1/18, 41/40, F02M 41/12

A1

(11) 国際公開番号 WO97/02416

(43) 国際公開日 1997年1月23日(23.01.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01768

(22) 国際出願日 1996年6月26日(26.06.96)

(30) 優先権データ
特願平7/166710 1995年6月30日(30.06.95) 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）
栂井一英(TOGAI, Kazuhide)[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)
(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 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

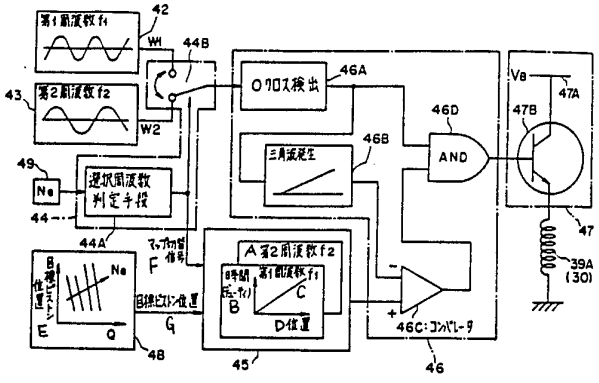
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: FUEL INJECTION TIMING CONTROL DEVICE FOR AN ENGINE

(54)発明の名称 エンジンの燃料噴射時期制御装置

(57) Abstract

A device for controlling the fuel injection timing of an engine by adjusting the position of a timer piston by means of a solenoid valve, wherein a first frequency signal (W1) or a second frequency signal (W2) whose frequency is lower than that of the first frequency signal (W1) is selectably output by a frequency signal swtiching means (44) based on an engine speed (Ne) detected by an engine speed detecting means (49) with reference to pre-set signal switching engine revolution speeds (N_1, N_2, N_3, N_4, N_5), and a timer control solenoid valve (39) is duty-controlled by a control means (46) in accordance with the engine running condition at a driving frequency based on this outputted frequency signal, the signal switching engine revolution speeds (N_1, N_2, N_3, N_4, N_5) at this time being set to values which are different by first predetermined revolution speeds (U_1, U_2, U_3, U_4, U_5) from an engine revolution speed where the resonance is generated relative to a first frequency (f_1) and different by second predetermined revolution speeds (L_1, L_2, L_3, L_4, L_5) from an engine revolution speed where the resonance is generated relative to a second frequency (f_2). Due to this, the fluctuation phenomenon of timer piston in the vicinity of the resonating point is positively restricted.



42, C ... first frequency f_1
43, A ... second frequency f_2
44A ... selected frequency judging means
46A ... 0 close detection
46B ... triangle wave generation
46C ... comparator
B ... time (duty)
D ... position
E, G ... target piston position
F ... map switching signal

（５７）要約

本発明は、電磁弁でタイマピストンの位置を調整して燃料噴射時期を制御するエンジンの燃料噴射時期制御装置に関し、周波数信号切換手段（４４）で、予め設定された信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_2，N_3，N_4，N_5）を基準にエンジン回転速度検出手段（４９）で検出されたエンジン回転速度（Ｎｅ）に基づき、第１周波数信号（Ｗ１）と第１周波数信号（Ｗ１）よりも周波数の低い第２周波数信号（Ｗ２）とを切り換えて出力し、制御手段（４６）で、この出力された周波数信号に基づく駆動周波数でエンジン運転状態に応じてタイマ制御電磁弁（３９）をデューティ制御し、この際の信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_2，N_3，N_4，N_5）は、第１の周波数（f_1）に関して上記共振が発生するエンジン回転速度から第１の所定回転速度差（U_1，U_2，U_3，U_4，U_5）で、かつ第２の周波数（f_2）に関して上記共振が発生するエンジン回転速度から第２の所定回転速度差（L_1，L_2，L_3，L_4，L_5）となる値に設定する。このため、上記共振点の近傍でのタイマピストンの揺らぎ現象が確実に抑制される。

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

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

明　細　書

エンジンの燃料噴射時期制御装置

技術分野

本発明は、ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプの制御に用いて好適のエンジンの燃料噴射時期制御装置に関し、特に、電磁弁を通じてタイマピストンの位置を調整することで燃料噴射時期を制御しうる、エンジンの燃料噴射時期制御装置に関する。

背景技術

ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプには、ＦＩＧ．４に示すような構成のものがある。このＦＩＧ．４に示す燃料噴射ポンプは、いわゆる電子制御式の分配型燃料噴射ポンプであり、ＦＩＧ．４において、１０はポンプ本体であり、ポンプ本体１０の内部には、ベーン式のフィードポンプ１１がそなえられている。ここでは、フィードポンプ１１については、本来の側面図に並べて９０°だけ図示角度を変えた正面図についても示している。

このフィードポンプ１１は、エンジンの回転で作動するドライブシャフト１２で回転駆動されて、燃料タンクからの燃料を圧送する。このフィードポンプ１１から出力された燃料は、ポンプ本体１０の内部のポンプ室１３に送られて、ポンプ室１３から通路１４を通って燃料圧送用プランジャ１５へと送給される。通路１４には燃料カット用マグネットバルブ１６が介装される。

プランジャ１５は、ポンプ本体１０に形成されたプランジャ室１７内を進退しながら、内部に形成された連通口１７Ａを介して、通路１４か

らの燃料を通路１８からデリバリバルブ１９へと供給する。このようなプランジャ１５の進退駆動は、プランジャ１５の一端に結合されたカムディスク２０の作用により行なわれる。

つまり、プランジャ１５及びカムディスク２０は、ドライブシャフト１２でエンジン回転に応じて回転駆動される。また、カムディスク２０は、プランジャ１５を介してスプリング２１で付勢されることで、ローラホルダ２２に軸支されたローラ２３に当接している。なお、ローラホルダ２２は、ドライブシャフト１２の軸心線方向へは移動せず、また、通常時（後述する回転位相の調整時以外）はドライブシャフト１２の軸心回りに回転することはない。これにより、カムディスク２０は、そのカムプロフィルに応じてローラ２３に排動されながら、軸方向へ移動する。このようにして、プランジャ１５が進退して、所要のタイミングで燃料の供給を行なうのである。

なお、通路１８，デリバリバルブ１９は各気筒毎に設けられている。例えば４気筒エンジンの場合には、通路１８，デリバリバルブ１９も４つ設けられることになる。

また、ローラ２３は、ＦＩＧ．５に示すように、ローラホルダ２２に複数（ここでは、４つ）設けられており、カムディスク２０のカムプロフィルもこれに応じたものになっている。これにより、カムディスク２０が１回転するとプランジャ１５は４回駆動されることになり、この４回のプランジャ１５の作動に応じて、例えば４つの気筒のそれぞれに順に燃料が供給されるようになる。

なお、燃料の噴射量制御のために、プランジャ１５の外周を進退してプランジャ１５の圧送ストロークを調整するコントロールスリーブ２４と、このコントロールスリーブ２４を駆動するガバナ（ここではエレクトリックガバナ）２５とが設けられている。

さらに、ＦＩＧ．４中、２６はレギュレータバルブ、２７はドライブシャフト１２の回転速度を検出するセンシングギヤプレート、２８は燃料温度センサであり、２９はポンプ室１３内の過剰な燃料を燃料タンクへ戻すオーバフローバルブであって、チェックバルブをそなえている。

ところで、このような燃料噴射ポンプでは、燃料の噴射タイミングを制御するために、タイマ３０が設けられている。タイマ３０には、ローラ２３の回転方向位置を変更するタイマピストン３１がそなえられている。なお、このタイマピストン３１についても、便宜上、９０°だけ図示角度を変えた正面図で示している。

このタイマピストン３１は、ＦＩＧ．４，ＦＩＧ．５（Ａ），ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すように、ポンプ本体１０に形成されたシリンダ３２内で進退しながら、ピストンピン３３を通じてローラホルダ２２を微小回転させる。

つまり、タイマピストン３１は、中間部にピストンピン３３をピン結合され、その一端にはポンプ室１３内の燃料圧を導かれる第１圧力室３４が設けられ、他端には吸入側燃料圧（フィードポンプ１１の上流側の燃料圧）を導かれる第２圧力室３５が設けられる。

また、タイマピストン３１には、ポンプ室１３と第１圧力室３４とを連通する通路３６が設けられ、この通路３６にはオリフィス３７が介設されている。さらに、第２圧力室３５内には、タイマピストン３１を一端側（第１圧力室３４方向）へ付勢するタイマスプリング３８がそなえられる。

そして、第１圧力室３４内の燃料圧と、第２圧力室３５内の燃料圧及びタイマスプリング３８の付勢力とのバランスによって、タイマピストン３１の位置が決定する。例えばＦＩＧ．５（Ａ）に示す状態よりも第１圧力室３４内の燃料圧が高くなると、ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すように、

タイマピストン３１が図中左方へ移動するが、この時には、燃料噴射タイミングは進角側へ調整される。逆に、第１圧力室３４内の燃料圧が低くなると、タイマピストン３１が図中右方へ移動して、燃料噴射タイミングは遅角側へ調整される。

例えば、エンジンの回転速度が高まると、フィードポンプ１１からの出力圧が高まって、ポンプ室１３内の燃料圧も高まり、第１圧力室３４が高圧になる。したがって、タイマピストン３１が図中左方へ移動して、燃料噴射タイミングが進角側へ調整されることになる。

さらに、このポンプの場合、ＦＩＧ．４に示すように、第１圧力室３４側と第２圧力室３５側との圧力バランスを調整しうるタイミングコントロールバルブ（ＴＣＶ）３９が設けられており、様々なパラメータに基づいて燃料噴射タイミングを調整しうるようになっている。

つまり、タイミングコントロールバルブ３９は、電子制御式の電磁弁であり、デューティ制御によりその開度（単位時間当たりの開弁時間）を調整される。したがって、タイミングコントロールバルブ３９をデューティ制御することで、バルブ３９の開度に応じて第１圧力室３４側と第２圧力室３５側との圧力差が適宜調整（ここでは減少側へ調整）され、タイマピストン３１の位置が調整されることになり、この結果、燃料噴射タイミングが調整される。

このようなタイミングコントロールバルブ３９の駆動は、図示しないタイミングコントロールバルブドライバ（ＴＣＶドライバ）により行なわれるが、このＴＣＶドライバは、図示しないコントローラにより目標燃料噴射量Ｑやエンジン回転速度（即ち、単位時間当たりのエンジン回転数、以下、エンジン回転数という）Ｎｅに応じて作動を制御される。

ところで、タイミングコントロールバルブ３９をデューティ制御する場合、一定の周波数で駆動電流パルスを発しながら制御を行なうことに

なるが、この時の駆動周波数がエンジンの回転数の整数倍に近づくと、燃料噴射時期が変動することがある。この現象は「揺らぎ」と呼ばれ、この「揺らぎ」は、近接した異なる２つの周波数の干渉により生じるいわゆる「うなり」の現象と考えられる。

例えばＦＩＧ．６は、この揺らぎ現象に関する実験データを示し、エンジン回転数Ｎｅを１８００ｒｐｍの近傍とし、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数を６０Ｈｚとした条件下での実験結果を示している。ＦＩＧ．６において、横軸が時間、縦軸がタイマピストン３１の位置（ＴＰＳ）であり、曲線ＳがＴＰＳの変動特性を示しているが、ＴＰＳが比較的長周期（約１秒）で振動していることがわかる。

これは、エンジン回転数Ｎｅが正確に１８００ｒｐｍ（＝３０Ｈｚ）であれば、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数６０Ｈｚは丁度エンジン回転数Ｎｅの２倍になるが、エンジン回転数Ｎｅが１８００ｒｐｍに近いが正確に１８００ｒｐｍではないために、こうした「うなり」のような現象が生じるものと考えられる。

そこで、エンジン回転数Ｎｅを１７７０ｒｐｍ（＝２９．５Ｈｚ）としてタイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数を６０Ｈｚとした場合をシミュレーションしてみると、ＦＩＧ．７に示すように、上述のＦＩＧ．６に示す実験結果とほぼ同様の特性が現れる。

このような揺らぎ現象の原因は、オリフィス３７が一定に作用し且つタイミングコントロールバルブ３９の開度が一定のときには、タイマピストン３１の両端の差圧により、各圧力室３４，３５での燃料の流入出即ちタイマピストン３１の位置が支配される。したがって、差圧変動が揺らぎ（即ち、タイマピストン３１の変位）の原因と考えられる。

そこで、さらに、差圧変動の要因を考えると、ポンプ室１３の圧力変動、及び、タイマピストン３１のシリンダ３２内の圧力変動が考えられ

る。

このうち、ポンプ室１３の圧力変動は、フィードポンプ１１の吐出圧の変動によるものや、プランジャ１５の燃料圧送スピルによるもの等が考えられる。また、タイマピストンシリンダ３２内の圧力変動は、カムディスク２０がローラ２３を乗り越える時の反力がピストンピン３３を通じて伝達されることによるものや、タイマピストン３１の質量とタイマスプリング３８の弾性特性とによる共振によるものなどが考えられる。

これらのなかでも、特に、影響が大きいものが、カムディスクの乗り越え時の反力である。この反力は、カムディスクの乗り越え時にタイマピストン３１の動きにより、タイマピストン３１の両端（即ち、両圧力室３４，３５）の流入圧がともに変動するため、単純に考えると、ポンプ室１３の圧力変動の２倍の影響がある。しかも、タイマピストン３１に作用する強制圧自体も変動が大きいため、最も影響が大きいと言える。なお、このカムディスクの乗り越え時の反力は、４気筒エンジンの場合、エンジン回転数Ｎｅの２倍の周波数をもち、振幅はほぼ一定である。

このような揺らぎ現象を回避するには、以下のような手段が考えられる。

（１）つまり、ＦＩＧ．８中の直線Ｌ１，Ｌ２，Ｌ３に示すように、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数をエンジン回転との共振点、即ちエンジン回転数Ｎｅ，又はエンジン回転数Ｎｅの２倍値（＝２Ｎｅ），又はエンジン回転数Ｎｅの４倍値（＝４Ｎｅ）と完全に同期させる。この技術は、例えば特公昭６３－８２９８号公報に開示されている。

（２）ＦＩＧ．８中の破線Ｌ４に示すように、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数をエンジン回転数Ｎｅに対して鋸刃状に変更しながら、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン

回転との共振点、即ちエンジン回転数Ｎｅや２Ｎｅや４Ｎｅに接近しないようにする。この技術は、例えば特公平１－１９０５９号公報に開示されている。

これらの手段は、ＦＩＧ．９に示すように、タイミングコントロールバルブとエンジンとの周波数差が離れるほど、揺らぎ（ピストン振幅）が減少するという特性による。ＦＩＧ．９中、Ｎｅを付す特性は０．５次共振点の近傍、即ち、タイミングコントロールバルブの駆動周波数をエンジン回転数Ｎｅの近傍にした場合のもので、２＊Ｎｅを付す特性は１次共振点の近傍、即ち、タイミングコントロールバルブの作動周波数をエンジン回転数Ｎｅの２倍の近傍にした場合のもので、４＊Ｎｅを付す特性は２次共振点の近傍、即ち、タイミングコントロールバルブの作動周波数をエンジン回転数Ｎｅの４倍の近傍にした場合のものである。

（１）の解決手段に着目すると、上述の特公昭６３－８２９８号公報は、燃料フィード圧に基づいて、開閉弁（タイミングコントロールバルブ）の作動周波数を機関回転数の整数倍（例えば２倍）となるように制御することで、開閉弁の作動周期を燃料フィード圧の圧力変動周期と同期させて、燃料フィード圧の圧力変動を減少させ、燃料噴射時期を精度よく制御しようとする技術である。

しかしながら、この技術では、燃料フィード圧を検出してこの圧力に基づいて開閉弁の作動を制御するため、以下のような不具合がある。

ます、上述のゆらぎ現象に対しては、燃料フィード圧の影響は比較的小さいので、燃料フィード圧に基づいた制御は必ずしも適切ではない。

また、燃料噴射時期が変化するごとに開閉弁の駆動開始時期も変化するため、開閉弁の駆動終了時期（即ち、デューティ幅）の設定が複雑になる。逆に、開閉弁の駆動終了時期を回転位相に同期させようとすると開閉弁の駆動開始時期を正しく設定できないので開閉弁の開度制御（即

ち、デューティ制御）を行なえない。

さらに、機関のクランク角に対して、検出した燃料フィード圧情報に基づく信号を同期させるのに工夫が必要になる。これは、燃料フィード圧の立ち上がりは噴射時期に同期するがクランク角とは関連なく、また、燃料フィード圧の立ち下がりは噴射量に依存するがやはりクランク角とは関連ないためである。

また、（２）の技術は、複数の駆動周波数をエンジン回転数（回転速度）に応じて選択するが、駆動周波数の切替ポイントを適切に設定しないと揺らぎ現象の抑制効果を確実に得ることはできない。

例えば、ＦＩＧ．８の直線Ｌ２近傍の１次共振領域内の切替ポイントＰ１では、タイミングコントロールバルブの駆動周期とエンジン回転数とが１次共振領域に接近するので、前述の揺らぎ現象が大きく現れ易い。これは、１次共振の領域では、揺らぎによるピストン振幅が大きくなるためである。

つまり、ＦＩＧ．９に２＊Ｎｅの特性線で示すように、１次共振付近でのピストン振幅は、０．５次共振（特性線Ｎｅ）の付近でのものに比べるとほぼ２倍以上も大きく、また、２次共振（特性線４＊Ｎｅ）の付近でのものに比べるとほぼ４倍以上も大きくなる。

このようにピストン振幅が大きいと、それだけ燃料噴射時期の制御精度も低下してしまうので、特に、１次共振の領域での揺らぎ現象を回避できるようにすべきであるが、従来の技術では、このように１次共振の領域の揺らぎ対策について特別には考えられておらず、揺らぎ現象の抑制効果を確実に得るまでには至っていない。

なお、特開平１－３０００３７号，特開平４－３４７３４６号，特公平３－２５６２６号の各公報にも、ディーゼルエンジン等のエンジンの燃料噴射時期制御に関する技術が開示されているが、これらの技術は、

上述のような揺らぎ現象に関して具体的に着目しておらず、また、かかる揺らぎ現象を適切に回避しうるものではない。

本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、電磁弁を通じてタイマピストンの位置を調整することで燃料噴射時期を制御しうる装置において、揺らぎ現象の抑制効果を確実に得られるようにして燃料噴射時期を適切に制御できるようにした、エンジンの燃料噴射時期制御装置を提供することを目的とする。

発明の開示

このため、本発明のエンジンの燃料噴射時期制御装置は、供給される油圧に応じてタイマピストンを移動させることにより燃料噴射弁から噴射されるエンジンの燃料噴射時期を変更するタイマと、上記エンジンの運転状態に応じて設定されたデューティ比を有する駆動信号で開閉することにより上記タイマに供給される油圧を調整するタイマ制御用電磁弁とを備え、上記タイマ制御用電磁弁による駆動と上記エンジンの回転に伴う変動との間で上記タイマピストンに生じる共振を、上記タイマ制御用電磁弁の駆動信号の周波数の変更により防止する、エンジンの燃料噴射制御装置において、第1の周波数を有する信号を発生して出力する第1周波数信号発生手段と、上記第1の周波数よりも低い第2の周波数を有する信号を発生して出力する第2周波数信号発生手段と、上記エンジンの回転速度を検出するエンジン回転速度検出手段と、同エンジン回転速度検出手段によって検出されたエンジン回転速度に基づき、上記第1周波数信号発生手段から出力された上記第1周波数信号と、上記第2周波数信号発生手段から出力された上記第2周波数信号とを切り換えて出力する周波数信号切換手段と、上記周波数信号切換手段から出力された周波数信号に基づく駆動周波数を有すると共に、上記エンジンの運転状

態に応じて設定されたデューティ比を有する駆動信号を用いて上記タイマ制御電磁弁を制御する制御手段とを備え、上記周波数信号切換手段が、予め設定された信号切換用エンジン回転速度に基づき上記第1周波数信号と上記第2周波数信号とを切り換えるように構成され、上記信号切換用エンジン回転速度が、上記第1の周波数に関して上記共振が発生するエンジン回転速度から第1の所定回転速度差で、かつ上記第2の周波数に関して上記共振が発生するエンジン回転速度から第2の所定回転速度差となる値に設定されていることを特徴としている。

このような構成により、燃料噴射弁からの燃料噴射時期は、タイマがタイマピストンを移動させることで調整されるが、この際、タイマピストンは、デューティ制御されるタイマ制御用電磁弁により供給油圧を調整されながら作動する。タイマピストンには、タイマ制御用電磁弁により周期的に駆動力が加わるとともにエンジンの回転に伴う圧力変動も加わり、これらのタイマ制御用電磁弁による駆動とエンジンの回転に伴う変動（圧力変動）との間で共振を生じるため、タイマ制御用電磁弁の駆動信号の周波数の変更によりこのような共振状態を防止する。

つまり、周波数信号切換手段が、第1周波数信号発生手段から出力された第1周波数信号と第2周波数信号発生手段から出力された第2周波数信号とを、予め設定された信号切換用エンジン回転速度に基づき、エンジン回転速度検出手段によって検出されたエンジン回転速度に応じて切り換えて出力し、制御手段が、この出力された周波数信号に応じてタイマ制御用電磁弁の駆動を制御する。

ここで、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記第1の周波数に関して上記共振が発生するエンジン回転速度から第1の所定回転速度差で、かつ上記第2の周波数に関して上記共振が発生するエンジン回転速度第2の所定回転速度差となる値に設定されているので、エンジン回転速度

が第１の周波数又は第２の周波数に近づいた場合のタイマピストンの揺らぎ（うなり）や共振を回避しうるようになる。これにより、タイマピストンの揺らぎに起因した燃料噴射時期の変動を抑制することができ、燃料噴射時期の制御を精度良く行なえるようになるため、エンジン性能の向上に寄与する。

なお、第１の所定回転速度差と第２の所定回転速度差とは、異なるものであってもよく、同一のものであってもよい。

また、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と、上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられるものであって、上記周波数信号切換手段は、上記信号切換用エンジン回転速度よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度よりも上記２次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号を出力するものであることが好ましい。

これにより、１次共振領域及び２次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を回避しうるようになる。

この場合、好ましくは、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記第１の周波数に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第２の周波数に関して上記２次共振が生じる２次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定する。

これにより、揺らぎや共振の抑制要求の比較的高い１次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を効率よく回避しうるようになる。

また、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記共振が０．５次共振となるエンジン回転速度領域であるところの０．５次共振領域と、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領

域との間に設けられるものであって、上記周波数信号切換手段は、上記信号切換用エンジン回転速度よりも上記０．５次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号を出力するものであることが好ましい。

これにより、１次共振領域及び０．５次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を回避しうるようになる。

この場合、好ましくは、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記第２周波数に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第１の周波数に関して上記０．５次共振が生じる０．５次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定する。

これにより、揺らぎや共振の抑制要求の比較的高い１次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を効率よく回避しうるようになる。

また、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記第１の周波数に関してＮ次共振が生じる第１のＮ次共振エンジン回転速度と上記第２の周波数に関してＮ次共振が生じる第２のＮ次共振エンジン回転速度との間にあって、上記周波数信号切換手段は、上記信号切換用エンジン回転速度よりも低回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度よりも高回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号を出力するものであることが好ましい。

これにより、Ｎ次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を確実に回避しうるようになる。

この場合、好ましくは、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記第２のＮ次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第１のＮ次共振

エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定する。

これにより、同次共振領域の場合、駆動周波数の低い第２周波数信号を駆動周波数の高い第１の第１周波数よりもエンジン回転速度差に関する余裕を大きくとることになり、より大きな振幅で発生しやすい、駆動周波数の低い場合の揺らぎや共振を効果的に抑制することができる。

なお、上記Ｎは、整数又は０．５が好ましい。

また、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられる第１の信号切換用エンジン回転速度と、上記共振が０．５次共振となるエンジン回転速度領域であるところの０．５次共振領域と上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域との間に設けられる第２の信号切換用エンジン回転速度とを有し、上記周波数信号切換手段は、上記第１の信号切換用エンジン回転速度よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域及び上記第２の信号切換用エンジン回転速度よりも上記０．５次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号を出力し、上記第１の信号切換用エンジン回転速度よりも上記２次共振領域側のエンジン回転速度領域及び上記第２の信号切換用エンジン回転速度よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号を出力するものであることが好ましい。

これにより、１次共振領域及び０．５次共振領域及び２次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を回避しうるようになる。

この場合、さらに好ましくは、上記第１の信号切換用エンジン回転速度は、上記第１の周波数に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第２の周波数に関して上記２次共振

が生じる２次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定し、上記第２の信号切換用エンジン回転速度は、上記第２の周波数に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第１の周波数に関して上記０．５次共振が生じる０．５次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定する。

これにより、揺らぎや共振の抑制要求の比較的高い１次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を効率よく回避しながら、１次共振領域とともに、０．５次共振領域及び２次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を回避しうるようになる。

また、上記信号切換用エンジン回転速度は、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と、上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられる第１の信号切換用エンジン回転速度と、上記共振が０．５次共振となるエンジン回転速度領域であるところの０．５次共振領域と、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域との間に設けられる第２の信号切換用エンジン回転速度と、上記第１の周波数に関して０．５次共振が生じる第１の０．５次共振エンジン回転速度と上記第２の周波数に関して０．５次共振が生じる第２の０．５次共振エンジン回転速度との間に設けられる第３の信号切換用エンジン回転速度と、上記第１の周波数に関して１次共振が生じる第１の１次共振エンジン回転速度と上記第２の周波数に関して１次共振が生じる第２の１次共振エンジン回転速度との間に設けられる第４の信号切換用エンジン回転速度と、上記第１の周波数に関して２次共振が生じる第１の２次共振エンジン回転速度と上記第２の周波数に関して２次共振が生じる第２の２次共振エンジン回転速度との間に設けられる第５の信号切換

用エンジン回転速度とからなり、上記周波数信号切換手段は、上記第3の信号切換用エンジン回転速度と上記第2の信号切換用エンジン回転速度との間のエンジン回転速度領域、及び上記第4の信号切換用エンジン回転速度と上記第1の信号切換用エンジン回転速度との間のエンジン回転速度領域では上記第2周波数信号を出力し、上記第2の信号切換用エンジン回転速度と上記第4の信号切換用エンジン回転速度との間のエンジン回転速度、及び上記第1の信号切換用エンジン回転速度と上記第5の信号切換用エンジン回転速度との間のエンジン回転速度領域では上記第1周波数信号を出力するものであることが好ましい。

これにより、1次共振領域及び0．5次共振領域及び2次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を確実に回避しうるようになる。

この場合、好ましくは、上記第1の信号切換用エンジン回転速度は、上記第1の周波数に関して上記1次共振が生じる1次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第2の周波数に関して上記2次共振が生じる2次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定し、上記第2の信号切換用エンジン回転速度は、上記第2の周波数に関して上記1次共振が生じる1次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第1の周波数に関して上記0．5次共振が生じる0．5次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定し、上記第3の信号切換用エンジン回転速度は、上記第2の0．5次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第1の0．5次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定し、上記第4の信号切換用エンジン回転速度は、上記第2の1次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第1の1次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定し、上記第5の信号切換用エンジン回転速度は、上記第2の2次共振エンジン回転速度との回転速度差が、上記第1の2

次共振エンジン回転速度との回転速度差よりも大となるように、設定する。

これにより、揺らぎや共振の抑制要求の比較的高い1次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を効率よく回避しながら、且つ、駆動周波数の低い第2周波数信号を駆動周波数の高い第1周波数信号よりもエンジン回転速度差に関する余裕を大きくとって、より抑制を望まれる駆動周波数の低い場合の揺らぎや共振を効果的に抑制しながら、1次共振領域とともに、0．5次共振領域及び2次共振領域におけるタイマピストンの揺らぎや共振を回避しうるようになる。

さらに好ましくは、上記周波数信号切換手段は、上記第3の信号切換用エンジン回転速度より低回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第1周波数信号を出力するものとする。

これにより、エンジン回転速度の低い領域で、0．5次共振におけるタイマピストンの揺らぎや共振を確実に回避することができる。

さらに好ましくは、上記周波数信号切換手段は、上記第5の信号切換用エンジン回転速度より高回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第2周波数信号を出力するものとする。

これにより、エンジン回転速度の高い領域で、2次共振におけるタイマピストンの揺らぎや共振を確実に回避することができる。

図面の簡単な説明

ＦＩＧ．1は、本発明の一実施例としてのエンジンの燃料噴射時期制御装置の要部構成を示す制御ブロック図である。

ＦＩＧ．2は、本発明の一実施例としてのエンジンの燃料噴射時期制御装置に関するタイマピストンの駆動制御モデルを示す図である。

ＦＩＧ．3は、本発明の一実施例としてのエンジンの燃料噴射時期制

御装置の動作を説明するための図である。

ＦＩＧ．４は、ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプを示す断面図である。

ＦＩＧ．５（Ａ）は、ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプのタイマを示す断面図であり、燃料噴射時期の進角制御の開始前の状態を示す。

ＦＩＧ．５（Ｂ）は、ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプのタイマを示す断面図であり、燃料噴射時期の進角制御後の状態を示す。

ＦＩＧ．６は、本発明の課題である揺らぎ現象に関する実験データを示すグラフである。

ＦＩＧ．７は、本発明の課題である揺らぎ現象に関するシミュレーション結果を示すグラフである。

ＦＩＧ．８は、タイミングコントロールバルブの駆動周波数とエンジン回転との関係を示すとともに、従来の技術を示す図である。

ＦＩＧ．９は、タイミングコントロールバルブの駆動周波数とエンジン回転との周波数差と、揺らぎ現象によるタイマピストンの振幅の特性をタイミングコントロールバルブの駆動周波数毎に示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面により、本発明の実施例について説明する。

ＦＩＧ．１～ＦＩＧ．３は本発明の一実施例としてのエンジンの燃料噴射時期制御装置を示すものであるが、このエンジンの燃料噴射時期制御装置は、従来技術として既に説明したように、ＦＩＧ．４，ＦＩＧ．５（Ａ），ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すような電子制御式の分配型燃料噴射ポンプに適用される。そこで、ＦＩＧ．４，ＦＩＧ．５（Ａ），ＦＩＧ．５（Ｂ）を参照して、この分配型燃料噴射ポンプから簡単に説明する。

本エンジンの燃料噴射時期制御装置をそなえる燃料噴射ポンプは、Ｆ

ＩＧ．４に示すように、ポンプ本体１０の内部に、エンジン駆動のドライブシャフト１２で回転駆動されるベーン式フィードポンプ１１をそなえ、このフィードポンプ１１で、燃料タンクからの燃料をポンプ本体１０の内部のポンプ室１３に圧送し、更に、通路１４を経て燃料圧送用プランジャ１５へと送給するようになっている。通路１４には、燃料カット用マグネットバルブ１６が設けられる。

プランジャ１５はプランジャ室１７内を進退するが、このプランジャ１５の位置に応じて、通路１４側の燃料をプランジャ室１７に吸入して、連通口１７Ａを介して通路１８からデリバリバルブ１９へと圧送するようになっている。なお、通路１８，デリバリバルブ１９は各気筒毎に設けられている。また、プランジャ１５は、その一端に結合されたカムディスク２０を通じて進退駆動されるようになっている。

すなわち、カムディスク２０は、プランジャ１５に装着されたスプリング２１でローラホルダ２２に軸支されたローラ２３に付勢されており、プランジャ１５及びカムディスク２０がドライブシャフト１２で回転駆動されると、カムディスク２０は、そのカムプロフィルに応じてローラ２３に排動されながら、軸方向へ移動して、プランジャ１５を進退させて、所要のタイミングで燃料の供給を行なうようになっている。

ローラ２３は、ＦＩＧ．５（Ａ），ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すように、ローラホルダ２２に複数（ここでは、４つ）設けられており、カムディスク２０のカムプロフィルもこれに応じたものになっている。これにより、カムディスク２０が１回転するとプランジャ１５は４回駆動されることになり、この４回のプランジャ１５の作動に応じて、例えば４つの気筒のそれぞれに順に燃料が供給されるようになっている。

また、燃料の噴射量制御のためのコントロールスリーブ２４，このコントロールスリーブ２４を駆動するガバナ（ここではエレクトリックガ

バナ）２５のほか、レギュレータバルブ２６，ドライブシャフト１２の回転速度（単位時間当たりの回転数）を検出するセンシングギヤプレート２７，燃料温度センサ２８，ポンプ室１３内の過剰な燃料を燃料タンクへ戻すチェックバルブ付きオーバフローバルブ２９も設けられる。

そして、ローラ２３の回転方向位置を変更するために、タイマピストン３１をそなえたタイマ３０が設けられている。タイマピストン３１は、ＦＩＧ．４，ＦＩＧ．５（Ａ），ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すように、ポンプ本体１０に形成されたシリンダ３２内で進退しながら、ピストンピン３３を通じてローラホルダ２２を微小回転させる。

タイマピストン３１は、中間部にピストンピン３３をピン結合され、一端にはポンプ室１３内の燃料圧を導かれる第１圧力室３４が設けられ、他端には吸入側燃料圧（フィードポンプ１１の上流側の燃料圧）を導かれる第２圧力室３５が設けられている。これにより、例えばＦＩＧ．５（Ａ）に示す状態よりも第１圧力室３４内の燃料圧が高くなると、ＦＩＧ．５（Ｂ）に示すように、タイマピストン３１が図中左方へ移動するが、この時には、燃料噴射タイミングは進角側へ調整される。逆に、第１圧力室３４内の燃料圧が低くなると、タイマピストン３１が図中右方へ移動して、燃料噴射タイミングは遅角側へ調整される。

また、タイマピストン３１には、ポンプ室１３と第１圧力室３４とを連通する通路３６が設けられ、この通路３６にはオリフィス３７が介設されている。さらに、第２圧力室３５内には、タイマピストン３１を一端側（第１圧力室３４方向）へ付勢するタイマスプリング３８がそなえられる。

これにより、第１圧力室３４内の燃料圧と、第２圧力室３５内の燃料圧及びタイマスプリング３６の付勢力とのバランスによって、タイマピストン３１の位置が決定するが、このポンプの場合、ＦＩＧ．４に示す

ように、第１圧力室３４側と第２圧力室３５側との圧力バランスを調整しうるタイマ制御用電磁弁としてのタイミングコントロールバルブ（ＴＣＶ）３９が設けられており、様々なパラメータに基づいて燃料噴射タイミングを調整しうるようになっている。

このタイミングコントロールバルブ３９は、電子制御式電磁弁であり、デューティ制御によりその開度（単位時間当たりの開弁時間）を調整されるようになっており、このタイミングコントロールバルブ３９をデューティ制御することで、バルブ３９の開度に応じて第１圧力室３４側と第２圧力室３５側との圧力差が適宜調整（ここでは減少側へ調整）され、タイマピストン３１の位置が調整されることになり、この結果、燃料噴射タイミングが調整されるようになっている。

このようなタイミングコントロールバルブ３９の駆動は、ＦＩＧ．１に示すようなタイミングコントロールバルブソレノイド（ＴＣＶソレノイド）４０Ａへの電流制御により行われるが、この電流制御は、制御手段としてのＥＣＵ（電子制御ユニット）４１により目標燃料噴射量Ｑやエンジン回転速度（単位時間当たりの回転数、以下、エンジン回転速度を単にエンジン回転数という）Ｎｅに応じて作動を制御される。本燃料噴射時期制御装置では、このようなタイミングコントロールバルブ３９の駆動制御に特徴があるが、この説明の前に、ＦＩＧ．２のタイマピストン３１の駆動制御モデルを参照しながら、ＥＣＵ４１を通じて行なうタイマピストン３１の駆動制御を説明する。

タイマピストン３１の位置は、高圧側の第１圧力室３４側に加わる圧力（高圧側の第１圧力室３４と低圧側の第２圧力室３５内との差圧としての圧力）と、低圧側の第２圧力室側から加わるタイマスプリング３８のバネ力との均衡したところに決まる。タイマピストン３１の駆動制御はこのような観点から行なわれる。

つまり、ＦＩＧ．２に示すように、高圧側の第１圧力室３４からタイマピストン３１に作用する圧力方向を正とすると、タイマピストン３１には、高圧側の第１圧力室３４内の圧力Ｐ１〔Ｂ１参照〕と、この第１圧力室３４に作用する元圧変動（フィードポンプ吐出圧の変動する圧力影響）Ｐ３〔Ｂ３参照〕とが正方向に加わり、低圧側の第２圧力室３５内の圧力Ｐ２〔Ｂ２参照〕が負方向に加わる。

また、タイミングコントロールバルブ３９による第１圧力室３４から第２圧力室３５への圧力調整分Ｐｃが、正方向圧力を減少させ〔ａ１参照〕、正方向圧力を増加させる〔ａ２参照〕。

第１圧力室３４へ進入する燃料の流量は、ポンプ室１３側とタイマシリンダ３２側（第１圧力室３４側）との圧力差の平方根に比例し〔Ｂ５参照〕、これにオリフィス３７の流量係数（オリフィス係数）を乗算したものである〔Ｂ６参照〕。同様に、タイマシリンダ３２側（第１圧力室３４側）から流出する燃料量は、シリンダ圧と低圧〔Ｂ２参照〕とのさの平方根に比例するが、この流量は、タイミングコントロールバルブ３９のオン・オフ状態〔Ｂ７参照〕に応じて変化する。タイマピストン３１の位置は、これらのシリンダ３２への燃料の流入出量によって決まる。

このため、タイミングコントロールバルブ３９を制御してタイマシリンダ３２への燃料の流入出量を変えれば、ピストン位置は変化する。そして、エンジン回転数Ｎｅと噴射量Ｑとに対応してタイミングコントロールバルブ３９のオン・オフの割合（即ち、デューティ比）を設定すれば、燃料噴射時期を制御することができ、さらに、実際の燃料噴射時期を検出することによって燃料噴射時期をデューティ制御することもできる。

例えば、ＦＩＧ．２に示すような更なる処理（Ｂ８～Ｂ１５，ａ３～

ａ５，ｄ１，ｄ２）によってタイマピストンを制御することもできる。

そして、ＥＣＵ４１によるタイミングコントロールバルブ３９自体の駆動制御系は、ＦＩＧ．１に示すように構成される。

つまり、ＥＣＵ４１には、第１周波数信号発生手段４２と、第２周波数信号発生手段４３と、周波数信号切替手段４４と、デューティ比決定手段４５と、タイミングコントロールバルブ制御手段４６と、駆動回路４７とがそなえられる。

第１周波数信号発生手段４２では、第１の周波数f_1（例えば８０Ｈｚ）を有する信号Ｗ１を発生し、第２周波数信号発生手段４３では、第１の周波数f_1よりも低い第２の周波数f_2（例えば６０Ｈｚ）を有する信号を発生するようになっている。

そして、周波数信号切替手段４４では、エンジン回転数Ｎｅに応じて第１周波数信号f_1と第２周波数信号f_2とを切り替えて出力するが、この切替は、ＦＩＧ．３に示すように、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振領域を回避するようにして行なわれるようになっている。この周波数信号切替手段４４は、選択周波数判定手段４４Ａとこの選択周波数判定手段４４Ａからの選択信号に応じて切り替えるスイッチ４４Ｂとから構成することができる。この周波数信号の切替制御についての詳細な説明は後述する。

また、デューティ比決定手段４５は、エンジンの運転状態に応じてタイミングコントロールバルブ（電磁弁）３９のデューティ比を決定するもので、目標ピストン位設定手段４８で設定されたタイマピストン３１の目標位置（目標ピストン位置）に応じてデューティ比を決定する。なお、目標ピストン位設定手段４７では、燃料噴射量（燃料噴射時間）Ｑ及びエンジン回転数Ｎｅに基づいて目標ピストン位置を設定する。

そして、本実施例では、デューティ比決定手段４５は、このデューテ

ィ比に対応したタイミングコントロールバルブ３９のコイル３９Ａへの励磁時間（オン制御時間）ｔ１を例えばマップに基づいて設定するようになっている。

つまり、デューティ比が決まれば、制御周期にこのデューティ比を乗算することで、励磁時間t_1を算出することができ、ここでは、第１の周波数f_1に応じた第１の制御周期と、第２の周波数f_2に応じた第２の制御周期とが設けられているので、第１の周波数f_1に応じた第１周波数用マップＡと、第２の周波数f_2に応じた第２周波数用マップＢとを用意して、これらのマップを適宜用いることでデューティ比に応じた励磁時間t_1を設定するようになっている。

制御手段４６は、オン・オフ信号に基づいてタイミングコントロールバルブ３９を制御するもので、このオン・オフ信号は、周波数信号切替手段４４を通じて出力された信号に基づく周波数f_1又はf_2を有し、且つ、デューティ比決定手段４５で決定したオン・オフの割合（即ち、デューティ比）を有している。

このため、制御手段４６は、ＦＩＧ．１に示すように、０クロス検出器４６Ａと、三角波発生器４６Ｂと、コンパレータ４６Ｃと、アンド回路４６Ｄとをそなえている。

このうち、０クロス検出器４６Ａは周波数信号Ｗ１の０クロスを検出するが、周波数信号Ｗ１が入力されていれば三角波発生器４６Ｂ及びアンド回路４６Ｄにオン信号を出力し、また、０クロスを検出時には、三角波発生器４６Ｂに検出信号を出力する。

三角波発生器４６Ｂは、この０クロス検出器４６Ａからのオン信号で三角波信号を派生して出力するが、この三角波信号は０クロス検出信号によってリセットされる。

また、コンパレータ４６Ｃは、三角波発生器４６Ｂからの三角波信号

の出力値と、デューティ比決定手段４３で求められたタイミングコントロールバルブ３９の励磁時間信号の出力値とを比較するもので、三角波信号の出力値が励磁時間信号の出力値よりも小さければ、オン信号（励磁信号）を出力し、三角波信号の出力値が励磁時間信号の出力値以上になったら、オフ信号（励磁停止信号）を出力するようらになっている。

さらに、アンド回路４６Ｄは、コンパレータ４６Ｃからのオン信号が出力されたときに、同時に０クロス検出器４６Ａからオン信号が出力されていたら、オン信号（励磁信号）を駆動回路４５に出力するようになっている。

駆動回路４７は、電源４７Ａとトランジスタ４７Ｂとを有しており、トランジスタ４７Ｂはスイッチング回路として機能し、アンド回路４６Ｄからオン信号を受けると、タイミングコントロールバルブ３９のコイルに電源４７Ａからの電力を供給しタイミングコントロールバルブ３９のコイル３９Ａを励磁するようになっている。

ここで、周波数信号切替手段４４による周波数信号の切替制御について説明すると、周波数信号切替手段４４では、前述のように、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振領域を回避するようにして周波数信号の切替制御を行なうが、まず、共振領域について説明する。

つまり、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振領域は、タイミングコントロールバルブの駆動周波数がエンジン回転数Ｎｅの整数倍と一致する近傍に存在し、タイミングコントロールバルブの駆動周波数を数十Ｈｚ以上にすると、通常のエンジン回転領域（上限が５０００～６０００ｒｐｍ程度）では、０．５次共振点，１次共振点，及び２次共振点が存在する。

すなわち、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振の代表的なものは、前述のように、タイマピストン３１に加わるタイミン

グコントロールバルブ３９の圧力変動の周波数（即ち、駆動周波数）とカムディスクの乗り越え時の反力の作用する周波数とが完全に一致する場合であり、これが１次共振である。カムディスクの乗り越え時の反力の周波数は、４気筒エンジンの場合、エンジン回転数Ｎｅの２倍であり、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン回転数Ｎｅの２倍となったときに、１次共振となる。

また、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振には、この他、タイミングコントロールバルブ３９の圧力変動周波数（駆動周波数）が、カムディスクの乗り越え反力周波数の整数倍と一致する場合があり、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数が、乗り越え反力周波数の２倍となる場合が２次共振である。４気筒エンジンの場合、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン回転数Ｎｅの４倍となったときに、２次共振となる。

さらに、タイミングコントロールバルブ３９とエンジンとの共振には、この他、カムディスクの乗り越え反力周波数が、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数の整数倍と一致する場合があり、乗り越え反力周波数が、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数の２倍となる場合（逆に言うと、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数が、乗り越え反力周波数の０．５倍となる場合）が０．５次共振である。４気筒エンジンの場合、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン回転数Ｎｅと一致したときに、０．５次共振となる。

タイマピストン３１に生じる「揺らぎ現象」は、これらの０．５次共振点，１次共振点及び２次共振点において問題になるが、特に、ＦＩＧ．９を参照して既に説明したように、１次共振領域での「揺らぎ現象」によるピストン振幅は、０．５次共振領域のものに比べるとほぼ２倍以上も大きく、また、２次共振領域のものに比べるとほぼ４倍以上も大きく

なる。

そこで、周波数信号切替手段４４では、このような特性に対応するように、１次共振領域での「揺らぎ現象」の回避を、０．５次共振領域や２次共振領域の場合よりも優先するように周波数信号を切り替えるようになっている。

また、同次共振領域では、周波数が低い方がタイマピストンの揺らぎの振幅を大きくするので、周波数信号切替手段４４では、駆動周波数の低い場合（即ち、第２の周波数の場合）の方を、駆動周波数の高い場合（即ち、第１の周波数の場合）よりも優先的に共振領域からの回避を行なうようになっている。

具体的には、周波数信号切替手段４４による周波数信号の切替は、ＦＩＧ．３に示すように、信号切替用エンジン回転数（以下、切替回転数という）N_1，N_2，N_3，N_4，N_5で行なうようになっている。つまり、選択周波数判定手段４４Ａが、エンジン回転数を検出する回転数センサ（エンジン回転速度検出手段）４９からの検出情報を受けて、検出したエンジン回転数Ｎｅを切替回転数N_1～N_5のいずれかになったら周波数信号の切替を行なうようになっている。

なお、切替回転数N_1～N_5のうち、切替回転数（第３の信号切換用エンジン回転速度）N_1は０．５次共振領域に、切替回転数（第２の信号切換用エンジン回転速度）N_2は０．５次共振領域と１次共振領域との間に、切替回転数（第４の信号切換用エンジン回転速度）N_3は１次共振領域に、切替回転数（第１の信号切換用エンジン回転速度）N_4は１次共振領域と２次共振領域との間に、切替回転数（第５の信号切換用エンジン回転速度）N_5は２次共振領域に設けられている。

そして、エンジン回転数ＮｅがN_1未満なら第１の周波数f_1を用い、エンジン回転数ＮｅがN_1以上でN_2未満なら第２の周波数f_2を用い、

エンジン回転数ＮｅがＮ$_2$ 以上でＮ$_3$ 未満なら第１の周波数ｆ$_1$ を用い、エンジン回転数ＮｅがＮ$_3$ 以上でＮ$_4$ 未満なら第２の周波数ｆ$_2$ を用い、エンジン回転数ＮｅがＮ$_4$ 以上でＮ$_5$ 未満なら第１の周波数ｆ$_1$ を用い、エンジン回転数ＮｅがＮ$_5$ 以上なら第２の周波数ｆ$_2$ を用いるようにして、周波数信号の切替を行なうようになっている。

特に、各切替回転数Ｎ$_1$，Ｎ$_2$，Ｎ$_3$，Ｎ$_4$，Ｎ$_5$ は以下のように設定されている。

つまり、第１の周波数ｆ$_1$ における０．５次共振点，１次共振点，２次共振点のエンジン回転数をＮ$_{11}$，Ｎ$_{12}$，Ｎ$_{13}$として、第２の周波数ｆ$_2$ における０．５次共振点，１次共振点，２次共振点のエンジン回転数をＮ$_{21}$，Ｎ$_{22}$，Ｎ$_{23}$とすると、各切替回転数Ｎ$_1$，Ｎ$_2$，Ｎ$_3$，Ｎ$_4$，Ｎ$_5$ とこれらに隣接する各共振エンジン回転数Ｎ$_{11}$，Ｎ$_{12}$，Ｎ$_{13}$，Ｎ$_{21}$，Ｎ$_{22}$，Ｎ$_{23}$との間に差Ｌ$_1$，Ｌ$_2$，Ｌ$_3$，Ｌ$_4$，Ｌ$_5$，Ｕ$_1$，Ｕ$_2$，Ｕ$_3$，Ｕ$_4$，Ｕ$_5$ が設けられることになる。なお、これらの差Ｌ$_1$，Ｌ$_2$，Ｌ$_3$，Ｌ$_4$，Ｌ$_5$，Ｕ$_1$，Ｕ$_2$，Ｕ$_3$，Ｕ$_4$，Ｕ$_5$ は次式のように定義できる。

$$L_1 = N_1 - N_{21}$$

$$L_2 = N_{22} - N_2$$

$$L_3 = N_3 - N_{22}$$

$$L_4 = N_{23} - N_4$$

$$L_5 = N_5 - N_{23}$$

$$U_1 = N_{11} - N_1$$

$$U_2 = N_2 - N_{11}$$

$$U_3 = N_{12} - N_3$$

$$U_4 = N_4 - N_{12}$$

$$U_5 = N_{13} - N_5$$

そして、このような差分L_1，L_2，L_3，L_4，L_5，U_1，U_2，U_3，U_4，U_5が次式を満たすように、各切替回転数N_1，N_2，N_3，N_4，N_5が設定されている。

N_1・・・ $L_1 > U_1$ ・・・（1）

N_2・・・ $L_2 > U_2$ ・・・（2）

N_3・・・ $L_3 > U_3$ ・・・（3）

N_4・・・ $U_4 > L_4$ ・・・（4）

N_5・・・ $L_5 > U_5$ ・・・（5）

このうち、切替回転数N_1の設定にかかる条件（1），切替回転数N_3の設定にかかる条件（3），及び切替回転数N_5の設定にかかる条件（5）は、同次共振領域の場合に駆動周波数の低い第2の周波数f_2を駆動周波数の高い第1の周波数f_1よりも余裕（回転数差、即ち、回転速度差）を大きくとって、より優先的に共振領域から回避させるために設けている。

また、切替回転数N_2の設定にかかる条件（2）及び切替回転数N_4の設定にかかる条件（4）は、1次共振領域の場合に、0．5次共振領域や2次共振領域の場合よりも余裕（回転数差、即ち、回転速度差）を大きくとって、より優先的に共振領域から回避させるために設けている。

もちろん、このような条件だけでは、各切替回転数N_1，N_2，N_3，N_4，N_5を決定することはできず、実際には、かかる条件を前提に、特に「揺らぎ現象」によるタイマピストン31の振幅の大きさがほぼ一様に低下するように、L_1とU_1との割合，L_2とU_2との割合，L_3とU_3との割合，L_4とU_4との割合，L_5とU_5との割合を、それぞれ設定する。このような設定は、試験データに基づいて適切に行なうことができる。

本発明の一実施例としてのエンジンの燃料噴射時期制御装置は、上述

のように構成されているので、燃料の噴射にあたっては、ＥＣＵ４１により、噴射時期及び噴射時間（噴射量）を設定しながら、設定された噴射時期及び噴射時間に応じて噴射弁を駆動する。

このとき、噴射時期の制御は、タイマピストン３１の位置調整により行われるが、この位置調整には、タイミングコントロールバルブ３９をデューティ制御しながらタイマピストン３１に加わる油圧（燃料圧）を調整しながら行なう。

このタイミングコントロールバルブ３９の制御は、タイミングコントロールバルブ制御手段４６を通じて以下のように行われる。

つまり、この制御時には、第１周波数信号発生手段４２から第１の周波数f_1を有する信号（第１周波数信号）Ｗ１が発生され、第２周波数信号発生手段４３から第１の周波数f_1よりも低周波の第２の周波数f_2を有する信号（第２周波数信号）Ｗ２が発生される。そして、周波数信号切替手段４４が、第１周波数信号発生手段４２からの第１周波数信号Ｗ１と第１周波数信号発生手段４３からの第２周波数信号Ｗ２とをエンジン回転数Ｎｅに応じてＦＩＧ．３に示すような特性で切り替えながら出力する。

一方、デューティ比決定手段４５は、タイマピストン３１の目標位置（目標ピストン位置）に応じてデューティ比を決定して、さらに、周波数信号切替手段４４で選択された周波数に応じたマップに基づいて、デューティ比及び駆動周期に対するタイミングコントロールバルブ３９の励磁時間t_1を設定する。

そして、制御手段４６が、デューティ比決定手段４５から励磁時間に応じた励磁信号を受けて、各励磁周期において励磁時間t_1分だけオン信号を出力して、駆動回路４７を通じてタイミングコントロールバルブ３９のコイル３９Ａを励磁する。

これにより、タイミングコントロールバルブ３９が所要の開度（時間平均開度）に制御され、タイマピストン３１の位置が適切に調整されるため、所要の燃料噴射タイミングに調整される。

そして、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン回転数との共振領域に接近すると、前述のようにタイマピストン３１の「揺らぎ」という一種のうなり現象が生じるが、本装置では、ＦＩＧ．３に示すように、周波数信号Ｗ１がその共振領域に近づくと、比較的共振領域から離れている周波数信号Ｗ２に周波数信号が切り替えられ、逆に、周波数信号Ｗ２がその共振領域に近づくと、比較的共振領域から離れている周波数信号Ｗ１に周波数信号が切り替えられるので、タイミングコントロールバルブ３９の駆動周波数がエンジン回転数との共振領域に接近しなくなって、タイマピストン３１の「揺らぎ」が回避されるか、又は例え生じたとしても振幅の小さなものに抑制される。もちろん、共振自体も回避される。

特に、１次共振領域での「揺らぎ」は０．５次共振領域や２次共振領域でのものよりも大きな振幅で発生するが、切替回転数N_2の設定にかかる条件（２）及び切替回転数N_4の設定にかかる条件（４）によって、１次共振領域からの回避を、０．５次共振領域や２次共振領域の場合よりも優先させているので、最も必要とする１次共振領域での「揺らぎ」を確実に抑制することができる。

さらに、同次共振領域の場合には、駆動周波数の低い第２の周波数f_2での「揺らぎ」の方が駆動周波数の高い第１の周波数f_1での「揺らぎ」よりも大きな振幅で発生しやすいが、切替回転数N_1の設定にかかる条件（１），切替回転数N_3の設定にかかる条件（３），及び切替回転数N_5の設定にかかる条件（５）によって、同次共振領域の場合に駆動周波数の低い第２の周波数f_2を駆動周波数の高い第１の周波数f_1

よりも優先的に共振領域から回避させているので、より要求度の高い駆動周波数の低い場合の「揺らぎ」を確実に抑制することができる。

このように、「揺らぎ」が抑制されると、「揺らぎ」によるタイマピストン３１の振動振幅は小さくなり、燃料噴射時期の制御精度を十分に確保できるようになって、エンジンの性能向上に寄与しうる利点がある。

しかも、２種類のみの少ない駆動周波数による切替制御で確実に「揺らぎ」を抑制することができ、ハードウェア面でもソフトウェア面でも制御系の構成を簡素なものにできる。

また、上述の周波数の切替回転数N_1～N_5については、試験等により「揺らぎ」の発生特性を検出することで、確実に設定することができる。

産業上の利用可能性

本発明を、ディーゼルエンジン用燃料噴射ポンプをはじめとした、電磁弁を通じてタイマピストンの位置を調整することで燃料噴射時期を制御しうるエンジン用燃料噴射ポンプの制御に用いることにより、タイマ制御用電磁弁の駆動周波数とエンジンの回転数との関係から生じるタイマピストンの揺らぎ現象を簡素な制御により抑制できるようになる。これにより、このタイマピストンの揺らぎに起因した燃料噴射時期の変動を容易に抑制することができ、燃料噴射時期の制御を精度良く行なえるようになる。したがって、かかるエンジンの性能向上に寄与しうるものであり、その有用性は極めて高いものと考えられる。

請 求 の 範 囲

1．供給される油圧に応じてタイマピストン（３１）を移動させることにより燃料噴射弁から噴射されるエンジンの燃料噴射時期を変更するタイマ（３０）と、

上記エンジンの運転状態に応じて設定されたデューティ比を有する駆動信号で開閉することにより上記タイマ（３０）に供給される油圧を調整するタイマ制御用電磁弁（３９）とを備え、

上記タイマ制御用電磁弁（３９）による駆動と上記エンジンの回転に伴う変動との間で上記タイマピストン（３１）に生じる共振を、上記タイマ制御用電磁弁（３９）の駆動信号の周波数の変更により防止する、エンジンの燃料噴射制御装置において、

第１の周波数（f_1）を有する信号（Ｗ１）を発生して出力する第１周波数信号発生手段（４２）と、

上記第１の周波数（f_1）よりも低い第２の周波数（f_2）を有する信号（Ｗ２）を発生して出力する第２周波数信号発生手段（４３）と、

上記エンジンの回転速度（Ｎｅ）を検出するエンジン回転速度検出手段（４９）と、

同エンジン回転速度検出手段（４９）によって検出されたエンジン回転速度（Ｎｅ）に基づき、上記第１周波数信号発生手段（４２）から出力された上記第１周波数信号（Ｗ１）と、上記第２周波数信号発生手段（４３）から出力された上記第２周波数信号（Ｗ２）とを切り換えて出力する周波数信号切換手段（４４）と、

上記周波数信号切換手段（４４）から出力された周波数信号に基づく駆動周波数を有すると共に、上記エンジンの運転状態に応じて設定されたデューティ比を有する駆動信号を用いて上記タイマ制御電磁弁（３９

）を制御する制御手段（４６）とを備え、

上記周波数信号切換手段（４４）が、予め設定された信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_2，N_3，N_4，N_5）に基づき上記第１周波数信号（Ｗ１）と上記第２周波数信号（Ｗ２）とを切り換えるように構成され、

上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_2，N_3，N_4，N_5）が、上記第１の周波数（f_1）に関して上記共振が発生するエンジン回転速度（N_{11}，N_{12}，N_{13}）から第１の所定回転速度差（U_1，U_2，U_3，U_4，U_5）で、かつ上記第２の周波数（f_2）に関して上記共振が発生するエンジン回転速度（N_{21}，N_{22}，N_{23}）から第２の所定回転速度差（L_1，L_2，L_3，L_4，L_5）となる値に設定されていることを特徴とする、エンジンの燃料噴射時期制御装置。

２．上記信号切換用エンジン回転速度（N_4）は、

上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と、上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられるものであって、

上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記信号切換用エンジン回転速度（N_4）よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号（Ｗ２）を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度（N_4）よりも上記２次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号（Ｗ１）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

３．上記信号切換用エンジン回転速度（N_4）は、

上記第１の周波数（f_1）に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度（N_{12}）との回転速度差（U_4）が、上記第２の周波数

（f_2）に関して上記2次共振が生じる2次共振エンジン回転速度（N_{23}）との回転速度差（L_4）よりも大となるように設定されることを特徴とする、請求の範囲第2項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

4．上記信号切換用エンジン回転速度（N_2）は、

上記共振が0．5次共振となるエンジン回転速度領域であるところの0．5次共振領域と、上記共振が1次共振となるエンジン回転速度領域であるところの1次共振領域との間に設けられるものであって、

上記周波数信号切換手段（44）は、

上記信号切換用エンジン回転速度（N_2）よりも上記0．5次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第2周波数信号（W2）を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度（N_2）よりも上記1次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第1周波数信号（W1）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第1項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

5．上記信号切換用エンジン回転速度（N_2）は、

上記第2の周波数（f_2）に関して上記1次共振が生じる1次共振エンジン回転速度（N_{22}）との回転速度差（L_2）が、上記第1の周波数（f_1）に関して上記0．5次共振が生じる0．5次共振エンジン回転速度（N_{11}）との回転速度差（U_2）よりも大となるように設定されることを特徴とする、請求の範囲第4項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

6．上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_3，N_5）は、

上記第1の周波数（f_1）に関してN次共振が生じる第1のN次共振エンジン回転速度（N_{11}，N_{12}，N_{13}）と上記第2の周波数（f_2）に関してN次共振が生じる第2のN次共振エンジン回転速度（N_{21}，N_{22}，N_{23}）との間にあって、

上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_3，N_5）よりも低回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号（Ｗ１）を出力し、上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_3，N_5）よりも高回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号（Ｗ２）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

７．上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_3，N_5）は、

上記第２のＮ次共振エンジン回転速度（N_{21}，N_{22}，N_{23}）との回転速度差（L_1，L_3，L_5）が、上記第１のＮ次共振エンジン回転速度（N_{11}，N_{12}，N_{13}）との回転速度差（U_1，U_3，U_5）よりも大となるように設定されることを特徴とする、請求の範囲第６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

８．上記Ｎは、整数であることを特徴とする、請求の範囲第６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

９．上記Ｎは、整数であることを特徴とする、請求の範囲第７項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１０．上記Ｎは、０．５であることを特徴とする、請求の範囲第６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１１．上記Ｎは、０．５であることを特徴とする、請求の範囲第７項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１２．上記Ｎは、０．５及び整数のいずれかであることを特徴とする、請求の範囲第６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１３．上記Ｎは、０．５及び整数のいずれかであることを特徴とする、請求の範囲第７項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１４．上記信号切換用エンジン回転速度は、

上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と、上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられる第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）と、

上記共振が０．５次共振となるエンジン回転速度領域であるところの０．５次共振領域と、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域との間に設けられる第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）とを有し、

上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域及び上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）よりも上記０．５次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号（Ｗ２）を出力し、上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）よりも上記２次共振領域側のエンジン回転速度領域及び上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）よりも上記１次共振領域側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号（Ｗ１）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１５．上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）は、

上記第１の周波数（f_1）に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度（N_{12}）との回転速度差（U_4）が、上記第２の周波数（f_2）に関して上記２次共振が生じる２次共振エンジン回転速度（N_{23}）との回転速度差（L_4）よりも大となるように設定され、

上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）は、

上記第２の周波数（f_2）に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度（N_{22}）との回転速度差（L_2）が、上記第１の周波数

（f_1）に関して上記０．５次共振が生じる０．５次共振エンジン回転速度（N_{11}）との回転速度差（U_2）よりも大となるように設定されることを特徴とする、請求の範囲第１４項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１６．上記信号切換用エンジン回転速度（N_1，N_2，N_3，N_4，N_5）は、

上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域と、上記共振が２次共振となるエンジン回転速度領域であるところの２次共振領域との間に設けられる第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）と、

上記共振が０．５次共振となるエンジン回転速度領域であるところの０．５次共振領域と、上記共振が１次共振となるエンジン回転速度領域であるところの１次共振領域との間に設けられる第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）と、

上記第１の周波数（f_1）に関して０．５次共振が生じる第１の０．５次共振エンジン回転速度（N_{11}）と上記第２の周波数（f_2）に関して０．５次共振が生じる第２の０．５次共振エンジン回転速度（N_{21}）との間に設けられる第３の信号切換用エンジン回転速度（N_1）と、

上記第１の周波数（f_1）に関して１次共振が生じる第１の１次共振エンジン回転速度（N_{12}）と上記第２の周波数（f_2）に関して１次共振が生じる第２の１次共振エンジン回転速度（N_{22}）との間に設けられる第４の信号切換用エンジン回転速度（N_3）と、

上記第１の周波数（f_1）に関して２次共振が生じる第１の２次共振エンジン回転速度（N_{13}）と上記第２の周波数（f_2）に関して２次共振が生じる第２の２次共振エンジン回転速度（N_{23}）との間に設けられる第５の信号切換用エンジン回転速度（N_5）とからなり、

上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記第３の信号切換用エンジン回転速度（N_1）と上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）との間のエンジン回転速度領域、及び上記第４の信号切換用エンジン回転速度（N_3）と上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）との間のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号（Ｗ２）を出力し、上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）と上記第４の信号切換用エンジン回転速度（N_3）との間のエンジン回転速度、及び上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）と上記第５の信号切換用エンジン回転速度（N_5）との間のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号（Ｗ１）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１７．上記第１の信号切換用エンジン回転速度（N_4）は、

上記第１の周波数（f_1）に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度（N_{12}）との回転速度差（U_4）が、上記第２の周波数（f_2）に関して上記２次共振が生じる２次共振エンジン回転速度（N_{23}）との回転速度差（L_4）よりも大となるように設定され、

上記第２の信号切換用エンジン回転速度（N_2）は、

上記第２の周波数（f_2）に関して上記１次共振が生じる１次共振エンジン回転速度（N_{22}）との回転速度差（L_2）が、上記第１の周波数（f_1）に関して上記０．５次共振が生じる０．５次共振エンジン回転速度（N_{11}）との回転速度差（U_2）よりも大となるように設定され、

上記第３の信号切換用エンジン回転速度（N_1）は、

上記第２の０．５次共振エンジン回転速度（N_{21}）との回転速度差（L_1）が、上記第１の０．５次共振エンジン回転速度（N_{11}）との回転速度差（U_1）よりも大となるように設定され、

上記第４の信号切換用エンジン回転速度（N_3）は、

上記第２の１次共振エンジン回転速度（N_{22}）との回転速度差（L_3）が、上記第１の１次共振エンジン回転速度（N_{12}）との回転速度差（U_3）よりも大となるように設定され、

上記第５の信号切換用エンジン回転速度（N_5）は、

上記第２の２次共振エンジン回転速度（N_{23}）との回転速度差（L_5）が、上記第１の２次共振エンジン回転速度（N_{13}）との回転速度差（U_5）よりも大となるように設定されることを特徴とする、請求の範囲第１６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

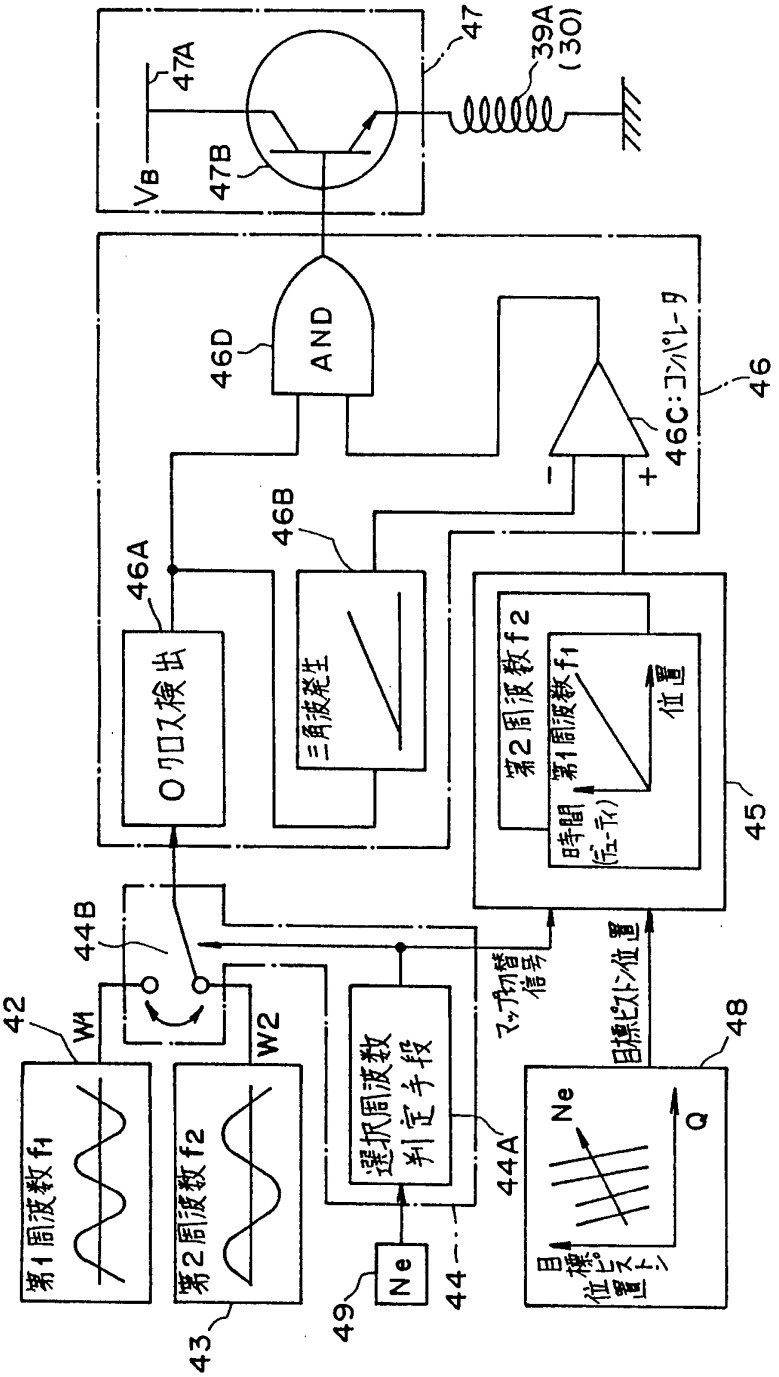
１８．上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記第３の信号切換用エンジン回転速度（N_1）より低回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第１周波数信号（Ｗ１）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

１９．上記周波数信号切換手段（４４）は、

上記第５の信号切換用エンジン回転速度（N_5）より高回転速度側のエンジン回転速度領域では上記第２周波数信号（Ｗ２）を出力するものであることを特徴とする、請求の範囲第１６項記載のエンジンの燃料噴射時期制御装置。

FIG. 1



47
47A
47B
V_B
39A
(30)
46D
AND
46C:コンパレータ
46
46A
Oワロス検出
46B
三角波発生
第2周波数f2
第1周波数f1
時間
(デューティ)
位置
45
44B
42
W1
W2
第1周波数f1
第2周波数f2
43
選択周波数
判定手段
44A
44
Ne
49
マップ切替信号
目標ピストン位置
48
Ne
Q
目標ピストン位置

FIG. 2

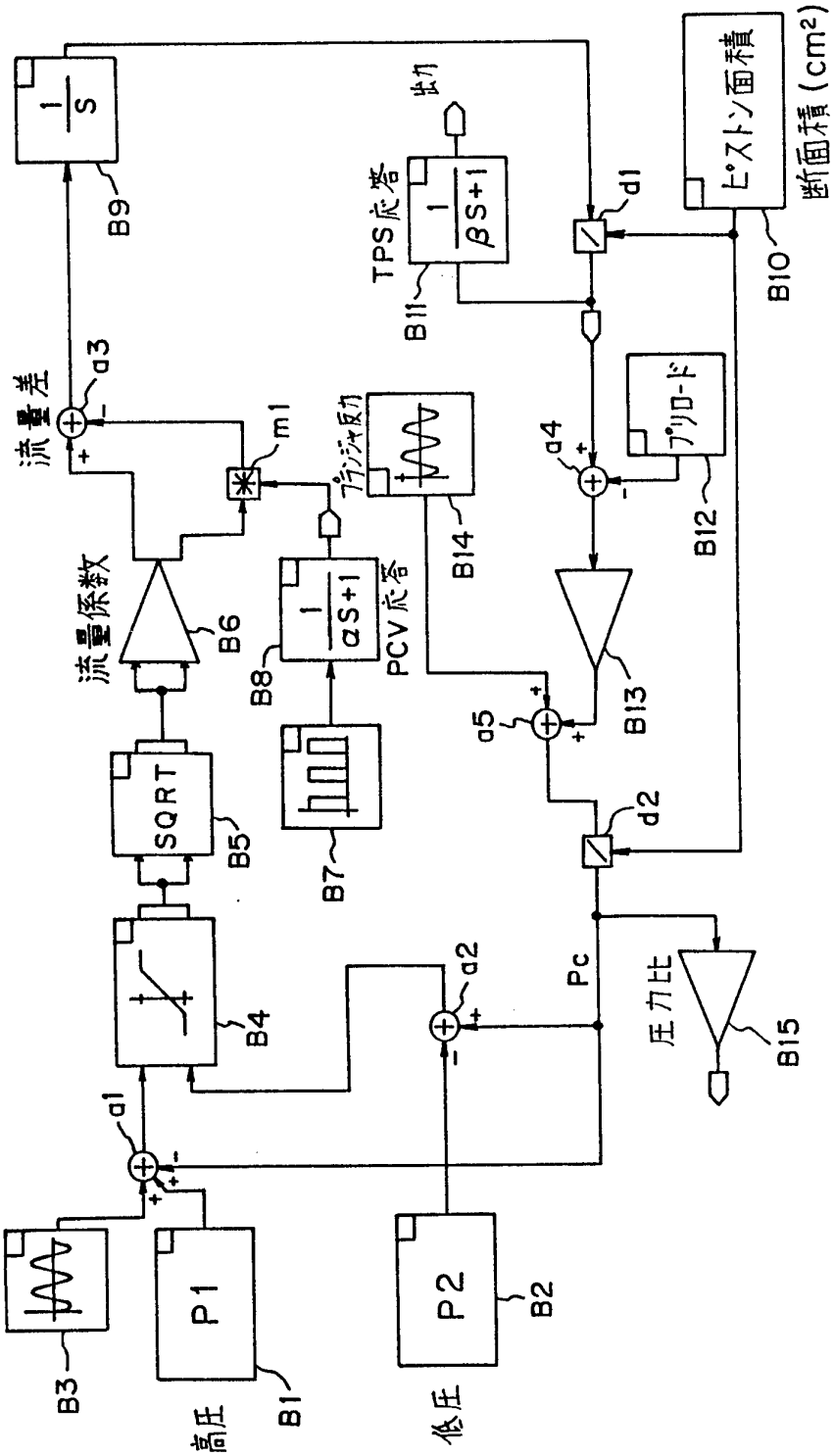
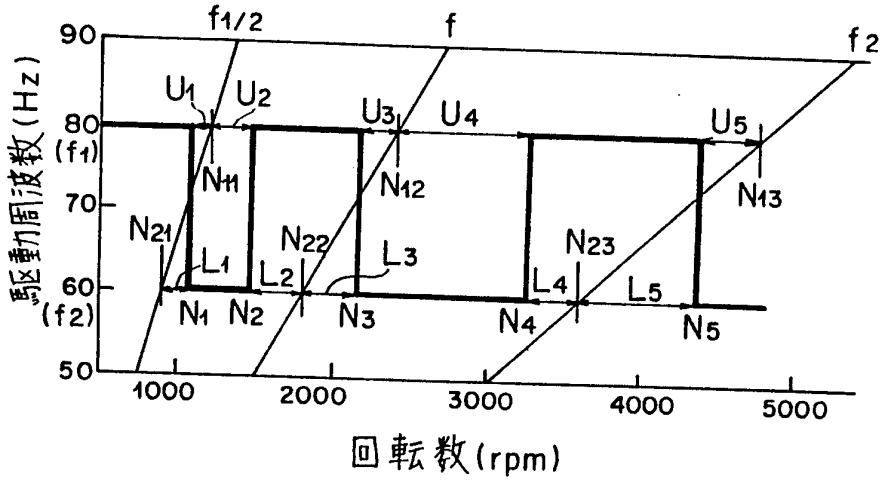

1/S
B9
出力
TPS応答
1/(βS+1)
B11
d1
ピストン面積
断面積(cm²)
B10
流量差
a3
m1
プランジャ反力
B14
a4
プリロード
B12
流量係数
B6
1/(αS+1)
PCV応答
B8
B13
SQRT
B5
a5
d2
B7
B4
a2
Pc
圧力比
B15
a1
B3
P1
高圧
B1
P2
B2
低圧

FIG. 3



$L_1 > U_1$ ---- N_1

$L_2 > U_2$ ---- N_2

$L_3 > U_3$ ---- N_3

$U_4 > L_4$ ---- N_4

$L_5 > U_5$ ---- N_5

FIG. 4

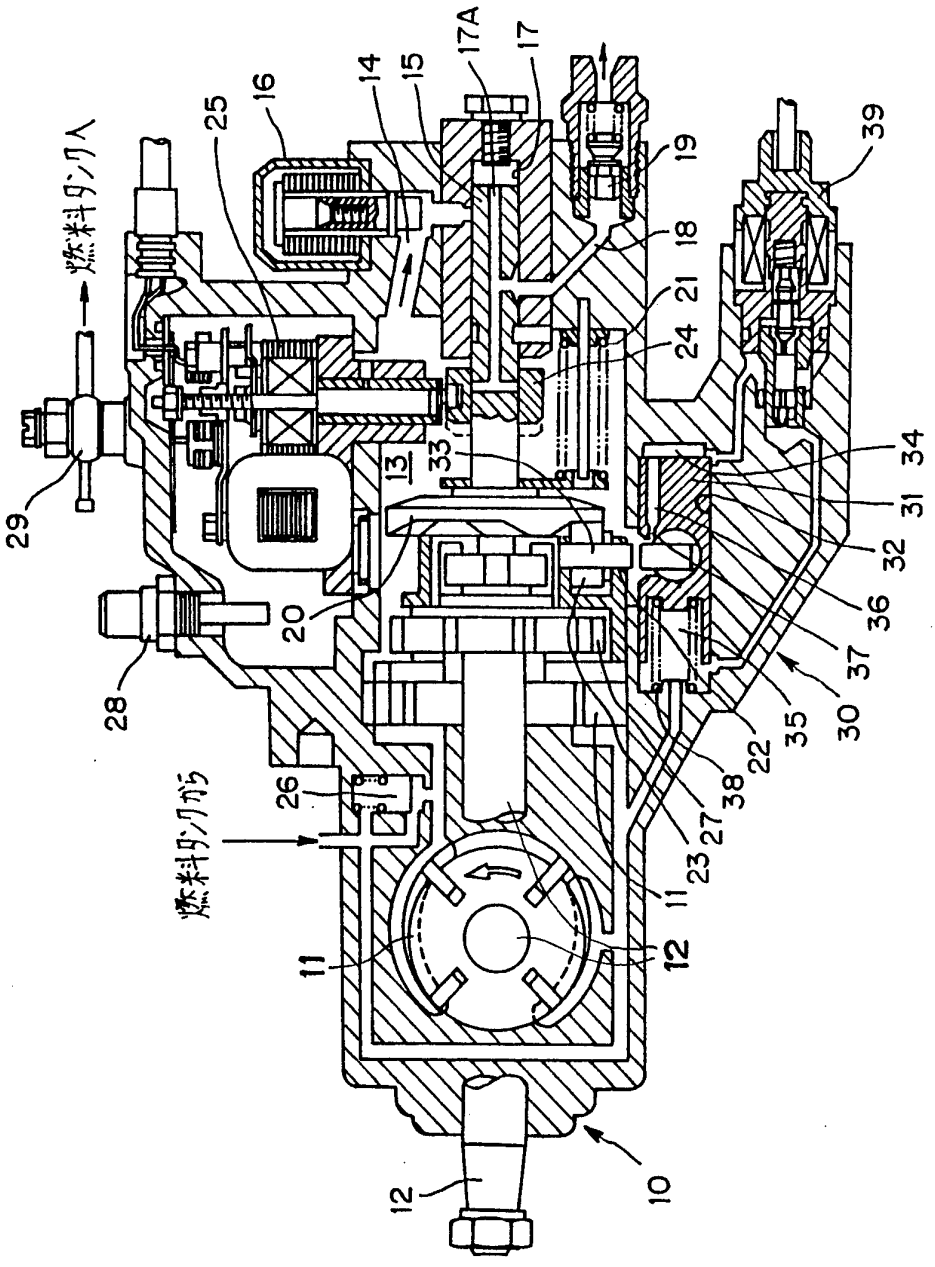

燃料ポンプ入
燃料ポンプ出
10
11
12
13
14
15
16
17
17A
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

FIG. 5(A)

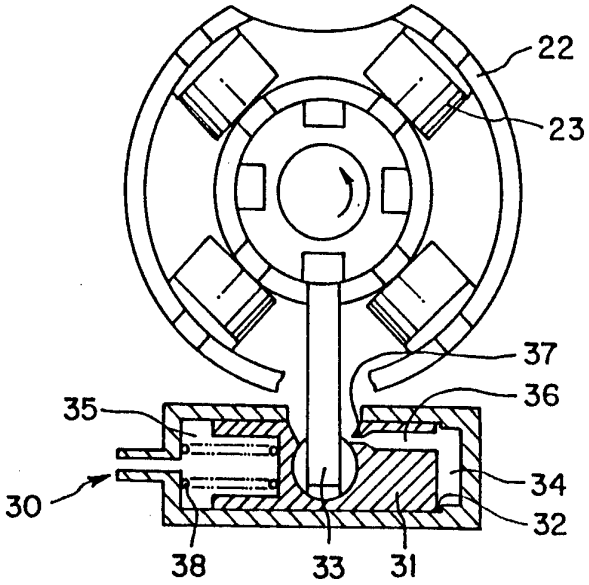

22
23
37
36
35
34
30
32
38
33
31

FIG. 5(B)

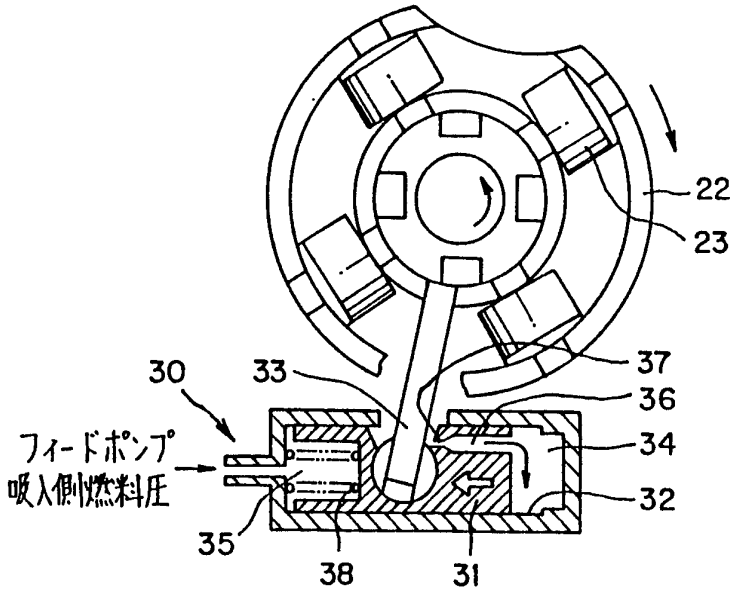

22
23
30
33
37
36
フィードポンプ
吸入側燃料圧
34
32
35
38
31

FIG. 6

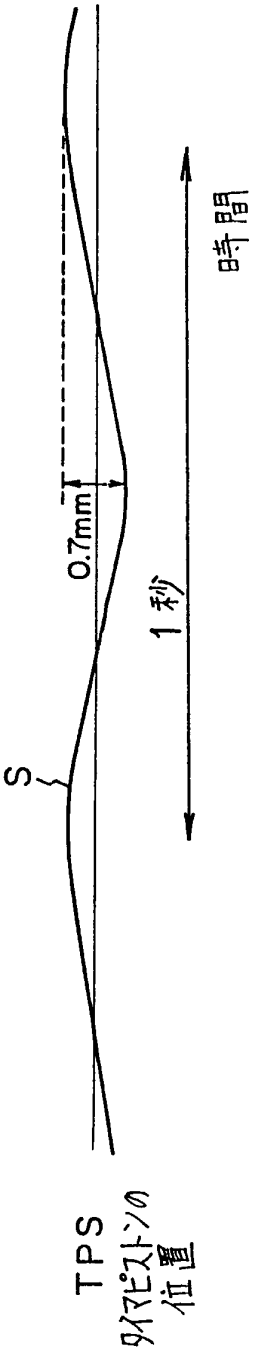


FIG. 7

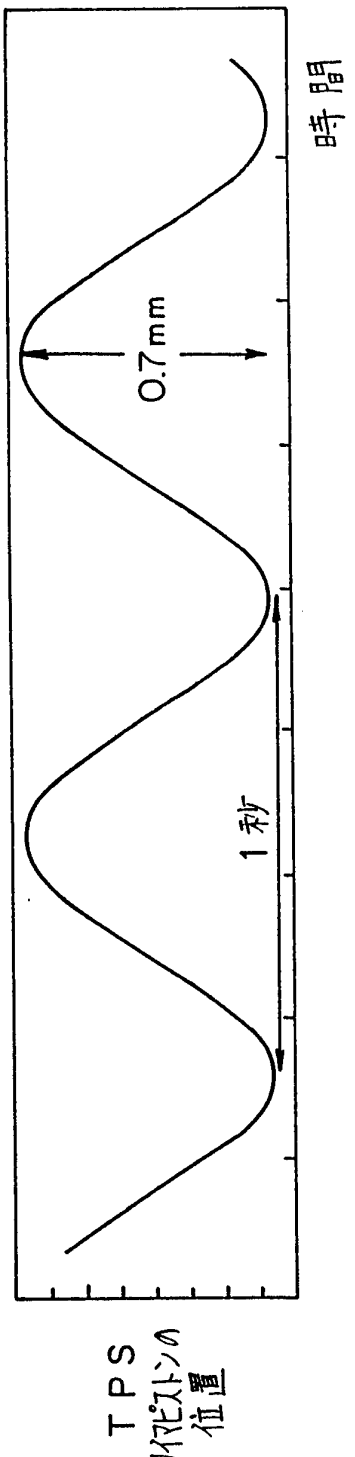


FIG. 8

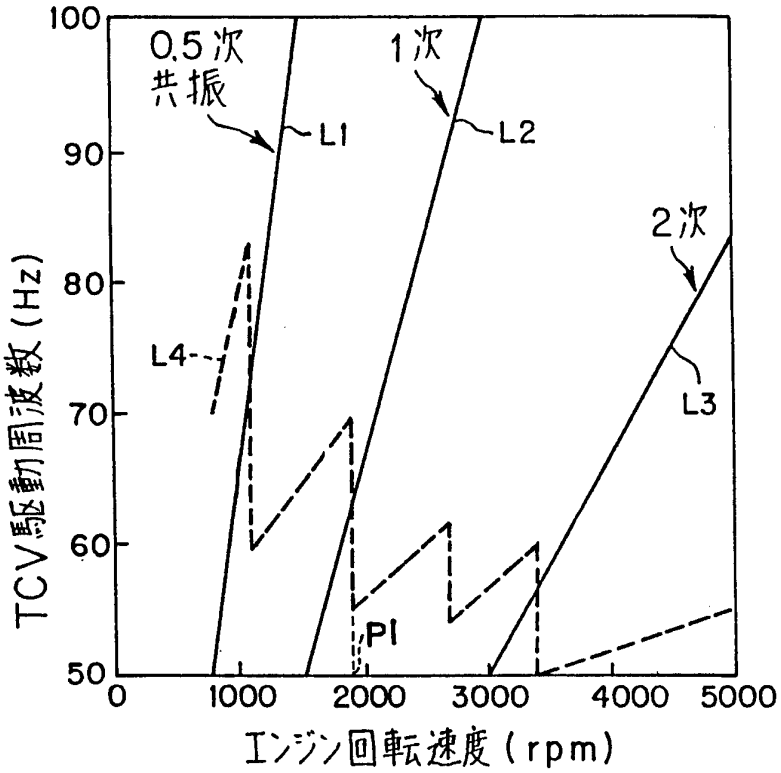
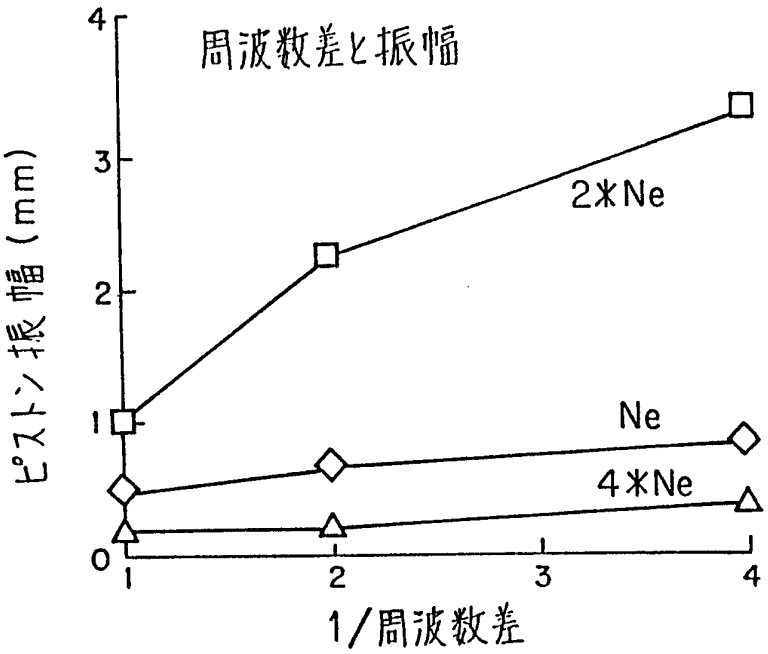

100
90
80
70
60
50
0
1000
2000
3000
4000
5000
TCV駆動周波数(Hz)
エンジン回転速度(rpm)
0.5次
共振
1次
2次
L1
L2
L3
L4
P1

FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/01768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 F02D1/18, F02D41/40, F02M41/12

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 F02D1/18, F02D41/40, F02M41/12

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, 01-19059, B (Diesel Kiki K.K.), April 10, 1989 (10. 04. 89), Page 3, column 6, line 18 to page 4, column 8, line 23; Figs. 1, 2 & DE, 3325651, A & US, 4476832, A	1, 2, 4, 6, 14, 16, 18, 19
Y	JP, 56-136141, U (Diesel Kiki K.K.), December 25, 1979 (25. 12. 79), Page 1, left column; Fig. 6 (Family: none)	1, 2, 4, 6, 8, 9, 14, 16, 18, 19
A	JP, 54-163224, A (Diesel Kiki K.K.), October 15, 1981 (15. 10. 81), Page 1, left column; Fig. 2 (Family: none)	1
A	JP, 63-39394, U (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), October 17, 1988 (17. 10. 88), Page 1, left column; Fig. 7 (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
September 20, 1996 (20. 09. 96)	October 29, 1996 (29. 10. 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)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／０１７６８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Ｉｎｔ．Ｃｌ[6]　Ｆ０２Ｄ１／１８、Ｆ０２Ｄ４１／４０、Ｆ０２Ｍ４１／１２

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[6]　Ｆ０２Ｄ１／１８、Ｆ０２Ｄ４１／４０、Ｆ０２Ｍ４１／１２

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年－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１年－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，０１－１９０５９，Ｂ（ヂーゼル機器株式会社） １０．４月．１９８９（１０．０４．８９）， 第３頁第６欄第１８行－第４頁第８欄第２３行，第１、２図，&ＤＥ，３３２５６５１，Ａ，ＵＳ，４４７６８３２，Ａ	１，２，４，６，１４，１６，１８，１９
Ｙ	ＪＰ，５６－１３６１４１，Ｕ（ヂーゼル機器株式会社） ２５．１２月．１９７９（２５．１２．７９）， 第１頁左欄，第６図，（ファミリーなし）	１，２，４，６，８，９，１４，１６，１８，１９
Ａ	ＪＰ，５４－１６３２２４，Ａ（ヂーゼル機器株式会社） １５．１０月．１９８１（１５．１０．８１）， 第１頁左欄，第２図，（ファミリーなし）	１

☒ 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	国際調査報告の発送日
２０．０９．９６	29.10.96

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
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	渡辺　真　印	３Ｇ	９４２８
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５		

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９２年７月）

国際調査報告	国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／０１７６８

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
A	ＪＰ，６３－３９３９４，Ｕ（日本電子機器株式会社） １７．１０月．１９８８（１７．１０．８８）， 第１頁左欄，第７図，（ファミリーなし）	1