

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-16795

(P2007-16795A)

(43) 公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2M 55/02</b> (2006.01)	FO2M 55/02 350D	3G066
<b>FO2M 63/00</b> (2006.01)	FO2M 63/00 P	
<b>FO2M 55/00</b> (2006.01)	FO2M 55/02 310B	
	FO2M 55/00 D	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-287933 (P2006-287933)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成18年10月23日 (2006.10.23)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(62) 分割の表示	特願2003-343900 (P2003-343900) の分割	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
原出願日	平成15年10月2日 (2003.10.2)	(72) 発明者	小島 進 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	大谷 元希 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3G066 AA02 AB02 AC09 AD10 AD12 BA12 BA40 CB01 CB11 DC04 DC08 DC11 DC18

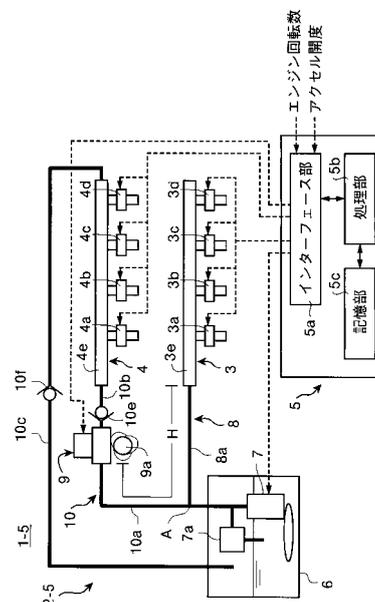
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料供給装置

(57) 【要約】

【課題】 高圧ポンプにおいて発生した脈動が内燃機関に供給する燃料供給量に与える影響を低減できる内燃機関の燃料供給装置を提供すること。

【解決手段】 内燃機関の燃料供給装置 1 - 5 は、燃料を低圧ポンプ 7 で加圧し、当該加圧された燃料を第 1 燃料噴射機構（吸気通路内容燃料噴射機構 3）に供給する第 1 燃料供給系 8 と、第 1 燃料供給系 8 から分岐し、低圧ポンプ 7 で加圧された燃料をエンジンの運転状態に応じて駆動する高圧ポンプ 9 でさらに加圧し、当該さらに加圧された燃料を第 2 燃料噴射機構（気筒内燃料噴射機構 4）に供給する第 2 燃料供給系 10 とを備える。高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構（吸気通路内容燃料噴射機構 3）までの通路長さ H は、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構（吸気通路内容燃料噴射機構 3）に伝播する脈動が大きくなる内燃機関であるエンジンの回転数が常用域回転数からはずれる長さである。

【選択図】 図 1 4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料を低圧ポンプで加圧し、当該加圧された燃料を第 1 燃料噴射機構に供給する第 1 燃料供給系と、

前記第 1 燃料供給系から分岐し、前記低圧ポンプで加圧された燃料を内燃機関の運転状態に応じて駆動する高圧ポンプでさらに加圧し、当該さらに加圧された燃料を第 2 燃料噴射機構に供給する第 2 燃料供給系と、

を備える内燃機関の燃料供給装置において、

前記高圧ポンプから前記第 1 燃料噴射機構までの通路長さは、当該高圧ポンプから第 1 燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が当該内燃機関の常用域回転数からはずれる長さであることを特徴する内燃機関の燃料供給装置。

10

## 【請求項 2】

前記高圧ポンプから前記第 1 燃料噴射機構までの通路長さは、前記高圧ポンプから第 1 燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が前記常用域回転数のアイドル回転数より低くなる長さであることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料供給装置。

## 【請求項 3】

燃料を低圧ポンプで加圧し、当該加圧された燃料を第 1 燃料噴射機構に供給する第 1 燃料供給系と、

前記第 1 燃料供給系から分岐し、前記低圧ポンプで加圧された燃料を内燃機関の運転状態に応じて駆動する高圧ポンプでさらに加圧し、当該さらに加圧された燃料を第 2 燃料噴射機構に供給する第 2 燃料供給系と、

20

を備える内燃機関の燃料供給装置において、

前記高圧ポンプから第 1 燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数を変更する脈動発生回転数変更手段を備えることを特徴とする内燃機関の燃料供給装置。

## 【請求項 4】

前記脈動発生回転数変更手段は、前記高圧ポンプから前記第 1 燃料噴射機構までの通路長さを変更することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の燃料供給装置。

## 【請求項 5】

前記高圧ポンプから第 1 燃料噴射機構までの通路長さの変更は、前記高圧ポンプから第 1 燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が現在の内燃機関の回転数から外れるように変更することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の燃料供給装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内燃機関の燃料供給装置に関し、さらに詳しくは内燃機関に燃料を供給する第 1 燃料噴射機構および第 2 燃料噴射機構に燃料を供給する内燃機関の燃料供給装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

40

乗用車、トラックなどの車両に搭載されるガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどの内燃機関に燃料を供給する方法としては、内燃機関の気筒内に直接燃料を噴射する気筒内噴射と、内燃機関の気筒内に空気を供給する吸気通路に燃料を噴射する吸気通路内噴射と、上記の 2 つの方法を合わせる、つまり内燃機関の運転状態に応じて気筒内噴射と吸気通路内噴射を切り替える気筒内 / 吸気通路内噴射とがある。

## 【0003】

上記の内燃機関の運転状態に応じて気筒内 / 吸気通路内噴射を行う内燃機関の燃料噴射装置としては、例えば特許文献 1 に示すものがある。この内燃機関の燃料噴射装置は、燃料供給装置と、吸気通路内噴射を行う吸気通路内用インジェクタ（機関吸気通路噴射用燃料噴射弁）を有する第 1 燃料噴射機構と、気筒内噴射を行う気筒内用インジェクタ（筒内

50

噴射用燃料噴射弁)を有する第2燃料噴射機構とを備える。燃料供給装置は、燃料タンク内の燃料を低圧ポンプにより加圧し第1燃料噴射機構に供給する第1燃料供給系と、低圧ポンプで加圧された燃料を高圧ポンプによりさらに加圧し第2燃料噴射機構に供給する第2燃料供給系とを備える。この内燃機関の燃料噴射装置は、燃料供給量(燃料噴射量)およびアクセル開度(アクセルペダルの踏み込み量)などに基づいて作成されたマップにより第1燃料噴射機構および第2燃料噴射機構の噴射を制御する。具体的には、上記マップは、第1燃料噴射機構のみによる噴射領域、第1燃料噴射機構および第2燃料噴射機構の両方による噴射領域、第2燃料噴射機構のみによる噴射領域に区画されており、制御手段は内燃機関の運転状態により、第1燃料噴射機構および/または第2燃料噴射機構の噴射を制御する。

10

【0004】

【特許文献1】特開平7-103048号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、従来の内燃機関の燃料噴射装置は、上述のように第2燃料噴射機構に高圧の燃料を供給する高圧ポンプが備えられている。この高圧ポンプは、内燃機関のクランクシャフトの回転によりカムが駆動し、高圧ポンプのプランジャを往復運動させて低圧ポンプで加圧された燃料をさらに加圧するものである。この高圧ポンプは、制御手段が気筒内用インジェクタから燃料を噴射しないように制御、つまり第2燃料噴射機構を作動させていない状態でも、内燃機関のクランクシャフトの回転により駆動し続けている。従って、高圧ポンプが第2燃料供給系から燃料を吸引する際や、余剰燃料を戻す際に脈動が発生する。この脈動は、第2燃料供給系および第1燃料供給系の通路内における燃料の圧力、つまり燃圧を変動させる。この燃圧の変動が第1燃料噴射機構に伝播する。制御手段は、内燃機関の運転状態により、第1燃料噴射機構から内燃機関の吸気通路に噴射する燃料の噴射タイミングおよび噴射量を制御するが、この第1燃料噴射機構に脈動が伝播することで、内燃機関の運転状態に基づいて決定される噴射供給量を第1燃料噴射機構から噴射できないという虞があった。つまり、内燃機関に供給すべき燃料供給量を燃料噴射装置から供給できない虞があった。

20

【0006】

この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、高圧ポンプにおいて発生した脈動が内燃機関に供給する燃料供給量に与える影響を低減できる内燃機関の燃料供給装置を提供することを目的とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、この発明では、燃料を低圧ポンプで加圧し、当該加圧された燃料を第1燃料噴射機構に供給する第1燃料供給系と、前記第1燃料供給系から分岐し、前記低圧ポンプで加圧された燃料を内燃機関の運転状態に応じて駆動する高圧ポンプでさらに加圧し、当該さらに加圧された燃料を第2燃料噴射機構に供給する第2燃料供給系と、を備える内燃機関の燃料供給装置において、前記高圧ポンプから前記第1燃料噴射機構までの通路長さは、当該高圧ポンプから第1燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が当該内燃機関の常用域回転数からはずれる長さであることを特徴する。

40

【0008】

また、この発明では、前記高圧ポンプから前記第1燃料噴射機構までの通路長さは、前記高圧ポンプから第1燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が前記常用域回転数のアイドル回転数より低くなる長さであることを特徴とする。

【0009】

また、この発明では、燃料を低圧ポンプで加圧し、当該加圧された燃料を第1燃料噴射機構に供給する第1燃料供給系と、前記第1燃料供給系から分岐し、前記低圧ポンプで加

50

圧された燃料を内燃機関の運転状態に応じて駆動する高圧ポンプでさらに加圧し、当該さらに加圧された燃料を第2燃料噴射機構に供給する第2燃料供給系と、を備える内燃機関の燃料供給装置において、前記高圧ポンプから第1燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数を変更する脈動発生回転数変更手段を備えることを特徴とする。

【0010】

また、この発明では、前記脈動発生回転数変更手段は、前記高圧ポンプから前記第1燃料噴射機構までの通路長さを変更することを特徴とする。

【0011】

また、この発明では、前記高圧ポンプから第1燃料噴射機構までの通路長さの変更は、前記高圧ポンプから第1燃料噴射機構に伝播する脈動が大きくなる内燃機関の回転数が現在の内燃機関の回転数から外れるように変更することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

この発明にかかる内燃機関の燃料供給装置は、高圧ポンプにおいて発生した脈動が第1燃料噴射機構に伝播されることを抑制すること、または各気筒群の第1燃料噴射機構ごとの燃料の噴射量のばらつきを防止すること、または第1燃料噴射機構から噴射される噴射量を低減することで高圧ポンプから発生する脈動が内燃機関に供給する燃料供給量に与える影響を低減できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施の形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの或いは実質的に同一のものが含まれる。ここで、以下に説明する燃料供給装置あるいはこの燃料供給装置を含む燃料噴射装置は、乗用車、トラックなどの車両に搭載されるガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどの内燃機関であるエンジンに燃料を供給する装置である。なお、以下の実施例では、4つの気筒を直列に備える直列4気筒エンジンあるいは3つの気筒を1つの気筒群とするV型6気筒エンジンにおける燃料供給装置を有する燃料噴射装置について説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、直列6気筒エンジン、4つの気筒を1つの気筒群とするV型8気筒エンジンなどに用いることもできる。

20

30

【実施例1】

【0014】

図1は、実施例1にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図2は、実施例1にかかる燃料噴射装置を備える内燃機関の気筒の構成例を示す図である。図1に示すように、この発明にかかる燃料噴射装置1-1は、燃料供給装置2-1と、第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3と、第2燃料噴射機構である気筒内用燃料噴射機構4と、制御手段である噴射制御装置5とにより構成されている。

【0015】

燃料供給装置2-1は、燃料を貯留する燃料タンク6と、低圧ポンプ7と、第1燃料供給系8と、高圧ポンプ9と、第2燃料供給系10とにより構成されている。低圧ポンプ7は燃料タンク6内の燃料を所定圧力(低圧)まで加圧し、吸気通路内用燃料噴射機構3に供給する電動式の低圧ポンプである。第1燃料供給系8は、少なくとも低圧ポンプ7で加圧された燃料を吸気通路内用燃料噴射機構3に供給する低圧通路8aにより構成されている。高圧ポンプ9は、図示しないエンジンのクランクシャフトに連結されたカム9aが回転することで、高圧ポンプ9内の図示しないプランジャが往復運動し、このプランジャの往復運動により、低圧通路8a内、つまり第1燃料供給系8内の低圧ポンプ7により加圧された燃料を所定圧力(高圧)までさらに加圧し、気筒内用燃料噴射機構4に供給する。つまり、高圧ポンプ9は、内燃機関であるエンジンの運転状態に応じて駆動する。なお、この高圧ポンプ9には、後述する噴射制御装置5により弁開度が制御される図示しない調量弁が備えられている。第2燃料供給系10は、少なくとも第1燃料供給系8の低圧通路

40

50

8 a の分岐部分 A から低圧ポンプ 7 で加圧された燃料を高圧ポンプ 9 に供給する分岐通路 10 a と、高圧ポンプ 9 でさらに加圧された燃料を気筒内用燃料噴射機構 4 に供給する高圧通路 10 b と、気筒内用燃料噴射機構 4 に供給された燃料のうち余剰燃料を燃料タンク 6 に戻すリリース通路 10 c とにより構成されている。

【0016】

第 2 燃料供給系 10 の分岐通路 10 a、つまり第 2 燃料供給系 10 の高圧ポンプ 9 の上流側には、後述する噴射制御装置により開閉が制御される脈動伝播抑制手段である遮断弁 10 d が設けられている。なお、7 a は、第 1 燃料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a 内の燃料の圧力が所定圧力よりも高くなった際に、低圧ポンプ 7 から吐出された燃料の一部を燃料タンク 6 に戻し、低圧通路 8 a 内、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 および高圧ポンプ 9 に供給する燃料の圧力を一定に保つレギュレータである。また、10 e は、気筒内用燃料噴射機構 4 内に供給された燃料の圧力を一定に保つための逆止弁である。10 f は、気筒内用燃料噴射機構 4 内に供給された燃料の圧力が所定圧力よりも高くなった際に、この気筒内用燃料噴射機構 4 内の燃料の一部を燃料タンク 6 に戻し、気筒内用燃料噴射機構 4 内の燃料の圧力を一定に保つリリース弁である。

10

【0017】

吸気通路内用燃料噴射機構 3 および気筒内用燃料噴射機構 4 は、図 2 に示すように、直列 4 気筒エンジンの各気筒 20 a ~ 20 d のそれぞれに対応する吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d を有する。この吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d、気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d は、電磁弁であり後述する噴射制御装置 5 により噴射タイミングやこの電磁弁に対する通電時間に基づく噴射量が制御される。吸気通路内用燃料噴射機構 3 は、第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a から供給された燃料を各吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に分配する燃料分配配管 3 e を備える。一方、気筒内用燃料噴射機構 4 は、第 2 燃料供給系 10 の高圧通路 10 b から供給された燃料を各気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に分配する燃料分配配管 4 e を備える。ここで、吸気通路内用燃料噴射機構 3 および気筒内用燃料噴射機構 4 は、エンジンの各気筒 20 a ~ 20 d のそれぞれに対応するように吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d と気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d を有するので、例えば 6 気筒エンジンの場合、吸気通路内用燃料噴射機構 3 および気筒内用燃料噴射機構 4 はそれぞれ 6 個の吸気通路内用インジェクタと気筒内用インジェクタを有することとなる。

20

30

【0018】

ここで、エンジンの各気筒 20 a ~ 20 d は、図 2 に示すように、シリンダブロック 21 と、ピストン 22 と、シリンダブロック 21 に固定されたシリンダヘッド 23 と、ピストン 22 とシリンダヘッド 23 との間に形成される燃料室 24 と、吸気弁 25 と、排気弁 26 と、吸気ポート 27 と、排気ポート 28 と、点火プラグ 29 とにより構成されている。吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d は、吸気ポート 27 と連通する吸気通路 30 内に燃料を噴射できるように備えられている。また、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d は、シリンダヘッド 23 に固定され、燃料室 24 内に燃料を直接噴射できるように備えられている。なお、22 a は、気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d から噴射された燃料を点火プラグ 29 近傍に導くための凹部である。なお、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタは、吸気通路 30 の上流側に設けられる図示しないサージタンク内に燃料を噴射し、エンジンに燃料を供給するようにしてもよい。

40

【0019】

噴射制御装置 5 は、エンジンの各所に取り付けられたセンサから例えばエンジン回転数やアクセル開度などの入力信号や、記憶部 5 c に記憶されている各種マップに基づいて、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d や気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d の噴射タイミングや噴射量、低圧ポンプ 7 の駆動/停止、高圧ポンプ 9 の調量弁の弁開度、遮断弁 10 d の開閉などを制御する出力信号を出力するものである。具体的には、上記入力信号や出力信号の入出力を行うインターフ

50

エース部 5 a と、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d や気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d の噴射タイミングや噴射量などを算出する処理部 5 b と、上記マップなどを記憶する記憶部 5 c とにより構成されている。なお、この燃料噴射装置 5 は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよい。また、処理部 5 b は、メモリおよび CPU (Central Processing Unit) により構成され、後述する燃料噴射方法に基づくプログラムをメモリにロードして実行することにより、燃料噴射方法を実現させるものであってもよい。また、エンジンを制御する ECU (Engine Control Unit) にこの燃料噴射装置 5 を組み込んでよい。さらに、記憶部 5 c は、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリ、ROM (Read Only Memory) のような読み出しのみが可能な揮発性のメモリあるいは RAM (Random Access Memory) のような読み書きが可能な揮発性のメモリ、あるいはこれらの組み合わせにより構成することができる。

10

#### 【0020】

次に、燃料噴射装置 1 - 1 の燃料噴射方法について説明する。図 3 は、実施例 1 にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。図 4 は、燃料供給量とアクセル開度とのマップの構成例を示す図である。まず、図 3 に示すように、噴射制御装置 5 の処理部 5 b は、エンジンに供給する燃料供給量  $Q$  を算出する (ステップ S T 1)。これは、記憶部 5 c に記憶されている図示しないエンジン回転数とアクセル開度とのマップと、エンジンから噴射制御装置 5 に入力されるエンジン回転数およびアクセル開度の入力信号に基づいて決定される。

20

#### 【0021】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さいか否かを判断する (ステップ S T 2)。アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から燃料の噴射領域が第 2 燃料噴射機構である気筒内用燃料噴射機構 4 のみによる噴射領域、つまり気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁しているか否かを判断する (ステップ S T 3)。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁していると判断すると、エンジンに燃料供給量  $Q$  を満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 1 は気筒内噴射を行う (ステップ S T 4)。

30

#### 【0022】

具体的には、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d は、各気筒 2 0 a ~ 2 0 d の圧縮工程末期において 1 回だけ燃料室 2 4 に燃料を噴射する。噴射された燃料は、図 2 に示すピストン 2 2 の凹部 2 2 a の表面に沿いつつ、点火プラグ 2 9 下方からシリンダヘッド 2 3 側に上昇し、吸気弁 2 5 が開かれたことにより予め燃料室 2 4 内に導入された空気と混合し、混合気を形成する。そして、この混合気が点火プラグ 2 9 により着火されることで、図示しないエンジンのクランクシャフトに回転力を与える。なお、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が閉弁していると判断すると、遮断弁 1 0 d にこの遮断弁 1 0 d を開弁させる出力信号を出力し、遮断弁 1 0 d を開弁させる (ステップ S T 5)。

#### 【0023】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  以上である場合は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_2$  よりも小さいか否かを判断する (ステップ S T 6)。アクセル開度  $L$  が所定値  $L_2$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から燃料の噴射領域が第 2 燃料噴射機構である気筒内用燃料噴射機構 4 および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 による噴射領域、つまり気筒内 / 吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁しているか否かを判断する (ステップ S T 7)。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁していると判断すると、エンジンに燃料供給量  $Q$  を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力

40

50

信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 1 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 8 )  
。

#### 【 0 0 2 4 】

具体的には、まず、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d は、図 2 に示すように、各気筒 2 0 a ~ 2 0 d の吸気工程初期において 1 回だけ吸気通路 3 0 内に燃料を噴射する。噴射された燃料は、吸気通路 3 0 内の空気と混合し混合気を形成し、吸気ポート 2 7 を介して燃料室 2 4 に導入される。次に、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d は、各気筒 2 0 a ~ 2 0 d の圧縮工程末期において 1 回だけ燃料室 2 4 に燃料を噴射する。噴射された燃料は、ピストン 2 2 の凹部 2 2 a の表面に沿いつつ、点火プラグ 2 9 下方からシリンダヘッド 2 3 側に上昇し、吸気弁 2 5 が開かれたことにより予め燃料室 2 4 内に導入された混合気とさらに混合し、点火プラグ 2 9 により着火可能な混合気を形成する。そして、この混合気が点火プラグ 2 9 により着火されることで、図示しないエンジンのクランクシャフトに回転力を与える。なお、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が閉弁していると判断すると、遮断弁 1 0 d にこの遮断弁 1 0 d を開弁させる出力信号を出力し、遮断弁 1 0 d を開弁させる (ステップ S T 9 )。

10

#### 【 0 0 2 5 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L 2 以上である場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から燃料の噴射領域が第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 のみによる噴射領域、つまり吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁しているか否かを判断する (ステップ S T 1 0 )。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が開弁していると判断すると、遮断弁 1 0 d にこの遮断弁 1 0 d を閉弁させる出力信号を出力し、遮断弁 1 0 d を閉弁させる (ステップ S T 1 1 )。遮断弁 1 0 d を閉弁すると、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a に伝播されない。つまり、第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動が伝播されることを抑制する。次に、処理部 5 b は、遮断弁 1 0 d が閉弁していると判断すると、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 1 は吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 1 2 )。このとき、各吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動が伝播しないため燃料供給量 Q と異なることはない。

20

30

#### 【 0 0 2 6 】

具体的には、まず、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d は、図 2 に示すように、各気筒 2 0 a ~ 2 0 d の吸気工程初期において 1 回だけ吸気通路 3 0 内に燃料が噴射される。噴射された燃料は、吸気通路 3 0 内の空気と混合し混合気となり、吸気ポート 2 7 を介して燃料室 2 4 に導入される。そして、この混合気が点火プラグ 2 9 により着火されることで、図示しないエンジンのクランクシャフトに回転力を与える。以上により、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

40

#### 【 0 0 2 7 】

なお、図 1 に示す高圧ポンプ 9 が備える図示しない調量弁に遮断弁 1 0 d の代わりにこの遮断弁 1 0 d と同様の動作をさせてもよい。つまり、噴射制御装置 5 が吸気通路内噴射領域であると判断した際に、高圧ポンプ 9 の調量弁を閉弁することで、第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動が伝播されないようにしてもよい。この場合は、エンジンの燃料供給装置 2 - 1 あるいは燃料供給装置 2 - 1 を備える燃料噴射装置 1 - 1 を構成する部品を増やすことなく、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量に与える影響を低減できる。

50

## 【実施例 2】

## 【0028】

図5は、実施例2にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図5に示す燃料噴射装置1-2が、図1に示す燃料噴射装置1-1と異なる点は、燃料供給装置2-2に遮断弁10dの代わりに、固定絞り8bを設けた点である。なお、図5に示す燃料噴射装置1-2の基本的構成は、図1に示す燃料噴射装置1-1の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。

## 【0029】

第1燃料供給系8の低圧通路8aには、第2燃料供給系10が分岐する部分Aと第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3との間に脈動伝播抑制手段である固定絞り8bが設けられている。ここで、高圧ポンプ9において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播した際に、伝播した脈動を小さくする、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内に供給された燃料の圧力変動幅を小さくするように、固定絞り8bの絞り量を設定する。このとき、固定絞り8bの絞り量を大きくしすぎると、第1燃料供給系8に供給される燃料の流量が低流量である場合に、固定絞り8bを通過し、吸気通路内用燃料噴射機構3に供給された燃料が吸気通路内用インジェクタ3a~3dから噴射できなくなるため、少なくとも吸気通路内用インジェクタ3a~3dから燃料を噴射できる絞り量とすることが好ましい。

10

## 【0030】

次に、燃料噴射装置1-2の燃料噴射方法について説明する。図6は、実施例2にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。なお、図6に示す燃料噴射装置1-2の燃料噴射方法は、図3に示す燃料噴射装置1-1の燃料噴射方法と基本的なフローは同一なので簡略化して説明する。まず、図6に示すように、噴射制御装置5の処理部5bは、エンジンに供給する燃料供給量Qを算出する(ステップST1)。

20

## 【0031】

次に、処理部5bは、アクセル開度Lが所定値L1よりも小さいか否かを判断する(ステップST2)。アクセル開度Lが所定値L1よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置5は、図4に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部5bは、エンジンに燃料供給量Qを満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構4の気筒内用インジェクタ4a~4dに噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置1-2は気筒内噴射を行う(ステップST4)。

30

## 【0032】

次に、処理部5bは、アクセル開度Lが所定値L1以上である場合は、アクセル開度Lが所定値L2よりも小さいか否かを判断する(ステップST6)。アクセル開度Lが所定値L2よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置5は、図4に示すように、気筒内/吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、エンジンに燃料供給量Qを満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3a~3dおよび気筒内用燃料噴射機構4の気筒内用インジェクタ4a~4dに噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置1-2は気筒内/吸気通路内噴射を行う(ステップST8)。ここで、高圧ポンプ9において発生した脈動は、第2燃料供給系10の分岐通路10aを介して第1燃料供給系8の低圧通路8aに伝播する。低圧通路8aに伝播された脈動は、この低圧通路8aの固定絞り8bにより脈動の大きさが小さくされる。すなわち、この固定絞り8bの下流側の低圧通路8aおよび第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播される脈動、つまり燃料の圧力変動幅が固定絞り8bの上流側の燃料の圧力変動幅よりも小さくなる。従って、第1燃料噴射機構および第2燃料噴射機構の両方でエンジンに燃料を供給する気筒内/吸気通路内噴射においても、吸気通路内用インジェクタ3a~3dの燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構3に高圧ポンプ9において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量Qと略同一とすることができ

40

50

## 【 0 0 3 3 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_2$  以上である場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量  $Q$  を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 2 は吸気通路内噴射を行う（ステップ S T 1 2）。ここでも、上記と同様に、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が低圧通路 8 a に伝播されても、この低圧通路 8 a の固定絞り 8 b により脈動の大きさが小さくされる。すなわち、この固定絞り 8 b の下流側の低圧通路 8 a および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動、つまり燃料の圧力変動幅が固定絞り 8 b の上流側の燃料の圧力変動幅よりも小さくなる。従って、第 1 燃料噴射機構のみによりエンジンに燃料を供給する吸気通路内噴射において、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量  $Q$  と略同一とすることができる。以上により、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

10

## 【 実施例 3 】

## 【 0 0 3 4 】

図 7 は、実施例 3 にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図 7 に示す燃料噴射装置 1 - 3 が、図 5 に示す燃料噴射装置 1 - 2 と異なる点は、固定絞り弁 8 b の代わりにエンジンの運転状態により絞り量が変化する可変絞り 8 c を設けた点である。なお、図 7 に示す燃料噴射装置 1 - 3 の基本的構成は、図 5 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。

20

## 【 0 0 3 5 】

第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a には、第 2 燃料供給系 1 0 が分岐する部分 A と第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 との間に脈動伝播抑制手段である可変絞り 8 c が設けられている。この可変絞り 8 c は、その絞り量を噴射制御装置 5 からの出力信号により制御されるものである。

30

## 【 0 0 3 6 】

次に、燃料噴射装置 1 - 3 の燃料噴射方法について説明する。図 8 は、実施例 3 にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。ここでは、エンジンの運転状態として、第 1 燃料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a 内に供給される燃料の燃料流量の変化に基づく燃料噴射方法について説明する。なお、図 8 に示す燃料噴射装置 1 - 3 の燃料噴射方法は、図 6 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の燃料噴射方法と基本的なフローは同一なので簡略化して説明する。まず、図 8 に示すように、噴射制御装置 5 の処理部 5 b は、エンジンに供給する燃料供給量  $Q$  を算出する（ステップ S T 1）。

## 【 0 0 3 7 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さいか否かを判断する（ステップ S T 2）。アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、可変絞り 8 c の絞り量を 0、つまり絞らないように出力信号をこの可変絞り 8 c に出力する（ステップ S T 1 3）。これは、エンジンへの燃料の供給が気筒内噴射により行われる場合に、可変絞り 8 c の絞り量を 0 とし、絞り量が変動することを防止することで、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内インジェクタ 4 a ~ 4 d から噴射される燃料の噴射量とエンジンに供給する燃料の燃料供給量  $Q$  とが異なるようにするためである。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量  $Q$  を満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は気筒内噴射を行う（ス

40

50

テップ S T 4 )。

【 0 0 3 8 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L 1 以上である場合は、第 1 燃料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a 内に供給される燃料の燃料流量  $Q'$  が所定値  $Q_1$  よりも大きい  
か否かを判断する (ステップ S T 1 4 )。ここで、燃料流量  $Q'$  は、低圧ポンプ 7 の駆動  
状態より算出されるものである。また、所定値  $Q_1$  は、少なくとも吸気通路内用燃料噴射  
機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d が燃料を噴射するために必要とする第 1 燃  
料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a 内の燃料流量である。次に、処理部 5 b は、燃料流量  
 $Q'$  が所定値  $Q_1$  よりも大きい場合は、可変絞り 8 c にその絞り量が燃料流量  $Q'$  に定数  
をかけた量となるよう出力信号を出力する (ステップ S T 1 5 )。つまり、噴射制御装  
置 5 は、燃料流量  $Q'$  が増加するとそれに比例して可変絞り 8 c の絞り量が大きくなるよ  
うに可変絞り 8 c の絞り量を制御する。なお、処理部 5 b は、燃料流量  $Q'$  が所定値  $Q_1$   
以下である場合は、可変絞り 8 c の絞り量を 0、つまり絞らないよう出力信号をこの可  
変絞り 8 c に出力する (ステップ S T 1 6 )。これは、燃料流量  $Q'$  が所定値  $Q_1$  以下で  
ある場合に可変絞り 8 c を絞ることで、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用イン  
ジェクタ 3 a ~ 3 d から燃料を噴射できなくことを防止するためである。

10

【 0 0 3 9 】

次に、処理部 5 b は、可変絞り 8 c の絞り量を制御した後、アクセル開度 L が所定値 L  
2 よりも小さいか否かを判断する (ステップ S T 6 )。アクセル開度 L が所定値 L 2 より  
も小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、気筒内 / 吸気通  
路内噴射領域であると判断する。次に、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給する  
ため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内  
用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出  
力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 8  
)。ここで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、第 2 燃料供給系 1 0 の分岐通路 1 0  
a を介して第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a に伝播する。このとき、低圧通路 8 a の可変  
絞り 8 c は、その絞り量をエンジンの運転状態、つまり第 1 燃料供給系 8 を構成する低  
圧通路 8 a に供給される燃料流量  $Q'$  の増加に比例して大きくする。従って、吸気通路内用  
燃料噴射機構 3 に伝播された脈動は小さくなる。すなわち、この可変絞り 8 c の下流側の  
低圧通路 8 a および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈  
動、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が可変絞り 8 c の上流側の  
燃料の圧力変動幅よりも小さくなる。これにより、第 1 燃料噴射機構および第 2 燃料噴射  
機構の両方でのエンジンに燃料を供給する気筒内 / 吸気通路内噴射においても、吸気通路  
内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポン  
プ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量 Q と略同一とすることがで  
きる。

20

30

【 0 0 4 0 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L 2 以上である場合は、制御手段である  
噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処  
理部 5 b は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴  
射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信  
号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 1 2 )。ここで  
、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、第 2 燃料供給系 1 0 の分岐通路 1 0 a を介して  
第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a に伝播する。このとき、低圧通路 8 a の可変絞り 8 c は  
、その絞り量をエンジンの運転状態、つまり第 1 燃料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a に  
供給される燃料流量  $Q'$  の増加に比例して大きくする。従って、吸気通路内用燃料噴射機  
構 3 に伝播された脈動は小さくなる。すなわち、この可変絞り 8 c の下流側の低圧通路 8  
a および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動、つまり  
吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が可変絞り 8 c の上流側の燃料の圧力  
変動幅よりも小さくなる。これにより、第 1 燃料噴射機構のみによりエンジンに燃料を供

40

50

給する吸気通路内噴射において、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量  $Q$  と略同一とすることができる。以上により、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

#### 【 0 0 4 1 】

なお、ステップ S T 1 6 において、可変絞り 8 c が絞り量 0 となるように処理部 5 b がこの可変絞り 8 c に出力信号を出力した場合は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L 2$  よりも小さいか否かを判断する。(ステップ S T 6)。そして、アクセル開度  $L$  が所定値  $L 2$  よりも小さい場合は、燃料噴射装置 1 - 3 が気筒内 / 吸気通路内噴射を行い(ステップ S T 8)、アクセル開度  $L$  が所定値  $L 2$  以上である場合は、燃料噴射装置 1 - 3 が吸気通路内噴射を行う(ステップ S T 1 2)。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、燃料噴射装置 1 - 3 の他の燃料噴射方法について説明する。図 9 は、燃料の圧力変動幅とエンジン回転数との関係を示す図である。図 1 0 は、実施例 3 にかかる燃料噴射装置の他の噴射制御フローを示す図である。図 1 1 は、可変絞りの絞り量とエンジン回転数とのマップである。ここでは、燃料供給装置 1 - 3 の運転状態として、エンジンのエンジン回転数  $N e$  に基づく燃料噴射方法について説明する。なお、図 1 0 に示す燃料噴射装置 1 - 3 の燃料噴射方法は、図 8 に示す燃料噴射装置 1 - 3 の燃料噴射方法と基本的なフローは同一なので簡略化して説明する。

#### 【 0 0 4 3 】

図 9 に示すように、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、エンジン回転数  $N e$  が上昇するに伴い大きくなる。つまり、高圧ポンプ 9 内の燃料に圧力変動幅が大きくなる。これは、高圧ポンプ 9 を駆動、つまり高圧ポンプ 9 のプランジャを往復運動させるカム 9 a がエンジンのクランクシャフトの回転に伴い回転するためである。一方、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が第 2 燃料供給系 1 0 の分岐通路 1 0 a および第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a を介して吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されると、この吸気通路内用燃料噴射機構 3 における脈動は、高圧ポンプ 9 における脈動の特性とは異なる特性となる。具体的には、エンジン回転数  $N e$  が所定のエンジン回転数となるまで脈動は大きく、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が大きくなる。また、所定のエンジン回転数  $N e$  において脈動の大きさがピーク、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅がピーク  $B$  となる。エンジン回転数  $N e$  がこの所定のエンジン回転数を過ぎると、エンジン回転数  $N e$  の上昇に対応して脈動は小さく、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が小さくなる。従って、所定のエンジン回転数において、吸気通路内用燃料噴射機構 3 における脈動の大きさ、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅は最大となる。この吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が最大となる所定のエンジン回転数は、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 までの通路長さにより決定される。図 1 0 に示す燃料噴射装置の他の噴射制御フローは、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播した脈動により、この吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅がピーク  $B$  となる所定のエンジン回転数の時に可変絞り 8 c の絞り量が最大となるようにするものである。

#### 【 0 0 4 4 】

まず、図 1 0 に示すように、噴射制御装置 5 の処理部 5 b は、エンジンに供給する燃料供給量  $Q$  を算出する(ステップ S T 1)。次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L 1$  よりも小さいか否かを判断する(ステップ S T 2)。アクセル開度  $L$  が所定値  $L 1$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、可変絞り 8 c の絞り量を 0、つまり絞らないように出力信号をこの可変絞り 8 c に出力する(

10

20

30

40

50

ステップ S T 1 3 )。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は気筒内噴射を行う (ステップ S T 4 )。

#### 【 0 0 4 5 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L 1 以上である場合は、現在のエンジン回転数  $N_e$  が記憶部 5 c に記憶されている図 1 1 に示すマップにおけるエンジン回転数  $N_{e1}$  から  $N_{e2}$  の範囲内であるか否かを判断する (ステップ S T 1 7 )。同図に示すマップは、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動により吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が大きくなると可変絞り 8 c の絞り量を大きくし、この燃料の圧力変動幅が小さくなると可変絞り 8 c の絞り量を小さくするものである。また、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動により吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動が開始する際のエンジン回転数を  $N_{e1}$  とし、圧力変動が終了する際のエンジン回転数を  $N_{e2}$  とするものである。次に、処理部 5 b は、現在のエンジン回転数  $N_e$  がエンジン回転数  $N_{e1}$  から  $N_{e2}$  の範囲内である場合は、同図に示すマップに基づいて可変絞り 8 c の絞り量を算出し、可変絞り 8 c に絞り量の出力信号を出力する (ステップ S T 1 8 )。なお、処理部 5 b は、現在のエンジン回転数  $N_e$  がエンジン回転数  $N_{e1}$  から  $N_{e2}$  の範囲外である場合は、可変絞り 8 c の絞り量を 0、つまり絞らないよう出力信号をこの可変絞り 8 c に出力する (ステップ S T 1 6 )。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、処理部 5 b は、可変絞り 8 c の絞り量を制御した後、アクセル開度 L が所定値 L 2 よりも小さいか否かを判断する (ステップ S T 6 )。アクセル開度 L が所定値 L 2 よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、気筒内 / 吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 8 )。ここで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、第 2 燃料供給系 1 0 の分岐通路 1 0 a を介して第 1 燃料供給系 8 の低压通路 8 a に伝播する。このとき、低压通路 8 a の可変絞り 8 c は、その絞り量をエンジンの運転状態、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が発生するエンジン回転数に基づいて大きくする。従って、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動は小さくなる。すなわち、この可変絞り 8 c の下流側の低压通路 8 a および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が可変絞り 8 c の上流側の燃料の圧力変動幅よりも小さくなる。これにより、第 1 燃料噴射機構および第 2 燃料噴射機構の両方でのエンジンに燃料を供給する気筒内 / 吸気通路内噴射においても、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量 Q と略同一とすることができる。

#### 【 0 0 4 7 】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L 2 以上である場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 3 は吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 1 2 )。ここで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動は、第 2 燃料供給系 1 0 の分岐通路 1 0 a を介して第 1 燃料供給系 8 の低压通路 8 a に伝播する。このとき、低压通路 8 a の可変絞り 8 c は、その絞り量をエンジンの運転状態、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が発生するエンジン回転数に基づいて大きくする。従って、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動は小さくなる。すなわち、この可変絞り 8 c の下流側の低压通路

8 a および第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動、つまり吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が可変絞り 8 c の上流側の燃料の圧力変動幅よりも小さくなる。これにより、第 1 燃料噴射機構のみによりエンジンに燃料を供給する吸気通路内噴射において、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量 Q と略同一とすることができる。以上により、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

10

**【0048】**

なお、ステップ S T 1 6 において、可変絞り 8 c が絞り量 0 となるように処理部 5 b がこの可変絞り 8 c に出力信号を出力した場合は、アクセル開度 L が所定値 L 2 よりも小さいか否かを判断する。(ステップ S T 6)。そして、アクセル開度 L が所定値 L 2 よりも小さい場合は、燃料噴射装置 1 - 3 が気筒内 / 吸気通路内噴射を行い(ステップ S T 8)、アクセル開度 L が所定値 L 2 以上である場合は、燃料噴射装置 1 - 3 が吸気通路内噴射を行う(ステップ S T 1 2)。

**【実施例 4】****【0049】**

図 1 2 は、実施例 4 にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図 1 2 に示す燃料噴射装置 1 - 4 が、図 1 に示す燃料噴射装置 1 - 1 と異なる点は、燃料供給装置 2 - 4 に遮断弁 1 0 d の代わりに、逆止弁 8 d を設けた点である。なお、図 1 2 に示す燃料噴射装置 1 - 4 の基本的構成は、図 1 に示す燃料噴射装置 1 - 1 の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。また、燃料噴射装置 1 - 4 の燃料噴射方法は、図 6 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の燃料噴射方法と同様であるのでその説明も省略する。

20

**【0050】**

第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a には、第 2 燃料供給系 1 0 が分岐する部分 A と第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 との間に脈動伝播抑制手段である逆止弁 8 d が設けられている。なお、8 e は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の過昇圧を防ぐ安全弁である。

30

**【0051】**

図 1 3 - 1 は、逆止弁上流側の低圧通路内の燃料の圧力変動幅を示す図である。図 1 3 - 2 は、逆止弁下流側の低圧通路内の燃料の圧力変動幅を示す図である。高圧ポンプ 9 から第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a に伝播された脈動による低圧通路 8 a 内の燃料の圧力変動幅は、図 1 3 - 1 に示すように一定の周期で上限と下限が表れる曲線となる。ここで、逆止弁 8 d は、その下流側の燃料の圧力よりも上流側の燃料の圧力が高くなければ開弁されない。従って、逆止弁 8 d 下流側の吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力は、この逆止弁 8 d により逆止弁 8 d 上流側の低圧通路 8 a 内の燃料の圧力よりも一定の高い圧力で維持される。この一定の高い圧力とは、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料供給系 8 を構成する低圧通路 8 a に伝播された脈動による逆止弁 8 d 上流側の低圧通路 8 a 内の燃料の圧力変動幅の上限近傍である。つまり、吸気通路内用燃料供給機構 3 内の燃料の圧力変動幅は、図 1 3 - 2 に示すように、逆止弁 8 d 上流側の低圧通路 8 a 内の燃料の圧力変動幅の上限近傍のみとなる。従って、燃料噴射装置 1 - 4 が気筒内 / 吸気通路内噴射あるいは吸気通路内噴射を行う際に、第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量 Q と略同一とすることができる。これにより、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路

40

50

内用インジェクタ3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。また、上述のように、吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力は、一定の高い圧力で維持されるので、吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3 a ~ 3 d から噴射される燃料の微粒化が図れ、エンジンの燃焼効率やエミッションを向上することができる。

#### 【0052】

なお、上記燃料噴射装置1 - 4において、低圧ポンプ7の駆動を停止してもよい。これは、上述のように逆止弁8 dは、その下流側である吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力よりも上流側である第1燃料供給系8の低圧通路8 a内の燃料の圧力が高くなければ開弁されない。従って、吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料が上記一定の高い圧力で維持されている場合は、低流量であれば高圧ポンプ9を駆動することで、第2燃料噴射機構である気筒内用燃料噴射機構4に燃料を供給することができる。つまり、低圧ポンプ7の駆動を停止しても、燃料噴射装置1 - 4が気筒内噴射を行う際には高圧ポンプ9により気筒内用燃料噴射機構4に燃料を供給することができる。これにより、低圧ポンプ7を駆動する際の消費電力を低減できる。

10

#### 【実施例5】

#### 【0053】

図14は、実施例5にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図14に示す燃料噴射装置1 - 5が、図1に示す燃料噴射装置1 - 1と異なる点は、燃料供給装置2 - 5に遮断弁10 dを設けていない点である。なお、図14に示す燃料噴射装置1 - 5の基本的構成は、図1に示す燃料噴射装置1 - 1の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。また、燃料噴射装置1 - 5の燃料噴射方法は、図6に示す燃料噴射装置1 - 2の燃料噴射方法と同様であるのでその説明も省略する。

20

#### 【0054】

上述のように、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が大きくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が最大となる所定のエンジン回転数は、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さにより決定される。特にこの通路長さを長くすると、吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が最大となる所定のエンジン回転数は低い回転数となる。

#### 【0055】

図14に示す燃料噴射装置1 - 5は、高圧ポンプ9から第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHを高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が大きくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が最大となる所定のエンジン回転数がエンジンの常用域回転数、例えば500rpm ~ 7000rpmから外れる長さとなるように設定する。つまり、燃料噴射装置1 - 5が気筒内/吸気通路内噴射あるいは吸気通路内噴射を行うエンジンの常用域回転数では、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が大きくなり、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が最大とならない。従って、燃料噴射装置1 - 5が気筒内/吸気通路内噴射あるいは吸気通路内噴射を行う際に、第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3 a ~ 3 dの燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構3に高圧ポンプ9において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量Qと略同一とすることができる。これにより、高圧ポンプ9において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3 a ~ 3 dから噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。ここで、通路長さHとは、第2燃料供給系10の分岐通路10 aと第2燃料供給系10が分岐する部分Aから吸気通路内用燃料噴射機構3までの第1燃料供給系8を構成する低圧通路8 aとを合わせた通路長さである。

30

40

#### 【0056】

なお、通路長さHは、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が大きくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が最大となる所

50

定のエンジン回転数がエンジンの常用域回転数のアイドル回転数より低くなるように設定することが好ましい。これは、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 までの通路長さを長く設定することは容易行えるからである。

【実施例 6】

【0057】

図 15 は、実施例 6 にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図 16 は、燃料の圧力変動幅とエンジン回転数との関係を示す図である。図 15 に示す燃料噴射装置 1 - 6 が、図 1 に示す燃料噴射装置 1 - 1 と異なる点は、燃料供給装置 2 - 6 に遮断弁 10 d の代わりに、切替弁 8 f と延長通路 8 g を設けた点である。なお、図 15 に示す燃料噴射装置 1 - 6 の基本的構成は、図 1 に示す燃料噴射装置 1 - 1 の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。

10

【0058】

第 1 燃料供給系 8 の低圧通路 8 a には、第 2 燃料供給系 10 が分岐する部分 A と第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 との間に脈動発生回転数変更手段である切替弁 8 f および延長通路 8 g が設けられている。この切替弁 8 f は、切替弁 8 f 上流側の低圧通路 8 a 内の燃料を第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に供給する際に、切替弁 8 f 下流側の低圧通路 8 a による直接供給あるいは延長通路 8 g を介しての供給のいずれかに切り替えるものである。なお、切替弁 8 f は、その切替を噴射制御装置 5 からの出力信号により制御されるものである。

【0059】

ここで、切替弁 8 f により切替弁 8 f 下流側の低圧通路 8 a による直接供給を行う際の高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 までの通路長さ H を H1 とし、切替弁 8 f により延長通路 8 g を介して供給を行う際の高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 までの通路長さ H を H2 とすると、H2 は H1 よりも長くなる。通路長さ H を H1 とした場合において、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動による吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅の特性は、図 16 に示す D となる。また、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動が大きくなる、つまり圧力変動幅のピーク B となる所定のエンジン回転数は、Ne3 となる。一方、通路長さ H を H2 とした場合において、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動による吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅の特性は、同図に示す E となる。また、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播された脈動が大きくなる、つまり圧力変動幅のピーク C となる所定のエンジン回転数は、通路長さ H2 が H1 よりも長い場合、所定のエンジン回転数 Ne3 よりも低い回転数 Ne4 となる。すなわち、切替弁 8 f により高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 までの通路長さを変更切り替えることで、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播する脈動が大きくなるエンジンの回転数を変更することができる。

20

30

【0060】

次に、燃料噴射装置 1 - 6 の燃料噴射方法について説明する。図 17 は、実施例 6 にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。なお、図 17 に示す燃料噴射装置 1 - 6 の燃料噴射方法は、図 6 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の燃料噴射方法と基本的なフローは同一なので簡略化して説明する。まず、図 17 に示すように、噴射制御装置 5 の処理部 5 b は、エンジンに供給する燃料供給量 Q を算出する（ステップ ST1）。

40

【0061】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度 L が所定値 L1 よりも小さいか否かを判断する（ステップ ST2）。アクセル開度 L が所定値 L1 よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 6 は気筒内噴射を行う（ステップ ST4）。

50

## 【0062】

次に、処理部5bは、アクセル開度Lが所定値L1以上である場合は、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ が所定値 $N_{e5}$ よりも小さいか否かを判断する(ステップST19)。ここで、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ は、噴射制御装置5に入力されるエンジン回転数である。また、所定値 $N_{e5}$ は、図16に示すように、通路長さHをH1とした場合における吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅の特性Dと、通路長さHをH2とした場合における吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅の特性Eとが交差する点Fにおけるエンジン回転数である。次に、処理部5bは、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ が所定値 $N_{e5}$ よりも小さい場合は、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHがH1となるように変更する(ステップST20)。つまり、処理部5bは、切替弁8fにこの切替弁8f上流側の低圧通路8a内の燃料を切替弁8f下流側の低圧通路8aから直接吸気通路内用燃料噴射機構3に供給できるように出力信号を出力する。一方、処理部5bは、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ が所定値 $N_{e5}$ 以上の場合は、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHがH2となるように変更する(ステップST21)。つまり、処理部5bは、切替弁8fにこの切替弁8f上流側の低圧通路8a内の燃料を延長通路8gを介して直接吸気通路内用燃料噴射機構3に供給できるように出力信号を出力する。上記は、高圧ポンプ9から第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播する脈動が大きくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅がピークとなるエンジンの回転数が現在の内燃機関の回転数から外れるように変更するものである。

10

20

## 【0063】

次に、処理部5bは、切替弁8fにより、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHを切り替えた後、アクセル開度Lが所定値L2よりも小さいか否かを判断する(ステップST6)。アクセル開度Lが所定値L2よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置5は、図4に示すように、気筒内/吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、エンジンに燃料供給量Qを満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3a~3dおよび気筒内用燃料噴射機構4の気筒内用インジェクタ4a~4dに噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置1-6は気筒内/吸気通路内噴射を行う(ステップST8)。ここで、高圧ポンプ9において発生した脈動は、吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播する。このとき、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHは、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ において、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が小さくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が小さくなるように、切替弁8fにより通路長さH1あるいはH2のいずれかに切り替えられている。従って、吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播される脈動は小さくなる。これにより、第1燃料噴射機構および第2燃料噴射機構の両方でのエンジンに燃料を供給する気筒内/吸気通路内噴射においても、吸気通路内用インジェクタ3a~3dの燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構3に高圧ポンプ9において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量Qと略同一とすることができる。

30

## 【0064】

次に、処理部5bは、アクセル開度Lが所定値L2以上である場合は、制御手段である噴射制御装置5は、図4に示すように、吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部5bは、エンジンに燃料供給量Qを満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構3の吸気通路内用インジェクタ3a~3dに噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置1-6は吸気通路内噴射を行う(ステップST12)。ここで、高圧ポンプ9において発生した脈動は、吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播する。このとき、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3までの通路長さHは、現在のエンジン回転数 $N_{e'}$ において、高圧ポンプ9から吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播された脈動が小さくなる、つまり吸気通路内用燃料噴射機構3内の燃料の圧力変動幅が小さくなるように、切替弁8fにより通路長さH1あるいはH2のいずれかに切り替えられている。

40

50

従って、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動は小さくなる。これにより、第 1 燃料噴射機構のみによりエンジンに燃料を供給する吸気通路内噴射において、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動の伝播を抑制できるため燃料供給量 Q と略同一とすることができる。以上により、高圧ポンプ 9 において発生した脈動が吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播されることを抑制することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

【実施例 7】

【0065】

図 18 は、実施例 7 にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図 18 に示す燃料噴射装置 1 - 7 は、3 つの気筒を 1 つの気筒群とする V 型 6 気筒エンジンにおける燃料供給装置を有する燃料噴射装置である。ここで、各気筒群はエンジンの左右のバンクに備えられている。なお、図 18 に示す燃料噴射装置 1 - 7 の基本的構成は、図 1 に示す燃料噴射装置 1 - 1 の基本的構成と同様であるため、その説明は簡略化する。また、燃料噴射装置 1 - 7 の燃料噴射方法は、図 6 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の燃料噴射方法と同様であるのでその説明も省略する。

【0066】

同図に示すように、この発明にかかる燃料噴射装置 1 - 7 は、燃料供給装置 2 - 7 と、第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 と、第 2 燃料噴射機構である右側気筒内用燃料噴射機構 4 1 および左側気筒内用燃料噴射機構 4 2 と、制御手段である噴射制御装置 5 とにより構成されている。

【0067】

燃料供給装置 2 - 7 の第 1 燃料供給系 8 は、低圧通路 8 a と、この低圧通路 8 a 内の燃料を分岐部分 D から右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 に供給する右側分岐通路 8 h と、分岐部分 D から左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 に供給する左側分岐通路 8 i とにより構成されている。ここで、右側分岐通路 8 h と左側分岐通路 8 i との通路長さは異なっている。つまり、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 までの通路長さと、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 までの通路長さとが異なっている。第 2 燃料供給系 10 は、分岐通路 10 a と、高圧ポンプ 9 でさらに加圧された燃料を気筒内用燃料噴射機構 4 の右側気筒内用燃料噴射機構 4 1 および左側気筒内用燃料噴射機構 4 2 に供給する高圧通路 10 b と、右側気筒内用燃料噴射機構 4 1 と左側気筒内用燃料噴射機構 4 2 とを連通する連通路 10 g と、リリース通路 10 c とにより構成されている。

【0068】

右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および右側気筒内用燃料噴射機構 4 1 は、図示しない右側バンクに備えられた 3 つの気筒の各気筒に対応する右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c および右側気筒内用インジェクタ 4 1 a ~ 4 1 c を有する。一方、左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 および左側気筒内用燃料噴射機構 4 2 は、図示しない左側バンクに備えられた 3 つの気筒の各気筒に対応する左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 a ~ 3 2 c および左側気筒内用インジェクタ 4 2 a ~ 4 2 c を有する。右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 は、それぞれ右側分岐通路 8 h および左側分岐通路 8 i から供給された燃料を右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c に分配する燃料分配配管 3 1 d および左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 a ~ 3 2 c に分配する燃料分配配管 3 2 d を備える。一方、右側気筒内用燃料噴射機構 4 1 および左側気筒内用燃料噴射機構 4 2 は、それぞれ第 2 燃料供給系 10 の高圧通路 10 b あるいは連通路 10 g から供給された燃料を右側気筒内用インジェクタ 4 1 a ~ 4 1 c に分配する燃料分配配管 4 1 d および左側気筒内用インジェクタ 4 2 a ~ 4 2 c に分配する燃料分配配管 4 2 d を備える。

【0069】

10

20

30

40

50

ここで、右側分岐通路 8 h および左側分岐通路 8 i の通路長さが同じ場合の問題点を説明する。図 19 - 1 は、通路長さが同じ場合の燃料の圧力変動幅を示す図である。図 19 - 2 は、通路長さが異なる場合の燃料の圧力変動幅を示す図である。図 19 - 1 に示すように、右側分岐通路 8 h および左側分岐通路 8 i の通路長さが同じであると、高圧ポンプ 9 から右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 に伝播される脈動による右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力変動幅の周期の位相は同じになる。燃料噴射装置 1 - 7 が気筒内 / 吸気通路内噴射あるいは吸気通路内噴射を行いエンジンに燃料を供給する場合は、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 の右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c と左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 の左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 a ~ 3 2 c とから交互に燃料を噴射する。つまり、同図に示すように、右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 a、左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 a、右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 b、左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 b、右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 c、左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 c となる順番で各インジェクタから燃料を噴射する。このとき、各インジェクタ 3 1 a ~ 3 2 c の噴射タイミングが、上記燃料の圧力変動幅の半周期であると、右側吸気通路内用インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c は右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内の燃料の圧力変動幅の上限の時に燃料を噴射し、左側吸気通路内用インジェクタ 3 2 a ~ 3 2 c は左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力変動幅の下限の時に燃料を噴射することとなる。噴射制御装置 5 により各インジェクタ 3 1 a ~ 3 2 c の弁開度時間、すなわち通電時間が同一であると、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 から噴射される燃料の噴射量と左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 から噴射される燃料の噴射量とにばらつきが生じてしまう。

#### 【0070】

そこで、この発明にかかる燃料供給装置 2 - 7 を有する燃料噴射装置 1 - 7 は、右側分岐通路 8 h と左側分岐通路 8 i との通路長さを異ならせ、高圧ポンプ 9 から右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 に伝播される脈動の位相に対して、高圧ポンプ 9 から左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 に伝播される脈動の位相を反転させる。これにより、図 19 - 2 示すように、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内の燃料の圧力変動の周期の位相に対して、左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力変動幅の周期の位相が反転する。従って、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 から噴射される燃料の噴射量と左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 から噴射される燃料の噴射量とのばらつきを防止することができる。以上により、各気筒群の第 1 燃料噴射機構ごとの燃料の噴射量のばらつきを防止することで、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 の各インジェクタ 3 1 a ~ 3 2 c から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

#### 【0071】

なお、上記燃料噴射装置 1 - 7 において、噴射制御装置 5 は、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 に伝播する脈動の所定位相に基づいて、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 からの燃料の噴射を制御する。つまり、噴射制御装置 5 は、脈動の所定位相において、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 から燃料を噴射させる。ここで、脈動の所定位相とは、脈動の上限あるいは下限、つまり、第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力変動の上限あるいは下限である。従って、第 1 燃料噴射機構である右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力変動が上限の際に、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 から燃料を噴射させる場合は、噴射された燃料の微粒化が図れ、エンジンの燃焼効率やエミッションを向上することができる。また、上記燃料の圧力変動が下限の際に、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 および左側吸

気通路内用燃料噴射機構 3 2 から燃料を噴射させる場合は、低圧ポンプ 7 により右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内に供給され燃料の圧力よりも、右側吸気通路内用燃料噴射機構 3 1 内および左側吸気通路内用燃料噴射機構 3 2 内の燃料の圧力が低くなる、これにより、各インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c の他ダイナミックレンジを改善、つまり各インジェクタ 3 1 a ~ 3 1 c からより少ない燃料を噴射することができる。

【実施例 8】

【0072】

図 20 は、実施例 8 にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。図 20 に示す燃料噴射装置 1 - 8 が図 14 に示す燃料噴射装置 1 - 5 と異なる点は、燃圧センサ 3 f が設けられている点である。なお、図 20 に示す燃料噴射装置 1 - 8 の基本的構成は、図 14 に示す燃料噴射装置 1 - 5 の基本的構成と同様であるため、その説明は省略する。

10

【0073】

第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に燃圧センサ 3 f が設けられている。この燃圧センサ 3 f は、吸気通路内用燃料噴射機構 3 内、つまり燃料分配配管 3 e 内の燃料の圧力を検出するものである。燃圧センサ 3 f において検出した燃料分配配管 3 e 内の燃料の圧力の出力信号は、噴射制御装置 5 に入力される。

【0074】

次に、この実施例 8 にかかる燃料噴射装置の燃料噴射方法について説明する。図 21 は、実施例 8 にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。なお、図 21 に示す燃料噴射装置の燃料噴射方法は、図 6 に示す燃料噴射装置 1 - 2 の燃料噴射方法と基本的なフローは同一なので簡略化して説明する。まず、図 21 に示すように、噴射制御装置 5 の処理部 5 b は、エンジンに供給する燃料供給量  $Q$  を算出する（ステップ S T 1）。

20

【0075】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さいか否かを判断する（ステップ S T 2）。アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、内燃機関であるエンジンの運転状態から気筒内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量  $Q$  を満たす燃料を供給するため、気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 8 は気筒内噴射を行う（ステップ S T 4）。

30

【0076】

次に、処理部 5 b は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_1$  以上である場合は、アクセル開度  $L$  が所定値  $L_2$  よりも小さいか否かを判断する（ステップ S T 6）。アクセル開度  $L$  が所定値  $L_2$  よりも小さい場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、気筒内 / 吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動が大きいか否かを判断する（ステップ S T 2 2）。高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動が大きくなると、吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力変動幅が大きくなる。従って、噴射制御装置 5 は、燃圧センサ 3 f から出力された吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の圧力の出力信号を入力することで、高圧ポンプ 9 から吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動が大きいか否かを判断することができる。

40

【0077】

次に、処理部 5 b は、脈動が大きいと判断した場合は、この脈動の大きさに比例して気筒内噴射の増加量を算出する（ステップ S T 2 3）。気筒内 / 吸気通路内噴射において、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の噴射量および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d から噴射される燃料の噴射量は、図 4 に示すようにマップにより決定されている。ここでは、エンジンに供給すべき燃料供給量  $Q$  は変化させずに、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射

50

量を減少させて、気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d から噴射される燃料の噴射量を増加させる。つまり、吸気通路内噴射によりエンジンに供給される燃料供給量と、気筒内噴射によりエンジンに供給される燃料供給量との割合を変更する。次に、処理部 5 b は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、ステップ S T 2 3 で算出された気筒内噴射の増加量に基づいて、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 8 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 8)。これにより、第 1 燃料噴射機構および第 2 燃料噴射機構の両方でのエンジンに燃料を供給する気筒内 / 吸気通路内噴射領域において、吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の燃料の噴射量を減少させるので、吸気通路内用燃料噴射機構 3 に高圧ポンプ 9 において発生した脈動が伝播しても、高圧ポンプ 9 において発生した脈動がエンジンに供給する燃料供給量、特に第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d から噴射される燃料の噴射量に与える影響を低減できる。

10

## 【 0 0 7 8 】

なお、処理部 5 b は、脈動が大きくないと判断した場合は、図 4 に示すマップに基づいて、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 8 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 8)。

20

## 【 0 0 7 9 】

アクセル開度 L が所定値 L 2 以上である場合は、制御手段である噴射制御装置 5 は、図 4 に示すように、吸気通路内噴射領域であると判断する。次に、処理部 5 b は、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動が大きいか否かを判断する (ステップ S T 2 4)。次に、処理部 5 b は、脈動が大きいと判断した場合は、エンジンに燃料供給量 Q を満たす燃料を供給するため、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d および気筒内用燃料噴射機構 4 の気筒内用インジェクタ 4 a ~ 4 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 8 は気筒内 / 吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 2 5)。吸気通路内噴射において、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d の噴射量は、図 4

30

## 【 0 0 8 0 】

なお、処理部 5 b は、脈動が大きくないと判断した場合は、図 4 に示すマップに基づいて、吸気通路内用燃料噴射機構 3 の吸気通路内用インジェクタ 3 a ~ 3 d に噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置 1 - 8 は吸気通路内噴射を行う (ステップ S T 1 2)。

40

## 【 0 0 8 1 】

なお、上記実施例 8 では、噴射制御装置 5 は、高圧ポンプ 9 から第 1 燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構 3 に伝播される脈動が大きいか否かを燃圧センサ 3 f から出力される吸気通路内用燃料噴射機構 3 内の燃料の圧力に基づいて判断するがこの発明はこれに限定されるものではない。例えば、噴射制御装置 5 の記憶部 5 c に、予めエンジン回転数 N e およびエンジンに供給する燃料供給量 Q に基づいてエンジン回転数 N e と脈動

50

の大きさとのマップを記憶させ、エンジン回転数  $N_e$  から脈動の大きさを判断してもよい。

【0082】

また、上記処理部5は、燃料の噴射領域が気筒内/吸気通路内噴射領域あるいは吸気通路内噴射領域と判断し、且つ高圧ポンプ9から第1燃料噴射機構である吸気通路内用燃料噴射機構3に伝播される脈動が大きいとか否かを判断した場合は、気筒内用燃料噴射機構4の気筒内用インジェクタ4a~4dに噴射タイミングおよび噴射量の出力信号を出力し、燃料噴射装置1-8に吸気通路内噴射のみを行わせても良い。

【産業上の利用可能性】

【0083】

以上のように、この発明にかかる内燃機関の燃料供給装置は、高圧ポンプが内燃機関の運転状態に応じて駆動する高圧ポンプを備える内燃機関の燃料供給装置に有用であり、特に、高圧ポンプから発生する脈動が内燃機関に供給する燃料供給量に与える影響を低減するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】実施例1にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図2】実施例1にかかる燃料噴射装置を備える内燃機関の気筒の構成例を示す図である。

【図3】実施例1にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。

【図4】燃料供給量とアクセル開度とのマップの構成例を示す図である。

【図5】実施例2にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図6】実施例2にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。

【図7】実施例3にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図8】実施例3にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。

【図9】燃料の圧力変動幅とエンジン回転数との関係を示す図である。

【図10】実施例3にかかる燃料噴射装置の他の噴射制御フローを示す図である。

【図11】可変絞りの絞り量とエンジン回転数とのマップである。

【図12】実施例4にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図13-1】逆止弁上流側の低圧通路内の燃料の圧力変動幅を示す図である。

【図13-2】逆止弁下流側の低圧通路内の燃料の圧力変動幅を示す図である。

【図14】実施例5にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図15】実施例6にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図16】燃料の圧力変動幅とエンジン回転数との関係を示す図である。

【図17】実施例6にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。

【図18】実施例7にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図19-1】通路長さが同じ場合の燃料の圧力変動幅を示す図である。

【図19-2】通路長さが異なる場合の燃料の圧力変動幅を示す図である。

【図20】実施例8にかかる燃料供給装置を有する燃料噴射装置の構成例を示す図である。

【図21】実施例8にかかる燃料噴射装置の噴射制御フローを示す図である。

【符号の説明】

【0085】

1-1~7 燃料噴射装置

2-1~7 燃料供給装置

3 吸気通路内用燃料噴射機構(第1燃料噴射機構)

10

20

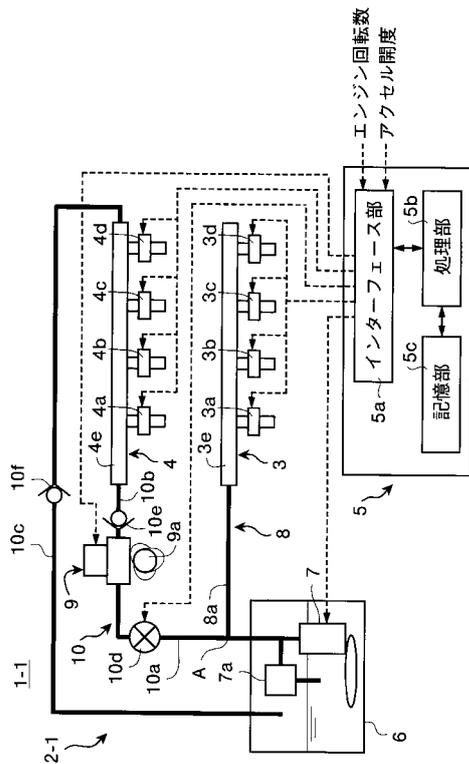
30

40

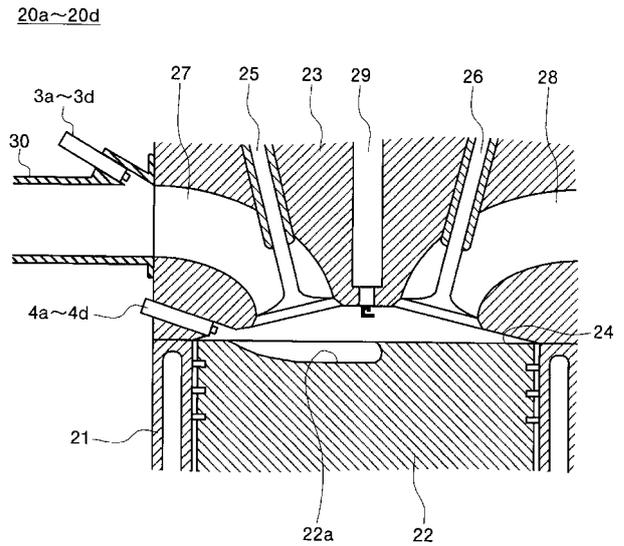
50

- 3 a ~ d 吸気通路内用インジェクタ
- 4 気筒内用燃料噴射機構 (第2燃料噴射機構)
- 4 a ~ d 気筒内用インジェクタ
- 5 噴射制御装置 (制御手段)
- 6 燃料タンク
- 7 低圧ポンプ
- 8 第1燃料供給系
- 9 高圧ポンプ
- 10 第2燃料供給系
- 31 右側吸気通路内用燃料噴射機構 (第1燃料噴射機構)
- 31 a ~ c 右側吸気通路内用インジェクタ
- 32 左側吸気通路内用燃料噴射機構 (第1燃料噴射機構)
- 32 a ~ c 左側吸気通路内用インジェクタ
- 41 右側気筒内用燃料噴射機構 (第2燃料噴射機構)
- 41 a ~ c 右側気筒内用インジェクタ
- 42 左側気筒内用燃料噴射機構 (第2燃料噴射機構)
- 42 a ~ c 左側気筒内用インジェクタ

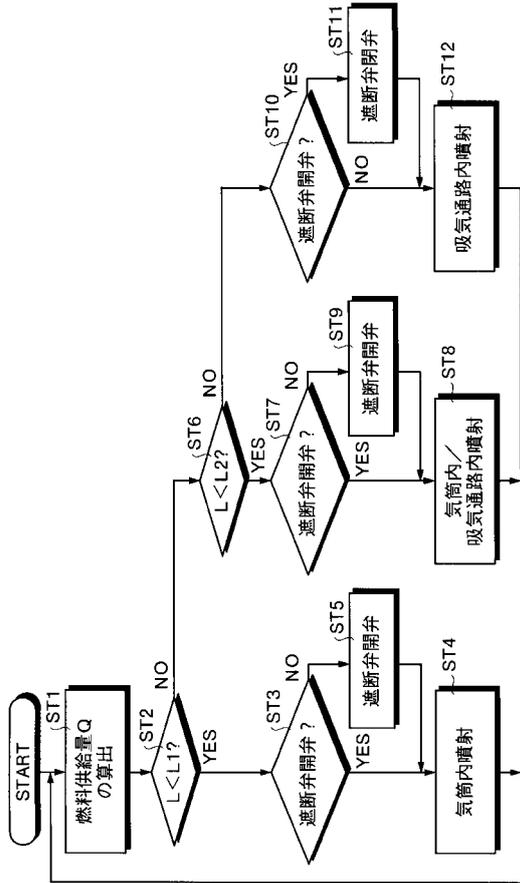
【図1】



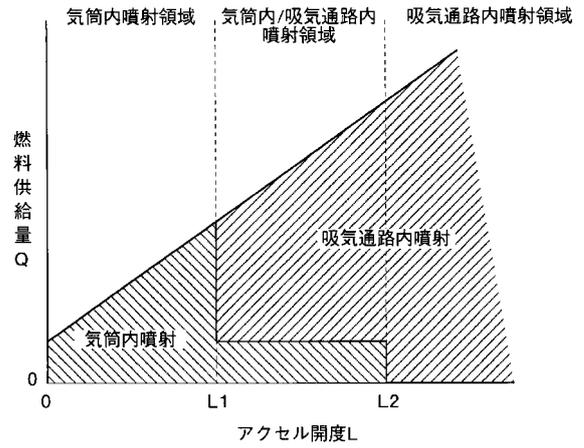
【図2】



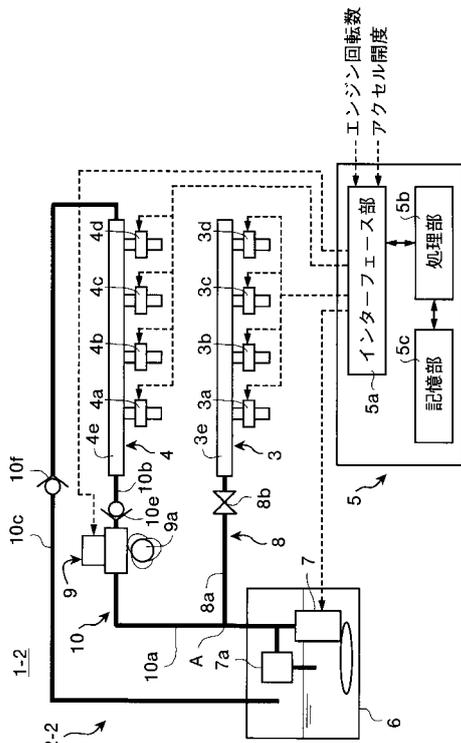
【 図 3 】



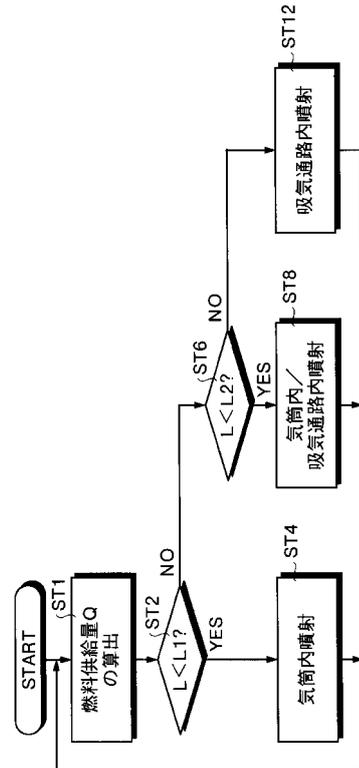
【 図 4 】



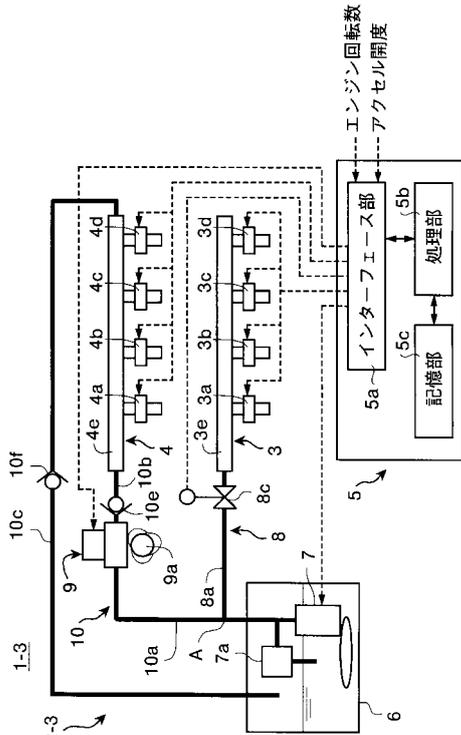
【 図 5 】



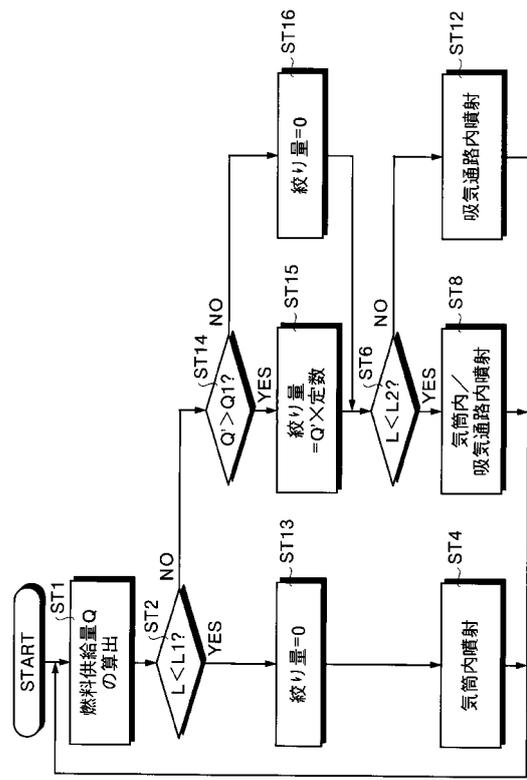
【 図 6 】



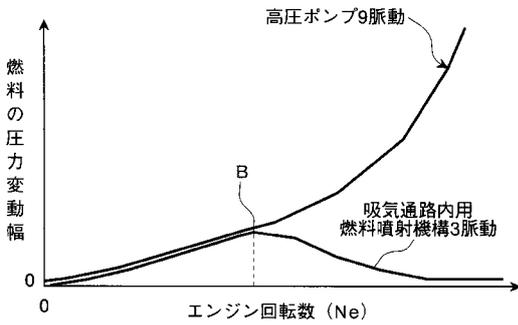
【 図 7 】



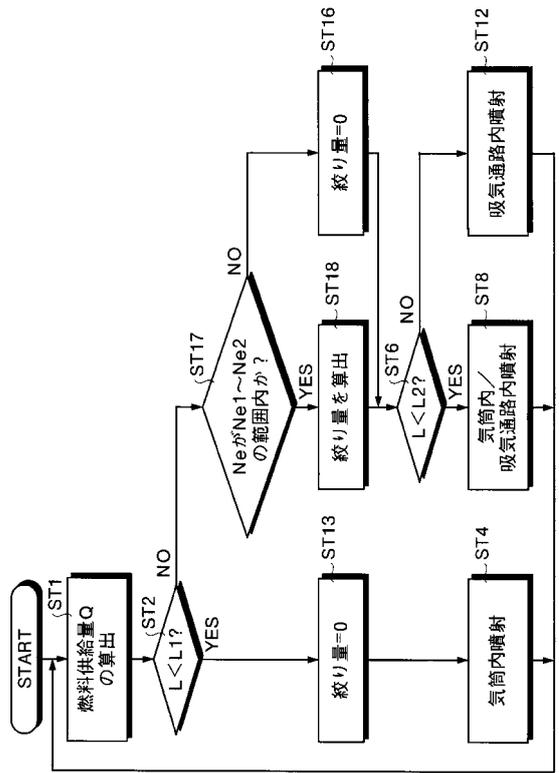
【 図 8 】



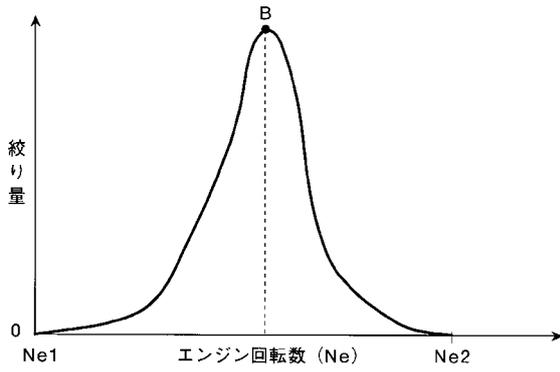
【 図 9 】



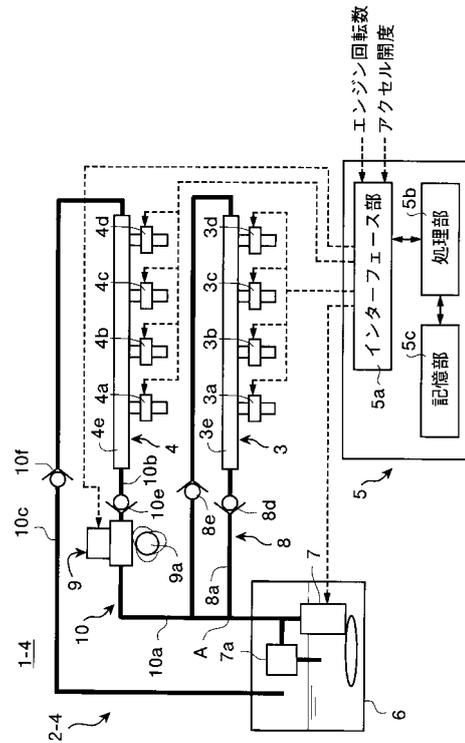
【 図 10 】



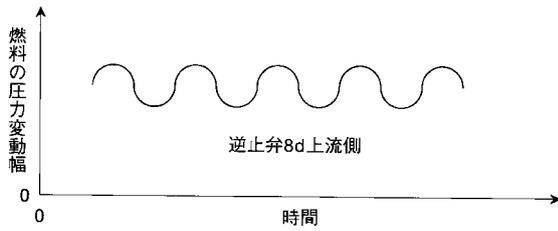
【 図 1 1 】



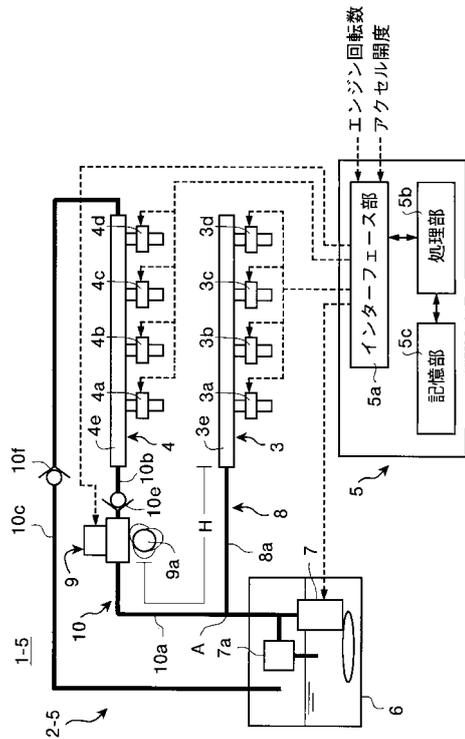
【 図 1 2 】



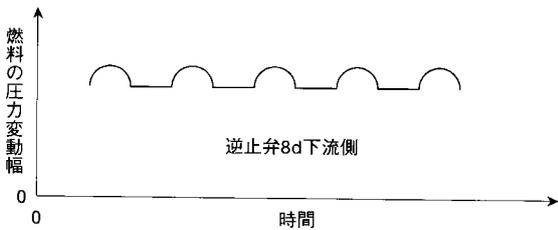
【 図 1 3 - 1 】



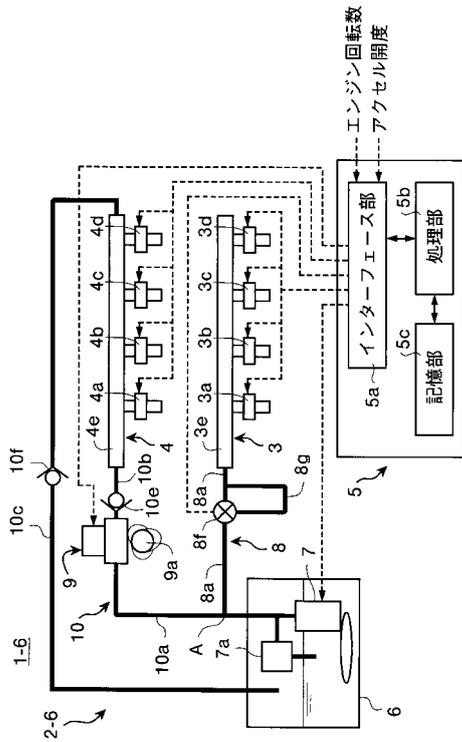
【 図 1 4 】



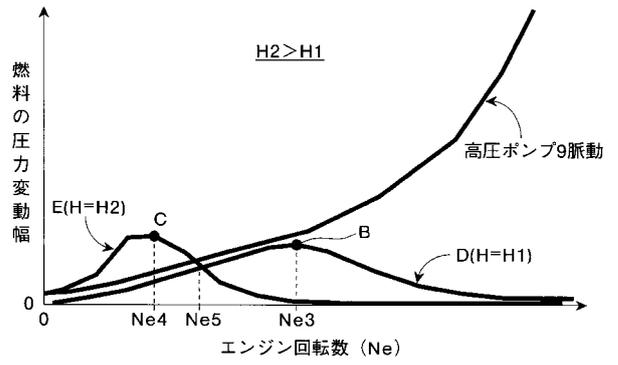
【 図 1 3 - 2 】



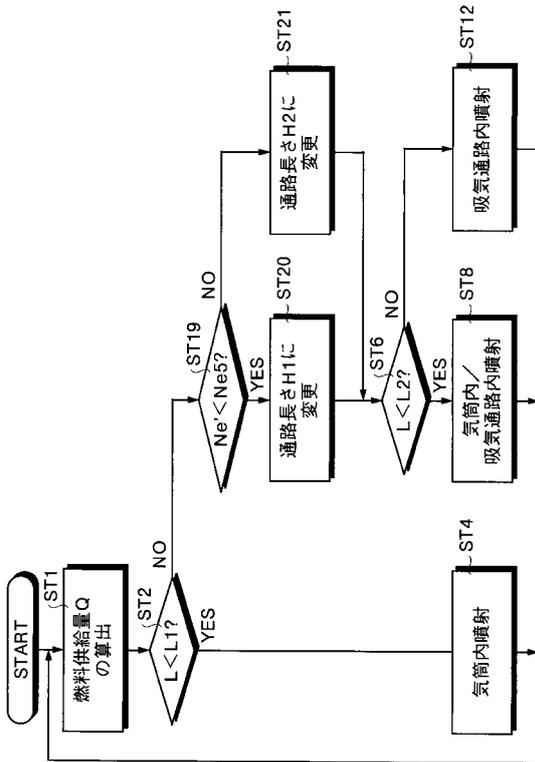
【 図 1 5 】



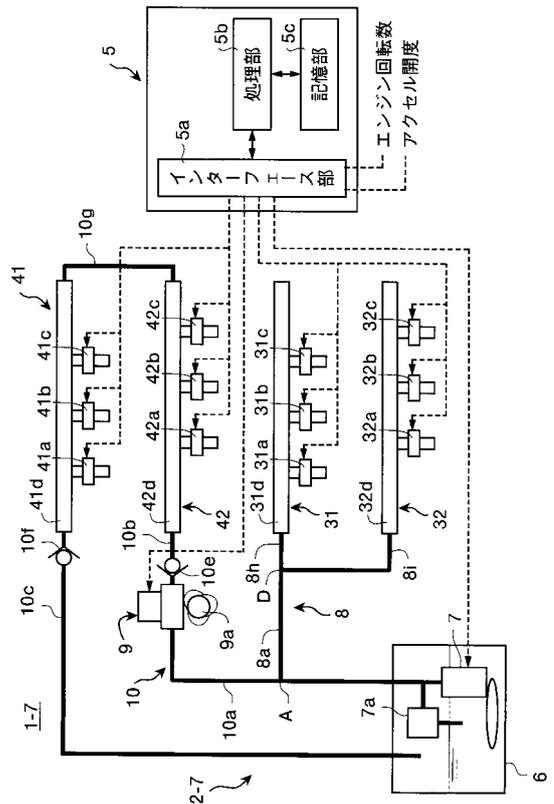
【 図 1 6 】



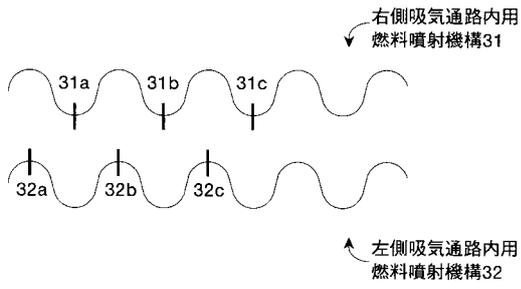
【 図 1 7 】



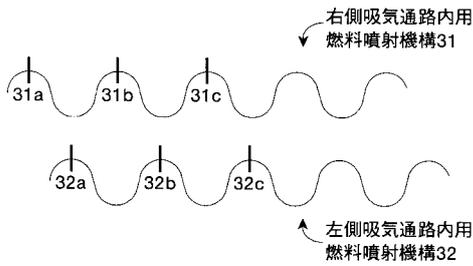
【 図 1 8 】



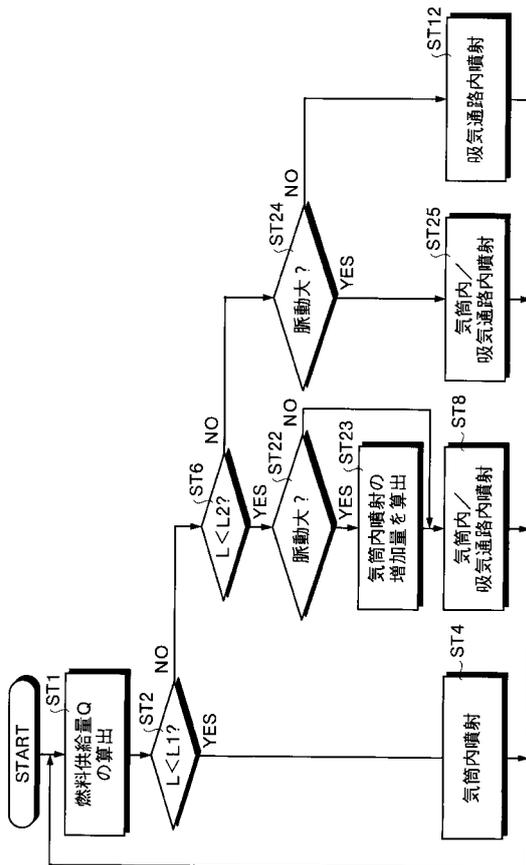
【 図 19 - 1 】



【 図 19 - 2 】



【 図 21 】



【 図 20 】

