

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4007103号

(P4007103)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00	L
FO2M 45/00 (2006.01)	FO2M 47/00	C
FO2M 55/00 (2006.01)	FO2M 47/00	E
FO2M 55/02 (2006.01)	FO2M 47/00	F
	FO2M 47/00	M
請求項の数 7 (全 32 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-203203 (P2002-203203)	(73) 特許権者	000003609
(22) 出願日	平成14年7月11日(2002.7.11)		株式会社豊田中央研究所
(65) 公開番号	特開2004-44493 (P2004-44493A)		愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
(43) 公開日	平成16年2月12日(2004.2.12)		番地の1
審査請求日	平成16年9月22日(2004.9.22)	(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(72) 発明者	河村 清美
			愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
			番地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(72) 発明者	堀田 義博
			愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
			番地の1 株式会社豊田中央研究所内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、

前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、

シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、

前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまたは前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁と、

前記燃料加圧ポンプの上流側に接続されると共に、昇圧手段によって大気圧と前記蓄圧器との中間の圧力を有する中圧共通レールと、

前記ピストン制御弁の作動時に前記ピストンの移動に伴って前記シリンダ内から排出される燃料を、前記中圧共通レールを介して前記燃料加圧ポンプへ再度供給するための再供

10

20

給手段と、

を備えたことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

前記ピストン制御弁により前記シリンダ内へ流入または流出される燃料の流量を変更可能な流量変更手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

前記流量変更手段は、前記ピストン制御弁に設けられ、前記ピストン制御弁の移動に伴って前記シリンダの燃料流路の面積を変更する突起とされることを特徴とする請求項 2 記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記流量変更手段は、前記ピストン制御弁の油室に連通する固定オリフィスと、前記固定オリフィスに重なり合って連通しかつ移動することで前記固定オリフィスとの重合度合いが変更される可動オリフィスと、前記可動オリフィスを移動させる移動手段と、を有することを特徴とする請求項 2 記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記流量変更手段は、前記シリンダ内への燃料の流入路または流出路に設けられた調圧器とされることを特徴とする請求項 2 記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記ピストン制御弁の非作動時に前記シリンダ内の圧力を所定圧力に調整する残圧調整手段を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の燃料噴射装置

【請求項 7】

燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、

前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去

することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、

シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、

前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまたは前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁と、

前記ピストン制御弁の非作動時に前記シリンダ内の圧力を所定圧力に調整する残圧調整手段と、

前記燃料加圧ポンプの上流側に接続されると共に、昇圧手段によって大気圧と前記蓄圧器との中間の圧力を有する中圧共通レールと、

前記ピストン制御弁の作動時に前記ピストンの移動に伴って前記シリンダ内から排出される燃料を、前記中圧共通レールを介して前記燃料加圧ポンプへ再度供給するための再供給手段と、

を備えたことを特徴とする燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は加圧された燃料油を燃料噴射ノズルから噴射する燃料噴射装置における燃料噴射方法に関する。

【0002】

10

20

30

40

50

【従来の技術】

高压フィードポンプにより圧送した燃料を蓄圧器(所謂、コモンレール)によって蓄圧し、この燃料を所定のタイミングで燃料噴射ノズルからエンジンのシリンダ内に噴射する蓄圧式(コモンレール式)の燃料噴射装置が知られている。

【0003】

このような蓄圧式の燃料噴射装置では、エンジンの回転数が低速になっても所定の燃料噴射圧力を維持することができ(燃料噴射圧力が低下することがなく)、高压による燃料噴射によって燃費の向上や高出力化に大いに寄与している。

【0004】

ところで、良好なエミッションの実現(排気ガスのクリーン化)に対しては、燃料噴射装置におけるノズル噴射口の径小径化が有効であることが知られている。しかしながら、反面、従来の蓄圧式の燃料噴射装置(コモンレール噴射系)の噴射圧では、現状の噴射口径よりさらに小さなものを使用すると、高エンジン回転数、高負荷領域では噴射期間が長くなりすぎるので、高出力化に対して不利であると推測される。

10

【0005】

また近年、小型ディーゼルエンジンでは、高回転数化が図られる傾向にある。ここで、エンジン筒内の気流速度はエンジン回転数にほぼ比例して増加する。そのため、同じ噴射圧では、高回転数時には低回転数時と比較して噴霧が流れ易くなって筒内の空気利用率が低下して、スモーク(黒煙)を排出しやすくなる。したがって、これを改善するには、噴射圧の更なる高压化が望まれる。しかしながら、前述の如き従来の蓄圧式の燃料噴射装置(コモンレール噴射系)では、蓄圧器内に常時所定の圧力を蓄圧する構成であるので(例えば、現状のコモンレール噴射系は、最大噴射圧が130MPa程度である)、装置の強度の点から、これ以上に高压化することに限界がある(換言すれば、従来に増して噴射圧力を超高噴射圧化することは困難である)。

20

【0006】

一方、このような蓄圧式の燃料噴射装置において更に増圧装置を設けた燃料噴射装置が提案されている(例えば、特開平8-21332号公報)。

【0007】

前記公報に示された燃料噴射装置では、蓄圧器(コモンレール)から送出された加圧燃料油をピストン作動用切替弁の作用によって更に加圧する増圧装置が設けられている。この増圧装置は、大径ピストン及び小径ピストンからなる増圧ピストンと、ピストン作動用切替弁に連通する複数の油路を備えており、燃料加圧ポンプから送出された燃料は蓄圧器からピストン作動用切替弁を介して増圧装置内に流入し、さらに、噴射ノズル制御用の噴射制御用油室(インジェクタ制御室)、並びに噴射ノズルに供給されるようになっている。燃料を噴射する際には、噴射制御用油室に設けられた燃料噴射制御用切替弁によって、蓄圧器からの燃料油を直接(そのまま)噴射ノズルに送って噴射する低压噴射と、増圧装置にて更に加圧した燃料油を噴射ノズルに送って噴射する高压噴射と、を切替制御する構成となっている。したがって、エンジンの運転状況に適した燃料噴射形態とすることができ

30

【0008】

しかしながら、この燃料噴射装置では、以下のような問題を生じる欠点があった。

40

【0009】

すなわち、前記燃料噴射装置では、蓄圧器から増圧器の大径ピストン側への燃料入口面積、及びピストン作動用切替弁に連通する増圧器の小径ピストン側の燃料出口面積が一定の構成であることから、増圧器を作動させたときの燃料圧力の時間履歴は蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定される。その例を、図24(A)及び図24(B)に示す。図24(A)に示す如く、横軸を時間(秒)で表すと、増圧器下流の燃料圧力の時間履歴はエンジン回転数に依存しない。これに対して、図24(B)に示す如く、横軸をエンジンクランク角で表すと、エンジン回転数が高いほど圧力上昇が緩慢になる。そのため、特に高負荷においては、エンジン回転数が高いほどクランク角度ベースでの噴射期間を長く設定せ

50

ざるを得ない。このように噴射期間が長くなり過ぎることは、高出力化に対して阻害要因であり、好ましくない。

【0010】

これを避ける一手法として、高エンジン回転数ほど蓄圧器（コモンレール）の燃料圧力を増加させて、増圧器に作用する力を増加し、増圧ピストン下流の燃料圧力の上昇率を増加させることが挙げられる。ただし、中・高負荷領域においては、メイン噴射の噴射圧力は高圧を必要とし、しかもこのとき、騒音低減、排気改善を狙ってパイロット噴射（メイン噴射の前に燃料噴射すること）、またはマルチ噴射（複数回の燃料噴射）が実施されるが、このパイロット噴射の噴射圧力の最適値はメイン噴射圧力とは異なり、一般にそれより低い圧力である。その理由は、圧縮上死点よりかなり早期に噴射するため、筒内の空気温度、密度が低いことにより、噴射圧を高く設定し過ぎると噴射の貫徹力が過度に大きくなってシリンダライナ面に燃料付着を生じさせるためである。しかしながら、提案された前記燃料噴射装置において高エンジン回転数領域で高噴射圧を発生させるには、増圧器の大径ピストンに作用させる燃料圧力（蓄圧器の燃料圧力）を高める必要があるため、蓄圧器の燃料をそのまま噴射するパイロット噴射時の噴射圧力が最適値より高くなり過ぎ、シリンダライナ面への燃料付着が避けられず、未燃HC、あるいはスモーク生成要因となることが推測される。

10

【0011】

一方、高エンジン回転数時に適したパイロット噴射（蓄圧器の燃料圧力）と増圧器作動時の増圧ピストン下流圧力が得られるように設定（例えば、増圧ピストン大径側への燃料通路を拡大）すると、低エンジン回転数時には増圧器作動時におけるクランク角ベースでの増圧ピストン下流の燃料圧力の上昇が急峻になる。これによって初期噴射率が高くなり過ぎ、予混合燃焼割合が増加してNO_xと騒音が悪化する。これを避けるために、低エンジン回転数時の蓄圧器の燃料圧力を低下させてメイン噴射の初期噴射率が適切になるようにすると、蓄圧器の燃料圧力で噴射するパイロット噴射の微粒化状態が悪化し、スモークの発生につながる。

20

【0012】

これに対して、図25に示すように、増圧器作動時における増圧ピストン下流の燃料圧力上昇率が時間と共に増加する特性にすれば、高エンジン回転数、高負荷時においても最適なパイロット噴射の燃料圧力（蓄圧器の燃料圧力）に設定した状態で、メイン噴射は高い燃料圧力（増圧ピストン下流の燃料圧力）も確保できる。これによって、前記のような問題点を解決できるので、低NO_x、低騒音、高出力なエンジンを実現することが可能となるが、従来ではこのような設定ができなかった。

30

【0013】

この他に、増圧装置を備えた燃料噴射装置が提案されている（DE19939428A1）。しかしながら、この燃料噴射装置は、噴射圧設定精度の向上、ノズルシート部の耐久性、信頼性の向上等に実用上の課題を有するものである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記事実を考慮し、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無く、良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射圧及び噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）燃料噴射装置を得ることが目的である。

40

【0015】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明の燃料噴射装置は、燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、前記燃料噴射ノズルと

50

蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまたは前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁と、前記燃料加圧ポンプの上流側に接続されると共に、昇圧手段によって大気圧と前記蓄圧器との中間の圧力を有する中圧共通レールと、前記ピストン制御弁の作動時に前記ピストンの移動に伴って前記シリンダ内から排出される燃料を、前記中圧共通レールを介して前記燃料加圧ポンプへ再度供給するための再供給手段と、を備えたことを特徴としている。

10

【0016】

請求項1記載の燃料噴射装置では、蓄圧器、圧力遮断弁、噴射制御用油室、噴射制御弁、増圧器、及びピストン制御弁を備えている。増圧器には、蓄圧器からの（コモンレール圧の）燃料が供給され、これが増圧される。またここで、燃料噴射ノズルに対して、「蓄圧器、圧力遮断弁、噴射制御用油室、噴射制御弁」によって蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）が構成され、しかも、この蓄圧器噴射系と並列に増圧器が配置された構成となっている。換言すれば、燃料噴射ノズルに対して、「増圧器、ピストン制御弁、噴射制御用油室、噴射制御弁」によって増圧器噴射系（ジャークインジェクタ）が構成される。

20

【0017】

蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）によって燃料を噴射する際には、ピストン制御弁によって増圧器を不作動状態とし、さらに、蓄圧器からの燃料油が圧力遮断弁を介して燃料噴射ノズル内の燃料溜に圧送される。このとき、噴射制御弁によって噴射制御用油室の燃料油を除去することで、蓄圧器からの燃料油が直接（そのまま）燃料噴射ノズルから噴射される。

【0018】

一方、増圧器噴射系（ジャークインジェクタ）によって燃料を噴射する際には、ピストン制御弁によって増圧器を作動状態とする。すると、増圧器によって更に加圧された燃料油が燃料噴射ノズル内の燃料溜及び噴射制御用油室に圧送される。このとき、噴射制御弁によって噴射制御用油室の燃料油を除去することで、前記増圧器にて増圧された燃料油が燃料噴射ノズルから噴射される。

30

【0019】

このように、当該燃料噴射装置では、蓄圧器からの燃料油をそのまま燃料噴射ノズルに送って噴射する低圧噴射と、増圧器にて更に加圧した燃料油を燃料噴射ノズルに送って噴射する高圧噴射と、を切替制御して燃料噴射することができる。したがって、当該燃料噴射装置は、基本的に以下の効果を奏するものである。

【0020】

▲1▼ 増圧器には蓄圧器からの（コモンレール圧の）燃料が供給され、これを増圧して噴射するので、従来のコモンレール噴射系による噴射圧を越える超高噴射圧化を実現できる。したがって、高エンジン回転数、高負荷時においても適切な噴射期間内に燃料を噴射することができ、より高速化が図れると共に、良好な燃焼が可能となって、低エミッションで高出力なエンジンを実現できる。また、噴口径の小径化による噴霧貫徹力の減少を噴射圧の超高圧化によって補うことが可能であり、これによって、燃焼室内の酸素を有効に活用することができるので、高回転数においてもスモーク排出が少ない良好な燃焼状態を実現できる。さらに、超高噴射圧力を常時蓄圧する必要がないため、所定の高噴射圧を常時蓄圧する従来のコモンレール噴射系と比較して、噴射系の強度の点から有利であり、低コスト化を図ることもできる。

40

【0021】

50

▲2▼ 蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器が並列配置されており、圧力遮断弁より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器から燃料が補給される構造であるので、メイン噴射の後にアフター噴射する場合においてもコモンレール圧以下の低圧で燃料が噴射されることがない。これによって、良好な微粒化状態の噴霧がアフター噴射されるので、アフター噴射された燃料自身がスモークの発生原因になることがなく、アフター噴射された燃料が燃焼場を攪乱することによる燃焼促進効果を最大限に引き出すことができる。

【0022】

また、中・高負荷領域においては、メイン噴射の噴射圧力は高圧を必要とし、しかもこのとき、騒音低減、排気改善を狙ってメイン噴射の前にパイロット噴射（または、マルチパイロット噴射）が実施されるが、このパイロット噴射の噴射圧力の最適値はメイン噴射圧力とは異なり、一般にそれより低い圧力である。このような場合にも、低圧噴射と高圧噴射とを切替制御して燃料噴射することができるため、パイロット噴射とメイン噴射とで各々最適な噴射圧力を設定することができる。

【0023】

さらに、噴射の初期をコモンレール圧で噴射し、中期から増圧器を作動させて高圧噴射することや、噴射初期に増圧器を作動させて高圧噴射し、中期に増圧器を停止してコモンレール圧で噴射すること等、コモンレール圧での噴射と、増圧器を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能である。このように、噴射パターンの自由度が大きい。

【0024】

▲3▼ 従来では、増圧装置を作動させて噴射した後に次ぎの噴射に備える際に、キャビテーションが発生して油路にエロージョンが生じる可能性があり、燃料噴射システムの耐久性が著しく悪化する原因であった。これに対し、請求項1記載の燃料噴射装置では、蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器が並列配置されており、圧力遮断弁より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、コモンレールから燃料が補給される構造であるので、燃料圧力が燃料の蒸気圧以下になることがない。そのため、キャビテーション発生による油路のエロージョンの心配がないので、耐久性が格段に向上する。

【0025】

▲4▼ 蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器が並列配置されているので、蓄圧器と増圧器との間が遮断された状態で仮に増圧器が故障してもコモンレール圧で噴射できる。このため、エンジンが突然に停止することがない。

【0026】

また、請求項1記載の燃料噴射装置では、ピストンの移動に伴ってシリンダ内から排出される燃料が、再供給手段によって燃料加圧ポンプへ再度供給される。このため、燃料圧力エネルギーを回収（再利用）することができ、噴射システムの効率を高めることができる。

【0027】

請求項2に係る発明の燃料噴射装置は、請求項1記載の燃料噴射装置において、前記ピストン制御弁により前記シリンダ内へ流入または流出される燃料の流量を変更可能な流量変更手段を備えたことを特徴とする。

【0028】

請求項2記載の燃料噴射装置では、ピストン制御弁によりシリンダ内へ流入または流出される燃料の流量を変更可能な流量変更手段が設けられている。したがって、燃料噴射するに際して、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を制御することが可能となる。

すなわち、当該燃料噴射装置によれば、流量変更手段によってシリンダ内への燃料の流入量または流出量に変更されると、ピストンの移動速度が変更され、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

例えば、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する

10

20

30

40

50

場合に、ブーツ噴射期間終了後圧力上昇率（ $\theta 1$ ）、最高噴射圧到達直前圧力上昇率（ $\theta 2$ ）、メイン噴射終了時の圧力降下率（ $\theta 3$ ）等を、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適な燃料噴射パターンとなるように自由に制御（設定あるいは変更して履行）することができる。

【0029】

このように、請求項2記載の燃料噴射装置では、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

10

【0030】

請求項3に係る発明の燃料噴射装置は、請求項2記載の燃料噴射装置において、前記流量変更手段は、前記ピストン制御弁に設けられ、前記ピストン制御弁の移動に伴って前記シリンダの燃料流路の面積を変更する突起とされる、ことを特徴としている。

【0031】

請求項3記載の燃料噴射装置では、燃料噴射するに際して、ピストン制御弁が移動されると、このピストン制御弁の移動量（リフト量）に応じて、シリンダの燃料流路の面積が突起によって変更される。シリンダの燃料流路面積が変更されると、シリンダ内への燃料の流入量または流出量に変更されてピストンの移動速度が変更され、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。したがって、非常に自由度

20

【0032】

換言すれば、燃料噴射するに際して、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最適な噴射率（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の噴射率）に応じて突起の形状等を設定しておけば、ニードル弁が開放されて燃料噴射が履行される際に前記最適な噴射率で燃料噴射を履行することができる。

【0033】

なお、ピストン制御弁に設けられた突起によってシリンダの燃料流路面積を制御（変更）するに当たっては、例えば、ピストン制御弁の移動量（リフト量）に対して当該流路の開口面積がリニアに（順次滑らかに）変化するような構成にすることができるが、これに限らず、例えば、突起の形状を2段にし流路の開口面積が段階的に変化するように構成することもできる。また、ピストン制御弁の移動（リフト）を途中で（中間位置で）止めるように位置制御を行えば更に有効となる。この場合、 piezo素子や超磁歪素子を用いて位置制御を行うことで実現できる。さらに、電磁弁により位置制御を行うことも当然に可能である。

30

【0034】

またここで、一般的に、「ピストン制御弁」の弁形式としては、所謂平面座形式のものが知られており、その有効流路横断面積は「バルブシート部」で規定される。すなわち、当該平面座形式の制御弁は、バルブのリフト量（移動量）を制御することでバルブシート部における横断面積（実質的な開口面積）を調整する構成（所謂、シート部面積制御）である。

40

【0035】

これに対し、請求項3記載の燃料噴射装置では、前述の如きバルブシート部における横断面積を調整する（シート部面積制御）ではなく、ピストン制御弁の移動に伴って燃料流路の面積を変更する突起、すなわち、燃料流路（オリフィス）に臨むピストン制御弁に突起を設け、このピストン制御弁の移動量（リフト量）に応じて、突起の位置が変更されることで燃料流路の面積を変更するという「燃料流路面積可変機能」を具備した構成（所謂、オリフィス制御）である。

【0036】

したがって、前述の如きバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のも

50

の（シート部面積制御）では、バルブのリフト量（移動量）に対してバルブシート部における横断面積はリニアに変化するのに対し、請求項3記載の燃料噴射装置では、前記「突起」の形状を種々好適に設定することにより、ピストン制御弁の移動量（リフト量）に対する燃料流路面積の変化を自在に設定することができる。これにより、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になり、極めて自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【0037】

このため、請求項3記載の燃料噴射装置では、以下の特有の優れた効果を奏する。

1) 噴射圧設定精度の向上

前述の如くバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のもの（シート部面積制御）では、バルブのリフト量（移動量）に対してバルブシート部における横断面積がリニアに変化する構成であり、バルブのリフト量の設定精度がバルブシート部における横断面積の設定精度ということになる（バルブシート部における横断面積の設定精度は、一義的に、バルブのリフト量の設定精度に依存する）。

【0038】

ここで、本出願人は、シミュレーションによって、増圧器噴射系（ジャークインジェクタ）によって燃料噴射する際に、ピストン制御弁により増圧器のシリンダ内へ流入される燃料圧力（増圧器の作動圧、すなわちコモンレール圧）より僅かに高い噴射圧で噴射する場合には、増圧器のシリンダへの燃料流入量を、前記一般的な構成のバルブの開放による流入量よりも、少なくしたほうが、噴射圧の設定精度を高めることができるという知見を得た。そこで、このような場合においては、例えば、ピストン制御弁の移動量（リフト量）に対する燃料流路面積の関係を、少ない移動量時（小リフト量時）ほど燃料流路面積の変化が少なくなる構成とすることによって、ピストン制御弁の移動量（リフト量）の設定目標値からのズレに対する燃料流路面積のズレを小さくすることができる。換言すれば、得たい燃料流路面積に対してピストン制御弁の移動量（リフト量）の目標値の幅が広がることになる、すなわち、ピストン制御弁の移動量（リフト量）が設定目標値から多少ズレていても、燃料流路面積に対する影響は僅かになる。したがって、噴射圧（ピストン制御弁の燃料流路面積）の設定精度を高めることができる。

2) バルブシート部の耐久性の向上

前述した如くバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のもの（シート部面積制御）では、バルブシート部（その開口）が最小流路面積になる。ここで、このような構成のものにおいては、当該バルブが非作動時（バルブがシート部に着座時）には、シート部上流側の圧力はその作動圧（すなわち、コモンレール圧）であり、シート部下流側（増圧器のピストン大径側）は、例えば大気圧である。この状態から当該バルブを作動させて増圧器のピストン大径側（シリンダの1次チャンバ）に燃料を流入させると、シート部前後の（シート部上流側と下流側の）差圧は、当該バルブを作動させた直後が最も大きい（すなわち、「作動圧－大気圧」）。このように前記差圧が大きいときには、キャビテーションが発生し易い。このキャビテーションは、バルブシート部で発生するため、当該部分が浸食されてシート不良を引き起こすことになる。このようなシート不良は、装置の増圧機能を損なう重大かつ致命的な問題である。

【0039】

これに対し、請求項3記載の燃料噴射装置では、前記ピストン制御弁の「突起」の形状を適切に設定し、ピストン制御弁の移動量（リフト量）が少ない時には燃料流路面積が、バルブシート部の開口面積（前記最小流路面積）よりも更に小さくなるように構成できる。したがって、これにより前記シート部前後の（シート部上流側と下流側の）差圧を小さくすることができ、当該ピストン制御弁を作動させた直後であってもキャビテーションの発生を防止することができる。このため、バルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

3) 増圧器の大径ピストン側のシリンダ容積の低減（小型化）

請求項3記載の燃料噴射装置では、燃料流路（オリフィス）に臨むようにピストン制御

10

20

30

40

50

弁に突起を設けた構成であるため、増圧器の大径ピストン側のシリンダ容積を低減（小型化）することができる。

【0040】

前記「2）バルブシート部の耐久性の向上」にて記載した如く、ピストン制御弁の移動量（リフト量）が少ない時に燃料流路面積が極めて小さくなるように構成した場合に、仮に増圧器の大径ピストン側のシリンダ容積が大きいと、当該シリンダ容積内の圧力上昇が緩慢になり過ぎることがある。この点、ピストン制御弁に設けた突起によって当該シリンダ容積を低減することができるため、バルブシート部におけるキャビテーション防止のために燃料流路面積をかなり小さく設定しても、当該シリンダ容積内の適切な圧力上昇を得ることができる。

10

【0041】

請求項4に係る発明の燃料噴射装置は、請求項2記載の燃料噴射装置において、前記流量変更手段は、前記ピストン制御弁の油室に連通する固定オリフィスと、前記固定オリフィスに重なり合って連通しかつ移動することで前記固定オリフィスとの重合度合いが変更される可動オリフィスと、前記可動オリフィスを移動させる移動手段と、を有する、ことを特徴としている。

【0042】

請求項4記載の燃料噴射装置では、燃料噴射するに際して、移動手段によって可動オリフィスが移動される。これにより、可動オリフィスと固定オリフィスとの重合度合いが変更され、当該オリフィスの実質的な開口面積が変更される。したがって、ピストン制御弁によってシリンダ内へ流入または流出する燃料圧力（その上昇率）が変更されてピストンの移動速度が変更され、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。

20

【0043】

換言すれば、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最適な噴射率（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の噴射率）に応じて固定オリフィス及び可動オリフィスの形状や移動手段による移動速度等を設定しておけば、ニードル弁が開放されて燃料噴射が履行される際に前記最適な噴射率で燃料噴射を履行することができる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【0044】

なお、可動オリフィスを移動させるための移動手段としては、例えば、エンジンガバナを適用することができ、エンジン回転数の二乗の油圧を作用させて可動オリフィスを移動させるように構成することができる。また、可動オリフィスと固定オリフィスの形状を適宜に設定したり（例えば、矩形、円形、台形等）その数を変えることによって、例えばエンジン回転数に対する当該流路の有効開口面積の関係を自在に設定することができる。

30

【0045】

請求項5に係る発明の燃料噴射装置は、請求項2記載の燃料噴射装置において、前記流量変更手段は、前記シリンダ内への燃料の流入路または流出路に設けられた調圧器とされる、ことを特徴としている。

【0046】

請求項5記載の燃料噴射装置では、燃料噴射するに際して、調圧器によってシリンダへの燃料の流入圧力または流出圧力が変更される。これにより、ピストンの移動速度が変更され、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。

40

【0047】

換言すれば、燃料噴射するに際して、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最適な噴射率（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の噴射率）に応じて調圧器を調整すれば、ニードル弁が開放されて燃料噴射が履行される際に前記最適な噴射率で燃料噴射を履行することができる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。特にこの場合、増圧器（ピストン）の作動圧と蓄圧器の燃料圧とを独自に設定することができるため、例えば、蓄圧器噴射系（コモンレールインジ

50

ェクタ)で燃料噴射するパイロット噴射の噴射圧力と、増圧器噴射系(ジャークインジェクタ)によって燃料噴射するメイン噴射の噴射圧力とを独自に制御でき、パイロット噴射とメイン噴射とで各々最適な噴射圧力を設定することができる。

【0048】

請求項6に係る発明の燃料噴射装置は、請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の燃料噴射装置において、前記ピストン制御弁の非作動時に前記シリンダ内の圧力を所定圧力に調整する残圧調整手段を設けた、ことを特徴としている。

【0049】

請求項6記載の燃料噴射装置では、残圧調整手段によって、ピストン制御弁の非作動時にシリンダ内の圧力が所定圧力に調整される。

10

【0050】

ここで、前述した「請求項3」について説明した如く、ピストン制御弁のバルブシート部前後の(シート部上流側と下流側の)差圧が大きいときには、キャビテーションが発生し易い。この点、請求項6記載の燃料噴射装置では、残圧調整手段によって、ピストン制御弁の非作動時にシリンダ内の圧力が所定圧力に調整されるため(増圧器の大径ピストン側のシリンダ内が所定圧力で維持されるため)、前記シート部前後の(シート部上流側と下流側の)差圧を小さくすることができ、当該ピストン制御弁を作動させた直後であってもキャビテーションの発生を防止することができる。このため、バルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

20

【0051】

請求項7に係る発明の燃料噴射装置は、燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまたは前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁と、前記ピストン制御弁の非作動時に前記シリンダ内の圧力を所定圧力に調整する残圧調整手段と、前記燃料加圧ポンプの上流側に接続されると共に、昇圧手段によって大気圧と前記蓄圧器との中間の圧力を有する中圧共通レールと、前記ピストン制御弁の作動時に前記ピストンの移動に伴って前記シリンダ内から排出される燃料を、前記中圧共通レールを介して前記燃料加圧ポンプへ再度供給するための再供給手段と、を備えたことを特徴としている。

30

【0052】

請求項7記載の燃料噴射装置では、前述した請求項1記載の燃料噴射装置と同様に、蓄圧器噴射系(コモンレールインジェクタ)と増圧器噴射系(ジャークインジェクタ)とが構成され、基本的に前述した請求項1記載の燃料噴射装置と同様の作用を成し、同様の効果を奏する。

40

【0053】

また特に、請求項7記載の燃料噴射装置では、残圧調整手段によって、ピストン制御弁の非作動時にシリンダ内の圧力が所定圧力に調整される。

【0054】

ここで、前述した「請求項3」について説明した如く、ピストン制御弁のバルブシート部前後の(シート部上流側と下流側の)差圧が大きいときには、キャビテーションが発生

50

し易い。この点、請求項 7 記載の燃料噴射装置では、残圧調整手段によって、ピストン制御弁の非作動時にシリンダ内の圧力が所定圧力に調整されるため（増圧器の大径ピストン側のシリンダ内が所定圧力で維持されるため）、前記シート部前後の（シート部上流側と下流側の）差圧を小さくすることができ、当該ピストン制御弁を作動させた直後であってもキャビテーションの発生を防止することができる。このため、バルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

【0056】

また、請求項 7 記載の燃料噴射装置では、ピストンの移動に伴ってシリンダ内から排出される燃料が、再供給手段によって燃料加圧ポンプへ再度供給される。このため、燃料圧力エネルギーを回収（再利用）することができ、噴射システムの効率を高めることができる。

10

【0057】

【発明の実施の形態】

〔第 1 の参考例〕

図 1 には、本発明の第 1 の参考例に係る燃料噴射装置 30 の全体構成が示されている。

【0058】

燃料噴射装置 30 は、蓄圧器（コモンレール）32 を備えている。この蓄圧器 32 は、燃料噴射ノズル 34 内の燃料溜 62 に主油路 36 を介して連通されており、燃料加圧ポンプ 38 から圧送される燃料油をエンジン回転数や負荷に応じて所定の圧力で蓄圧することができる。また、燃料噴射ノズル 34 と蓄圧器 32 とを連通する主油路 36 の途中には、圧力遮断弁 40 が設けられている。この圧力遮断弁 40 は、燃料噴射ノズル 34 の側から蓄圧器 32 の側への燃料圧力の流出を遮断するようになっている。

20

【0059】

さらに、燃料噴射ノズル 34 と蓄圧器 32 とを連通する主油路 36 の圧力遮断弁 40 よりも下流側には、噴射制御用油室 42 がオリフィス 44 を介して連通して設けられている。この噴射制御用油室 42 にはコマンドピストン 46 が収容されており、さらに、コマンドピストン 46 は燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 に連携している。これにより、噴射制御用油室 42 内の燃料油圧は、燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 を押し付けてノズルシート 50 に着座して保持するように作用している。

30

【0060】

またさらに、噴射制御用油室 42 には噴射制御弁 52 が設けられている。この噴射制御弁 52 は、通常は噴射制御用油室 42 に燃料油圧を作用させることにより前述の如く燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 を閉止せしめ、噴射制御用油室 42 内の燃料油を除去することによりニードル弁 48 を開放して燃料噴射を履行せしめるように構成されている。

【0061】

またさらに、燃料噴射ノズル 34 と蓄圧器 32 とを連通する主油路 36 の圧力遮断弁 40 よりも下流側には、増圧器 54 が噴射制御用油室 42 に連通して配置されている。この増圧器 54 は、シリンダ 56 及びピストン 58 を有しており、ピストン 58 が移動することにより、蓄圧器 32 からの燃料油を更に増圧して噴射制御用油室 42 及び燃料噴射ノズル 34 に送給することができる構成となっている。

40

【0062】

また、増圧器 54 にはピストン制御弁 60 が設けられている。このピストン制御弁 60 は、増圧器 54 の大径側のピストン 58 に対応して蓄圧器 32 からの油路 64 に設けられており、油路 64 を介して蓄圧器 32 から送給される燃料油をシリンダ 56 内へ流入させることによりピストン 58 を移動させて、圧力遮断弁 40 よりも下流側の燃料圧力を増大せしめることができる構成である。

【0063】

なお、ピストン制御弁 60 が設けられたシリンダ 56（大径側のピストン 58 に対応する部位）は、オリフィス 59 を介して大気へ開放している。

50

【0064】

さらに、図2に詳細に示す如く、ピストン制御弁60の先端部分には、流量変更手段としての突起61が設けられている。この突起61は、ピストン制御弁60の移動に伴ってシリンダ56への燃料流路57の実質的な開口面積を変更することができる構成である（突起61によって、「燃料流路面積可変機能」を具備したオリフィス制御をする構成である）。これにより、ピストン制御弁60によりシリンダ56内へ流入される燃料油の流入量を制御することができるようになっている。

【0065】

なお、ピストン制御弁60の移動（リフト）は、電磁力、あるいはPZTアクチュエータや超磁歪素子を用いて位置制御を行うことで実現できる。さらに、ピストン制御弁60の移動（リフト）を途中で（中間位置で）止めるように位置制御を行えば更に有効となる。

10

【0066】

次に、本参考例の作用を説明する。

【0067】

上記構成の燃料噴射装置30では、蓄圧器32、圧力遮断弁40、噴射制御用油室42、噴射制御弁52、増圧器54、及びピストン制御弁60を備えている。増圧器54には、蓄圧器32からの（コモンレール圧の）燃料油が供給され、ピストン58が移動することでこれが増圧される。またここで、燃料噴射ノズル34に対して、「蓄圧器32、圧力遮断弁40、噴射制御用油室42、噴射制御弁52」によって蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）が構成され、しかも、この蓄圧器噴射系と並列に増圧器54が配置された構成となっている。換言すれば、燃料噴射ノズル34に対して、「増圧器54、ピストン制御弁60、噴射制御用油室42、噴射制御弁52」によって増圧器噴射系（ジャクインジェクタ）が構成される。

20

【0068】

ここで、

1）蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）によって燃料を噴射する場合

噴射開始前においては、噴射制御弁52を閉状態に維持して噴射制御用油室42内の圧力を蓄圧器32内の圧力（コモンレール圧）と等しくする。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48はコマンドピストン58を介してノズルシート50に押し付けられ、ニードル弁48は閉止状態で保持される。

30

【0069】

燃料油を噴射する際には、ピストン制御弁60を閉状態とすることで増圧器54を不作動状態とし、さらに、蓄圧器32からの燃料油が圧力遮断弁40を介して燃料噴射ノズル34内の燃料溜62に圧送される。このとき、噴射制御弁52を開弁することによって噴射制御用油室42の燃料油を除去すると、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48を閉止する圧力が減少し、一方、燃料噴射ノズル34内（燃料溜62）は前記コモンレール圧が保たれる。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が開放されて、蓄圧器32からの燃料油が直接（そのまま）燃料噴射ノズル34から噴射される。

【0070】

燃料噴射を終了する際には、再び噴射制御弁52を閉弁することで噴射制御用油室42の圧力をコモンレール圧と等しくする。これによって、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が再びコマンドピストン58を介して閉止方向に押し付けられてノズルシート50に着座して保持され、燃料噴射が終了する。

40

2）増圧器噴射系（ジャクインジェクタ）によって燃料を噴射する場合

噴射開始前においては、噴射制御弁52を閉弁状態に維持して噴射制御用油室42内の圧力を蓄圧器32内の圧力（コモンレール圧）と等しくする。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48はコマンドピストン58を介してノズルシート50に押し付けられ、ニードル弁48は閉止状態で保持される。

【0071】

燃料油を噴射する際には、ピストン制御弁60を開放することで増圧器54（シリンダ5

50

6) 内へ燃料油を流入させる。これにより、ピストン 58 が移動して燃料圧力が増圧される。すると、増圧器 54 によって加圧された燃料油は燃料噴射ノズル 34 内の燃料溜 62 及び噴射制御用油室 42 に圧送される。なお、この状態では、圧力遮断弁 40 が働き、増圧された燃料油が蓄圧器 32 側に流出するのを防止している。さらに、増圧された燃料油が所定の圧力に達したとき、噴射制御弁 52 によって噴射制御用油室 42 の燃料油を除去することで、燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 を閉止する圧力が減少し、一方、燃料噴射ノズル 34 内（燃料溜 62）は前記増圧器 54 によって加圧された燃料油の圧力が作用している。これにより、燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 が開放されて、増圧器 54 にて増圧された燃料油が燃料噴射ノズル 34 から噴射される。

【0072】

燃料噴射を終了する際には、再び噴射制御弁 52 によって噴射制御用油室 42 の圧力を燃料噴射ノズル 34 内（燃料溜 62）の圧力と等しくする。これによって、燃料噴射ノズル 34 内のニードル弁 48 が閉止方向に押し付けられてノズルシート 50 に着座して保持され、燃料噴射が終了する。

【0073】

さらに、次ぎの噴射に備えて増圧器 54 のピストン制御弁 60 を閉じて増圧器 54（シリンダ 56）内の燃料をオリフィス 59 を介して大気に開放し、ピストン 58 を再び元の位置に移動させる。これに伴って圧力遮断弁 40 よりも下流の燃料圧がコモンレール圧以下になると速やかに圧力遮断弁 40 が開放して、ほぼコモンレール圧と等しい燃料圧力になる。

【0074】

このように、本参考例に係る燃料噴射装置 30 では、蓄圧器 32 からの燃料油をそのまま燃料噴射ノズル 34 に送って噴射する低圧噴射と、増圧器 54 にて更に加圧した燃料油を燃料噴射ノズル 34 に送って噴射する高圧噴射と、を切替制御して燃料噴射することができる。したがって、燃料噴射装置 30 は、基本的に以下の効果を奏するものである。

【0075】

▲1▼ 増圧器 54 には蓄圧器 32 からの（コモンレール圧）の燃料が供給され、これを増圧して噴射するので、従来のコモンレール噴射系による噴射圧を大幅に越える超高噴射圧化（例えば、最大噴射圧 300 MPa）を実現できる。したがって、高エンジン回転数、高負荷時においても適切な噴射期間内に燃料を噴射することができ、より高速化が図れると共に、良好な燃焼が可能となって、低エミッションで高出力なエンジンを実現できる。

【0076】

また、燃料噴射ノズルの噴口径の小径化による噴霧貫徹力の減少を噴射圧の超高压化によって補うことが可能であり、これによって、燃焼室内の酸素を有効に活用することができるので、高回転数においてもスモーク排出が少ない良好な燃焼状態を実現できる。

【0077】

さらに、超高噴射圧力を常時蓄圧する必要がないため、所定の高噴射圧を常時蓄圧する従来のコモンレール噴射系と比較して、噴射系の強度の点から有利であり、低コスト化を図ることもできる。

【0078】

▲2▼ 蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器 54 が並列配置されており、圧力遮断弁 40 より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器 32 から燃料が補給される構造であるので、高回転数、高負荷時にアフター噴射する場合においてもコモンレール圧以下の低圧で燃料が噴射されることがない。これによって、良好な微粒化状態の噴霧がアフター噴射されるので、アフター噴射された燃料自身がスモークの発生原因になることがなく、アフター噴射された燃料が燃焼場を攪乱することによる燃焼促進効果を最大限に引き出すことができる。

【0079】

また、低圧噴射と高圧噴射とを切替制御して燃料噴射することができるため、パイロット

10

20

30

40

50

噴射、メイン噴射、及びアフター噴射で各々最適な噴射圧力を設定することができる。

【0080】

さらに、コモンレール圧での噴射と、増圧器54を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能であり、噴射パターンの自由度が大きい。

【0081】

▲3▼ 蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器54が並列配置されており、圧力遮断弁40より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器32から燃料が補給される構造であるので、燃料圧力が燃料の蒸気圧以下になることがないため、キャビテーション発生による油路のエロージョンの心配がなく、耐久性が格段に向上する。

【0082】

▲4▼ 蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）と増圧器54が並列配置されているので、蓄圧器32と増圧器54との間が遮断された状態で仮に増圧器54が故障してもコモンレール圧で噴射できる。このため、エンジンが突然に停止することがない。

【0083】

またここで、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、前述の如く低圧噴射と高圧噴射とを切替制御して燃料噴射することができるため、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射で各々最適な噴射圧力を設定することができ、しかも、コモンレール圧での噴射と増圧器54を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能であり、種々の噴射パターンで燃料噴射することができるが、更に、ピストン制御弁60によりシリンダ56内へ流入される燃料の流量を変更可能な流量変更手段としての突起61が設けられているため、シリンダ56への燃料流路57の面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで（オリフィス制御をすることで）燃料油の流入量を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を制御することが可能となり、任意の噴射パターンで燃料噴射することができる。

【0084】

すなわち、当該燃料噴射装置30によれば、燃料噴射するに際して、ピストン制御弁60が移動されると、このピストン制御弁60の移動量（リフト量）に応じて、シリンダ56の燃料流路57の実質的な開口面積が突起61によって変更される。シリンダ56の燃料流路57の開口面積が変更されると、シリンダ56内への燃料の流入量に変更されてピストン58の移動速度（変位速度）が変更され、燃料噴射ノズル34に送る燃料の増圧速度、すなわち燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【0085】

例えば、増圧器54下流の燃料を急峻に増圧する場合には、ピストン制御弁60のリフト量を大きくして燃料流路57の開口面積を大きくする。これによって、シリンダ56内の圧力が急速に増加するので、ピストン58の変位速度が速くなり、急峻な圧力上昇を得ることができる。一方、増圧器54下流の燃料を緩やかに増圧する場合には、ピストン制御弁60のリフト量を小さくして燃料流路57の開口面積を小さくする。これによって、シリンダ56内の圧力が緩やかに増加するので、ピストン58の変位速度が遅くなり、緩やかな圧力上昇を得ることができる。

【0086】

したがって、例えば、図3（A）及び図3（B）に示す如く、増圧器54下流の燃料圧力の上昇率が時間と共に増加する特性に設定することができる。

【0087】

換言すれば、燃料噴射するに際して、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の最適な噴射率（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の噴射率）に応じて突起61の形状等を設定しておけば、ニードル弁48が開放されて燃料噴射が履行される際に前記最適な噴射率で燃料噴射を履行することができる。しかも、ピストン制御弁60をPZTアクチュエータや超磁歪素子を用いて位置制御（駆動）を行う構成とすれば、ピストン制御弁60のリフト速度を自在に変化させたり、ピストン制御弁

10

20

30

40

50

60の移動（リフト）を途中で（中間位置で）止めるように位置制御を行うことができるため、シリンダ56の燃料流路57の開口面積の変化速度、すなわちシリンダ56内への燃料の流入量の変化速度、すなわち燃料噴射ノズル34に送る燃料の増圧速度、すなわち燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。

【0088】

これにより、例えば、図4に示す燃料噴射パターンの如く、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する場合に、ブーツ噴射期間終了後圧力増加率（ $\theta 1$ ）、最高噴射圧到達直前圧力増加率（ $\theta 2$ ）、メイン噴射終了時の圧力低下率（ $\theta 3$ ）等を、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適な燃料噴射パターンとなるように自由に制御（設定あるいは変更して履行）することができる。

10

【0089】

すなわち、噴射圧力の傾き（特に、前述した図4に示す燃料噴射パターンの最高噴射圧到達直前圧力上昇率（ $\theta 2$ ）、メイン噴射終了時の圧力低下率（ $\theta 3$ ）について）これを変更する場合に、噴射圧力が上がるか、定常か、下がるかは、ピストン58より送り出される燃料量と燃料噴射ノズル34より噴出される燃料量の兼ね合いで決まる。ピストン58から送り出される燃料量が噴出される燃料量より多ければ、噴射圧力が上がっていく。ピストン58から送り出される量と燃料噴射ノズル34から噴出される燃料量が同じであれば、噴射圧力は定常になる。一方、ピストン58から送り出される燃料量が噴出される燃料量より少なければ、噴射圧力は下がっていく。

【0090】

20

このように、ピストン制御弁60（突起61）によってシリンダ56への燃料流路57の面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで行う開口面積制御では、噴射圧力の増加率と低下率を直接的に変化させることができ、また、最高噴射圧力は、噴射圧力の増加率に伴って変化する。

【0091】

ここで、図5乃至図7には、前述した図4に示す燃料噴射パターンでマルチ噴射を実施する場合に、ピストン制御弁60によりシリンダ56の燃料流路57の面積を変更することで、噴射率を設定する方法が概略的な線図にて示されている。この場合、図5は、ブーツ噴射期間終了後圧力上昇率（ $\theta 1$ ）を変更するパターンが示されており、図6は、最高噴射圧到達直前圧力上昇率（ $\theta 2$ ）を変更するパターンが示されており、図7は、メイン噴射終了時の圧力低下率（ $\theta 3$ ）を変更するパターンが示されている。

30

【0092】

このように、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、ピストン制御弁60によってシリンダ56への燃料流路57の面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで燃料油の流入量を制御することにより（ピストン制御弁60の移動量及び移動時期を調整することで）、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）することができる（燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

【0093】

また特に、この燃料噴射装置30では、ピストン制御弁60によりシリンダ56の燃料流路57の面積を変更してシリンダ56内への燃料の流入量を変更してピストン58の移動速度（変位速度）を変更する構成であるため、仮に最高噴射圧力が低い場合でも噴射圧力増加率を高く設定することができる。

40

【0094】

またさらに、以上の説明においては「メイン噴射」について記載したが、「アフター噴射」についても同様にピストン制御弁60によってシリンダ56の燃料流路面積を変更・制御することで、噴射圧力の増加率、低下率の制御、圧力の制御が可能である。

【0095】

なおこの場合、通常はアフター噴射の量はメイン噴射の量に比べて非常に少ない。例えば、1回当たりの噴射量が1～2立方ミリメートルということもある。その場合には、燃料噴射ノズル34のニードル弁48のリフトがシートチョーク期間ということもあり、明確

50

に噴射圧力の増加率、低下率を変更できているかの判別は難しい。しかしながら、このような極小噴射量の場合でも、前記開口面積制御によってアフター噴射の圧力を制御することが可能である。このことはすなわち、噴射圧力の増加率もしくは低下率の制御が成されていることに他ならない。また、アフター噴射の量がメイン噴射量の5%以上あるならば、この場合は一般にスプリット噴射と呼ばれる。このスプリット噴射の場合にも、メイン噴射の時と同様に、前記開口面積制御によって噴射圧力の増加率、低下率、最高噴射圧力の制御が可能である。

【0096】

このように、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30によれば、ピストン制御弁60によってシリンダ56への燃料流路57の開口面積を変更することで燃料油の流入量を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）することができる（燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

10

【0097】

これにより、本燃料噴射装置30によれば、以下の効果を奏するものである。▲1▼ 一般的に、ディーゼル燃焼では、図8（A）に示す如く、燃料噴射が開始されてから着火までに幾らかの時間（着火遅れ期間）を有する。燃料噴射パターンが蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）による矩形噴射率の場合には、前記着火遅れ期間中に多量の燃料が噴射され、この着火遅れ期間中に噴射された多量の燃料が一度に燃焼するため、NOx及び騒音の増加を招くことになる。

【0098】

20

これに対し、本燃料噴射装置30によって、図8（B）に示す如く、初期噴射率を抑制した燃料噴射パターンで燃料噴射すれば、NOx及び騒音が低い良好な燃焼とすることができる。

▲2▼ 機関の全負荷条件では、燃料噴射時期と噴射量は機関の強度を確保するために最大筒内圧によって制限される。ここで、燃料噴射パターンが蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）による矩形噴射率の場合には、図9（A）に示す如く、初期の燃焼量が多く、噴射時期を進めることができない。

【0099】

これに対し、本燃料噴射装置30によって、図9（B）に示す如く、初期噴射率を抑制した燃料噴射パターンとすれば、噴射時期を進めることができ、多量の燃料を噴射できるので、高トルクを得ることができる。しかも、このときNOx及び騒音を低減することもできる。

30

▲3▼ 通常の蓄圧器噴射系（コモンレールインジェクタ）によってマルチ噴射を行う場合には、各噴射（パイロット噴射、メイン噴射、アフター噴射、ポスト噴射等）は全て同じ圧力で行われる。しかし、実際にはそれぞれの噴射に最適な圧力がある。本燃料噴射方法による燃料噴射では、マルチ噴射を行う場合に各噴射をそれぞれに最適とできるので、排気特性が向上し騒音が低減する。

【0100】

例えば、パイロット噴射の圧力が高すぎると、燃料の壁面付着による未燃HCの増加、オイル希釈などの問題を生じる。また、微少量噴射時の制御性が悪く、近接パイロット噴射時にはパイロット燃焼が激しくて騒音低減効果が十分に得られない、等の問題がある。逆に、パイロット噴射の圧力が低すぎると、微粒化の悪化による騒音低減効果の減少や、スモークの増加が問題となる。

40

【0101】

これに対し、本燃料噴射装置30では、パイロット噴射の圧力をメイン噴射とは別に独自に設定できるので、パイロット噴射の効果が向上する。

【0102】

またここで、一般的に、「ピストン制御弁」の弁形式としては、図10（A）または図10（B）に示す如く、平面座形式のものが知られており、その有効流路横断面積はバルブシート部で規定される。すなわち、当該平面座形式の制御弁は、バルブのリフト量（移動

50

量)を制御することでバルブシート部における横断面積を調整する構成(所謂、シート部面積制御)である。

【0103】

これに対し、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、前述の如きバルブシート部における横断面積を調整する(シート部面積制御)ではなく、ピストン制御弁60の移動に伴って燃料流路57の面積を変更する突起61、すなわち、燃料流路57(オリフィス)に臨むピストン制御弁60に突起61を設け、このピストン制御弁60の移動量(リフト量)に応じて、突起61の位置が変更されることで燃料流路57の面積を変更するという「燃料流路面積可変機能」を具備した構成(所謂、オリフィス制御)である。

【0104】

したがって、前述の如きバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のもの(シート部面積制御)では、バルブのリフト量(移動量)に対してバルブシート部における横断面積はリニアに変化するのに対し、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、前記「突起61」の形状を種々好適に設定することにより、ピストン制御弁60の移動量(リフト量)に対する燃料流路57の面積の変化を自在に設定することができる。これにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になり、極めて自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【0105】

このため、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、以下の特有の優れた効果を奏する。

1) 噴射圧設定精度の向上

前述の如くバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のもの(シート部面積制御)では、図11に線Bにて示す如く、バルブのリフト量(移動量)に対してバルブシート部における横断面積がリニアに変化する構成であり、バルブのリフト量の設定精度がバルブシート部における横断面積の設定精度ということになる(バルブシート部における横断面積の設定精度は、一義的に、バルブのリフト量の設定精度に依存する)。

【0106】

ここで、本出願人は、シミュレーションによって、増圧器噴射系(ジャークインジェクタ)によって燃料噴射する際に、ピストン制御弁60により増圧器54のシリンダ56内へ流入される燃料圧力(増圧器54の作動圧、すなわちコモンレール圧)より僅かに高い噴射圧で噴射する場合には、増圧器54のシリンダ56への燃料流入量を、前記一般的な構成のバルブの開放による流入量よりも、少なくしたほうが、噴射圧の設定精度を高めることができるという知見を得た。そこで、このような場合においては、図11に線Aにて示す如く、ピストン制御弁60の移動量(リフト量)に対する燃料流路57の面積の関係を、少ない移動量時(小リフト量時)ほど燃料流路57の面積の変化が少なくなる構成とすることによって、ピストン制御弁60の移動量(リフト量)の設定目標値からのズレXに対する燃料流路面積のズレを小さくすることができる(一般的な構成のバルブのズレ量Zに対し、本参考例においてはズレ量Yであり、 $Y < Z$)。換言すれば、得たい燃料流路面積に対してピストン制御弁60の移動量(リフト量)の目標値の幅が広がることになる、すなわち、ピストン制御弁60の移動量(リフト量)が設定目標値から多少ズレいても、燃料流路面積に対する影響は僅かになる。したがって、噴射圧(ピストン制御弁60の燃料流路面積)の設定精度を高めることができる。

2) バルブシート部の耐久性の向上

前述した如くバルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のもの(シート部面積制御)では、バルブシート部(その開口)が最小流路面積になる。ここで、このような構成のものにおいては、当該バルブが非作動時(バルブがシート部に着座時)には、シート部上流側の圧力はその作動圧(すなわち、コモンレール圧)であり、シート部下流側(増圧器のピストン大径側)は、例えば大気圧である。この状態から当該バルブを作動させて増圧器のピストン大径側(シリンダの1次チャンバ)に燃料を流入させると、シート部前後の(シート部上流側と下流側の)差圧は、当該バルブを作動させた直後が最も大

10

20

30

40

50

きい（すなわち、「作動圧－大気圧」）。このように前記差圧が大きいときには、キャビテーションが発生し易い。このキャビテーションは、バルブシート部で発生するため、当該部分が浸食されてシート不良を引き起こすことになる。このようなシート不良は、装置の増圧機能を損なう重大かつ致命的な問題である。

【0107】

これに対し、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、ピストン制御弁60の「突起61」の形状を適切に設定し、ピストン制御弁60の移動量（リフト量）が少ない時には燃料流路57の面積が、バルブシート部（燃料流路57）の開口面積（前記最小流路面積）よりも更に小さくなるように構成できる。したがって、これにより前記シート部前後の（シート部上流側と下流側の）差圧を小さくすることができ、当該ピストン制御弁60を作動させた直後であってもキャビテーションの発生を防止することができる。このため、バルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

10

【0108】

ここで、図12（A）及び図12（B）には、ピストン制御弁60の移動量（リフト量）と突起61による燃料流路面積との関係の設定例が示されている。各図において、線Bは、バルブシート部における横断面積を調整する一般的な構成のものである。また、図12（A）の線Aには、ピストン制御弁60の移動（リフト）と共に燃料流路57の面積が滑らかに変化する設定例を示しており、図12（B）の線Cには、ピストン制御弁60の移動量（リフト量）が小さいときに（ある範囲で）燃料流路57の面積が一定に保たれる領域をもたせた設定例を示している。このような構成とすることによって、キャビテーションが発生し易いピストン制御弁60の移動初期の燃料流路57の面積が、バルブシート部の開口面積（前記最小流路面積）と同じになることを防止でき（更に小さくなるように構成でき）、これにより、当該ピストン制御弁60を作動させた直後であってもキャビテーションの発生を防止することができ、バルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

20

3）増圧器54の大径ピストン58側のシリンダ56容積の低減（小型化）

本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、燃料流路57（オリフィス）に臨むようにピストン制御弁60に突起61を設けた構成であるため、増圧器54の大径ピストン58側のシリンダ56容積（図2において、大径ピストン58上方に形成される容積）を低減（小型化）することができる。

30

【0109】

前記「2）バルブシート部の耐久性の向上」にて記載した如く、ピストン制御弁60の移動量（リフト量）が少ない時に燃料流路57の面積が極めて小さくなるように構成した場合に、仮に増圧器54の大径ピストン58側のシリンダ56容積が大きいと、当該シリンダ56容積内の圧力上昇が緩慢になり過ぎることがある。この点、ピストン制御弁60に設けた突起61によって当該シリンダ56容積を低減することができるため、バルブシート部におけるキャビテーション防止のために燃料流路57の面積をかなり小さく設定しても、当該シリンダ56容積内の適切な圧力上昇を得ることができる。

4）NOx、騒音の低減、及び高出力化

40

本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、前述した如くピストン制御弁60の移動量（リフト量）と突起61による燃料流路面積との関係を好適に設定することで、機関のクランク角に対する増圧器54の燃料圧力上昇履歴を任意に設定できるが、更に、ピストン制御弁60と噴射制御弁52の作動の位相差を制御することで（ピストン制御弁60を作動させる時期と噴射制御弁52を作動させて噴射を開始するタイミングを制御することで）、NOx、及び騒音を低減できると共に、高出力化を図ることができる。

【0110】

すなわち、図13（A）に示す如く、「クランク角－増圧器54のピストン58位置」の関係が、横断面積を調整する一般的な構成の制御バルブと、本第1の参考例に係るピストン制御弁60とで共に同じであったとしても、図13（B）に線Aにて示す如く、本第

50

1の参考例に係るピストン制御弁60では、「突起61」の形状を適切に設定することでクランク角に対して燃料流路57の開口面積が緩やかに増加する特性に設定できる。このため、図13(C)に線Aにて示す如く、機関のクランク角に対する増圧器54の燃料圧力上昇履歴が緩やかに増加する特性に設定できる。

【0111】

ここで、前述の如くピストン制御弁60を作動させる時期と噴射制御弁52を作動させて噴射を開始するタイミングを制御することで、例えば、低速時にはタイミング T_1 にて噴射制御弁52を作動させれば、図13(D)に線Aにて示す如く、初期噴射率を低減して燃料噴射を履行することができ、 NO_x 及び騒音を低減することができる。また、例えば、高速時や高負荷時にはタイミング T_2 にて噴射制御弁52を作動させれば、図13(E)に線Aにて示す如く、過大な噴射期間での噴射を抑制することができ、高出力化を図ることができる。

10

【0112】

なお、図13においては、横断面積を調整する一般的な構成の制御バルブの特性を破線にて示してある。

【0113】

以上説明した如く、本第1の参考例に係る燃料噴射装置30では、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器32の燃料圧力によって一義的に決定されることが無く良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

20

【0114】

次に、本発明の他の参考例を説明する。なお、前記第1の参考例と基本的に同一の部品には前記第1の参考例と同一の符号を付与し、その説明を省略する。

[第2の参考例]

図14には、本発明の第2の参考例に係る燃料噴射装置70の主要部分の構成が示されている。

【0115】

燃料噴射装置70では、ピストン制御弁60の先端部分に、流量変更手段としての突起72が設けられている。この突起72は、2段の段付き形状とされており、ピストン制御弁60の移動に伴ってシリンダ56の燃料流路57の実質的な開口面積を変更することができる構成である。これにより、ピストン制御弁60によりシリンダ56内へ流入される燃料油の流入量を制御することができるようになっている。

30

【0116】

この燃料噴射装置70においては、図15(A)及び図15(B)に示す如く、増圧器54下流の燃料圧力の上昇率が時間と共に増加する特性に設定することができる。したがって、前述した第1の参考例に係る燃料噴射装置30と同様に、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になり、第1の参考例に係る燃料噴射装置30と同様の効果を奏する。

[第3の参考例]

40

図16には、本発明の第3の参考例に係る燃料噴射装置80の全体構成が示されている。

【0117】

燃料噴射装置80では、ピストン制御弁60について、増圧器54の小径側のピストン58に対応して設けられており、シリンダ56内の燃料油を流出させることによりピストン58を移動させて、圧力遮断弁40よりも下流側の燃料圧力を増大せしめることができる構成である。

【0118】

すなわち、前述した第1及び第2の参考例においては、ピストン制御弁60について、シリンダ56への燃料流路57の実質的な開口面積を変更することで燃料油の流入量を制

50

御することにより、燃料噴射ノズル 34 から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）する構成としたが、第 3 の参考例に係る燃料噴射装置 80 では、ピストン制御弁 60 について、シリンダ 56 の燃料流路（流出路）の開口面積を変更することで燃料油のシリンダ 56 からの流出量を制御するように構成し、これにより、燃料噴射ノズル 34 から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）することができる構成となっている。

【0119】

この場合であっても、前記第 1 及び第 2 の参考例と同様の種々の燃料噴射パターンを設定することができ、同様の作用・効果を奏する。

[第 4 の参考例]

図 17 には、本発明の 第 4 の参考例に係る燃料噴射装置 90 の主要部分の構成が示されている。

10

【0120】

燃料噴射装置 90 では、ピストン制御弁 60 について、流量変更手段としての固定オリフィス 92 及び可動オリフィス 94 が設けられている。この固定オリフィス 92 は、ピストン制御弁 60 の油室 63 に連通している。また、可動オリフィス 94 は、固定オリフィス 92 の外周に重なり合って連通して設けられており、しかも、移動することで固定オリフィス 92 との重合度合いが変更される構成となっている。さらに、可動オリフィス 94 は、移動手段としてのエンジンガバナー 96 に接続されており、エンジン回転数の二乗の油圧を作用させて可動オリフィス 94 を移動させるように構成されている。

【0121】

20

この燃料噴射装置 90 では、燃料噴射するに際して、エンジンガバナー 96 によってエンジン回転数の二乗の油圧が作用された可動オリフィス 94 が移動される。これにより、可動オリフィス 94 と固定オリフィス 92 との重合度合いが変更され、当該オリフィスの実質的な開口面積が変更される。

【0122】

この場合、図 18（A）及び図 18（B）に示す如く、可動オリフィス 94 の移動量は、概ね作用する油圧すなわちエンジン回転数の二乗に比例する。したがって、エンジン回転数が高いほど可動オリフィス 94 と固定オリフィス 92 との重合度合いが大きくなり、ピストン制御弁 60 の油室 63 に流入する燃料油の有効流路面積が大きくなる。これにより、ピストン制御弁 60 によってシリンダ 56 内へ流入する燃料圧力（その上昇率）が変更

30

【0123】

この場合、可動オリフィス 94 と固定オリフィス 92 の形状を適宜に設定したり（例えば、矩形、円形、台形等）その数を変えることによって、例えばエンジン回転数に対する当該流路の有効開口面積の関係を自在に設定することができる。

【0124】

換言すれば、燃料噴射ノズル 34 から噴射される燃料の最適な噴射率（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の噴射率）に応じて、固定オリフィス 92 及び可動オリフィス 94 の形状やエンジンガバナー 96 等による可動オリフィス 94 の移動速度等を設定しておけば、ニードル弁 48 が開放されて燃料噴射が履行

40

される際に前記最適な噴射率で燃料噴射を履行することができる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【0125】

このように、燃料噴射装置 90 においても、前述した 第 1 の参考例に係る燃料噴射装置 30 と同様に、燃料噴射ノズル 34 から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になり、第 1 の参考例に係る燃料噴射装置 30 と同様の効果を奏する。

【0126】

なお、前述の説明では、可動オリフィス 94 の制御をエンジンガバナー 96 を利用した油圧で行う構成を示したが、この他に、PZT アクチュエータ、電磁力、あるいは油圧等で、エンジンガバナー 96 を利用することなく、直接に制御する構成としてもよい。

50

[第5の参考例]

図19には、本発明の第5の参考例に係る燃料噴射装置100の全体構成が示されている。

【0127】

燃料噴射装置100では、ピストン制御弁60が設けられる蓄圧器32からの油路64に、流量変更手段としての調圧器102が設けられている。

【0128】

この燃料噴射装置100では、燃料噴射するに際して、調圧器102によってシリンダ56への燃料の流入圧力が変更される。これにより、ピストン58の移動速度が変更され、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

10

【0129】

このように、燃料噴射装置100においても、前述した第1の参考例に係る燃料噴射装置30と同様に、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になり、第1の参考例に係る燃料噴射装置30と同様の効果を奏する。

【0130】

なお、前述の如く調圧器102を蓄圧器32からの油路64に設けてシリンダ56への燃料の流入圧力を変更する構成とするに限らず、当該調圧器102を増圧器54の小径側のピストン58に対応して設け（シリンダ56からの燃料流出路に設け）、シリンダ56内から流出される燃料油の流出圧力を変更する構成とすることもできる。

20

[第6の参考例]

図20には、本発明の第6の参考例に係る燃料噴射装置110の全体構成が示されている。

【0131】

この燃料噴射装置110では、ピストン制御弁60が設けられる増圧器54のシリンダ56には、残圧調整手段としての残圧調整弁112が設けられている。この残圧調整弁112は、増圧器54の大径ピストン58側のシリンダ56に、オリフィス114を介して接続されており、ピストン制御弁60の非作動時にシリンダ56（大径ピストン58側）内の圧力を所定圧力に調整することができる。

【0132】

前述した如く、ピストン制御弁60のバルブシート部前後の（シート部上流側と下流側の）差圧が大きいと、当該ピストン制御弁60を作動させた直後にキャビテーションが発生し易い。

30

【0133】

この点、燃料噴射装置110では、残圧調整弁112によって増圧器54の大径ピストン58側のシリンダ56内の圧力を、大気圧まで低下させることなく、所定圧に維持できるため（残圧を確保するため）、ピストン制御弁60のバルブシート部で発生するキャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

【0134】

なお、本第6の参考例に係る燃料噴射装置110では、残圧調整弁112をオリフィス114を介してシリンダ56に接続した構成（オリフィス114の下流側に残圧調整弁112を配置した構成）としたが、これに限らず、オリフィス114の上流側に残圧調整弁112を配置した構成としてもよい。

40

【0135】

また、本第6の参考例に係る燃料噴射装置110では、ピストン制御弁60を二方弁形式の構成とすると共に残圧調整弁112をピストン制御弁60とは独立して設ける構成としたが、これに限らず、残圧調整弁112をピストン制御弁60と一体化した構成、すなわち、ピストン制御弁60を残圧調整弁としての機能を有した三方弁形式の構成としてもよい。

50

[第7の参考例]

図21には、本発明の第7の参考例に係る燃料噴射装置120の全体構成が示されている。

【0136】

この燃料噴射装置120は、基本的に、前述した第3の参考例に係る燃料噴射装置80（図16）と同様の構成であるが、増圧器54のシリンダ56とピストン制御弁60との間に、オリフィス122及び残圧調整弁124が設けられた構成となっている。これにより、ピストン制御弁60はシリンダ56内の燃料油を流出させることによりピストン58を移動させて、圧力遮断弁40よりも下流側の燃料圧力を増大せしめることができると共に、ピストン制御弁60の非作動時には、残圧調整弁124によってシリンダ56内の圧力を所定圧力に調整することができる。

10

【0137】

この燃料噴射装置120では、残圧調整弁124によって増圧器54のシリンダ56内の圧力を、大気圧まで低下させることなく、所定圧に維持できるため（残圧を確保するため）、キャビテーションに起因した部材浸食を防止することができ、信頼性及び耐久性が大幅に向上する。

【0138】

なお、本第7の参考例に係る燃料噴射装置120では、残圧調整弁124を増圧器54のシリンダ56とピストン制御弁60との間に設けた構成（ピストン制御弁60の上流側に残圧調整弁124を配置した構成）としたが、これに限らず、ピストン制御弁60の下流側に残圧調整弁124を配置した構成としてもよい。

20

【0139】

また、本第7の参考例に係る燃料噴射装置120では、残圧調整弁124をオリフィス122を介してシリンダ56に接続した構成（オリフィス122の下流側に残圧調整弁124を配置した構成）としたが、これに限らず、オリフィス122の上流側に残圧調整弁124を配置した構成としてもよい。

【0140】

さらに、本第7の参考例に係る燃料噴射装置120では、ピストン制御弁60を二方弁形式の構成とすると共に残圧調整弁124をピストン制御弁60とは独立して設ける構成としたが、これに限らず、残圧調整弁124をピストン制御弁60と一体化した構成、すなわち、ピストン制御弁60を残圧調整弁としての機能を有した三方弁形式の構成としてもよい。

30

【0141】

次に、本発明の実施の形態を説明する。なお、上記参考例と基本的に同一の部品には上記参考例と同一の符号を付与し、その説明を省略する。

[第1の実施の形態]

図22には、本発明の第1の実施の形態に係る燃料噴射装置130の全体構成が示されている。

この燃料噴射装置130では、次の燃料噴射に備えてピストン制御弁60を閉じて増圧器54のピストン58を再び元の位置に移動させるのに伴ってシリンダ56内から排出される燃料を、燃料加圧ポンプ38へ再度供給するための再供給手段を備えている。

40

【0142】

すなわち、燃料加圧ポンプ38の下流には中圧共通ルール132を配置すると共に、この中圧共通ルール132には、タンク134からの中圧サプライポンプ136及びフィードポンプ138を接続した構成となっている。また、中圧共通ルール132には、圧力調整弁140が設けられている。さらに、増圧器54のシリンダ56にオリフィス143を介して接続された残圧調整弁142は、中圧共通ルール132に接続された構成となっている。これにより、残圧調整弁142を介して排出される燃料が、中圧共通ルール132に戻されるようになっている。

【0143】

50

この燃料噴射装置 130 では、増圧器 54 のシリンダ 56 から排出される高圧燃料を大気開放するのではなく、残圧調整弁 142 を介して中圧共通レール 132 に戻され、燃料加圧ポンプ 38 へ再度供給されるため、燃料圧力エネルギーを回収（再利用）することができる。

【0144】

なお、圧力調整弁 140 の如き機械的な構成の弁を中圧共通レール 132 に設けることにより、中圧共通レール 132 の圧力を所定圧に維持することができるが、例えば、電氣的な制御を実施することにより中圧共通レール 132 の圧力を蓄圧器（コモンレール）32 に対して適切に可変できるように構成すれば、増圧器 54 のシリンダ 56 内の残圧を最適に調整することができ、噴射システムの効率をさらに一層高めることができる。

10

【0145】

また、第 1 の実施の形態に係る燃料噴射装置 130 では、残圧調整弁 142 を設けたことによって、増圧器 54 のシリンダ 56 内と中圧共通レール 132 の間の脈動を効果的に減衰させることができるが、一方、残圧調整弁 142 を省略して構成することも可能である。

【0146】

またさらに、残圧調整弁 142 は、図示した如き機械的な構成のものに限らず、電氣的に作動可能な制御弁とし、増圧器 54 のシリンダ 56 内の圧力（もしくは、シリンダ 56 内と中圧共通レール 132 の間の差圧）を制御するように構成してもよい。このような電氣的に残圧を制御する構成では、増圧器 54 のシリンダ 56 内の圧力を、蓄圧器（コモンレール）32 の圧力に応じて制御することができ、噴射システムの効率をさらに一層高めることができる。

20

【0147】

さらに、図 22 に示す例においては、残圧調整弁 142 は機関の各インジェクタ毎に配置されるように示してあるが、これに限らず、各インジェクタ毎の増圧器 54 のシリンダ 56 からの配管（管路）を集合させ、そこの単一の残圧調整弁 142 を配置する構成としてもよい。これによって、部品点数を削減でき、コストの低減を図ることができる。

【0148】

また更に、前述した第 1 の実施の形態に係る燃料噴射装置 130 では、ピストン制御弁 60 及び残圧調整弁 142 が、増圧器 54 の大径側のピストン 58 に対応して設けられた構成としたが、これに限らず、当該ピストン制御弁 60 及び残圧調整弁 142 を、図 21 に示す第 7 の参考例に係る燃料噴射装置 120 の如く、増圧器 54 の小径側のピストン 58 に対応して設け、シリンダ 56 内の燃料油を流出させることによりピストン 58 を移動させると共に、シリンダ 56 から排出される高圧燃料を中圧共通レール 132 に戻す構成としてもよい。

30

〔第 2 の実施の形態〕

図 23 には、本発明の 第 2 の実施の形態に係る燃料噴射装置 150 の全体構成が示されている。

【0149】

この燃料噴射装置 150 は、基本的に前述した 第 1 の実施の形態に係る燃料噴射装置 130 と同様の構成であるが、前記フィードポンプ 138 に接続されるサプライポンプ 152 をそのまま蓄圧器（コモンレール）32 に接続した構成である。

40

【0150】

すなわち、サプライポンプ 152 は、タンク 134（フィードポンプ 138）からの低圧燃料を高圧燃料に加圧して中圧共通レール 132 を介することなくそのまま蓄圧器（コモンレール）32 へ供給する構成である。

【0151】

この燃料噴射装置 150 においても、前述した 第 1 の実施の形態に係る燃料噴射装置 130 と同様の作用・効果を奏する。

【0152】

50

なお、前述した「第2の実施の形態」においては、ピストン制御弁60について、二方弁形式の構成として説明したが、これに限らず、当該ピストン制御弁60を三方弁形式の構成としてもよい。

【0153】

【発明の効果】

以上説明した如く本発明に係る燃料噴射装置は、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射圧及び噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）という優れた効果を有している。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図2】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置の主要部分の構成図である。

【図3】 (A)は、本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置におけるピストン制御弁の移動量と流路面積の対応関係を示す線図であり、(B)は、本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置における増圧器作動開始からの時間と燃料圧力の対応関係を示す線図である。

【図4】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって履行することができる任意の燃料噴射パターンの代表例を示す線図である。

【図5】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって燃料流路面積を変更することで噴射率を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

20

【図6】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって燃料流路面積を変更することで噴射率を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図7】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって燃料流路面積を変更することで噴射率を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図8】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって生じる排気・燃焼騒音への効果を従来と比較して示す線図である。

【図9】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置によって生じる出力への効果を従来と比較して示す線図である。

【図10】 一般的な平面座形式のピストン制御弁の構成を示す断面図である。

30

【図11】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置におけるピストン制御弁の移動量と有効流路面積の対応関係を従来と比較して示す線図である。

【図12】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置におけるピストン制御弁の移動量と有効流路面積の対応関係の設定例を従来と比較して示す線図である。

【図13】 本発明の第1の参考例に係る燃料噴射装置においてピストン制御弁と噴射制御弁の作動の位相差を制御することで更なる効果を奏する点を説明するための線図である。

【図14】 本発明の第2の参考例に係る燃料噴射装置の主要部分の構成図である。

【図15】 (A)は、本発明の第2の参考例に係る燃料噴射装置におけるピストン制御弁の移動量と流路面積の対応関係を示す線図であり、(B)は、本発明の第2の参考例に係る燃料噴射装置におけるピストン制御弁の移動量と燃料圧力の対応関係を示す線図である。

40

【図16】 本発明の第3の参考例に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図17】 本発明の第4の参考例に係る燃料噴射装置の主要部分の構成図である。

【図18】 (A)は、本発明の第4の参考例に係る燃料噴射装置におけるエンジン回転数とガバナー圧力の対応関係を示す線図であり、(B)は、本発明の第4の参考例に係る燃料噴射装置におけるエンジン回転数と有効流路面積の対応関係を示す線図である。

【図19】 本発明の第5の参考例に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図20】 本発明の第6の参考例に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図21】 本発明の第7の参考例に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

50

【図 2 2】 本発明の第 1 の実施の形態に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図 2 3】 本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料噴射装置の全体構成図である。

【図 2 4】 従来の燃料噴射装置における燃料噴射方法によって燃料噴射が履行された場合の増圧器下流側の圧力の変化状態を示す線図である。

【図 2 5】 燃料噴射が履行された場合の増圧器下流側の好ましい圧力の変化状態を示す図 2 4 (B) に対応する線図である。

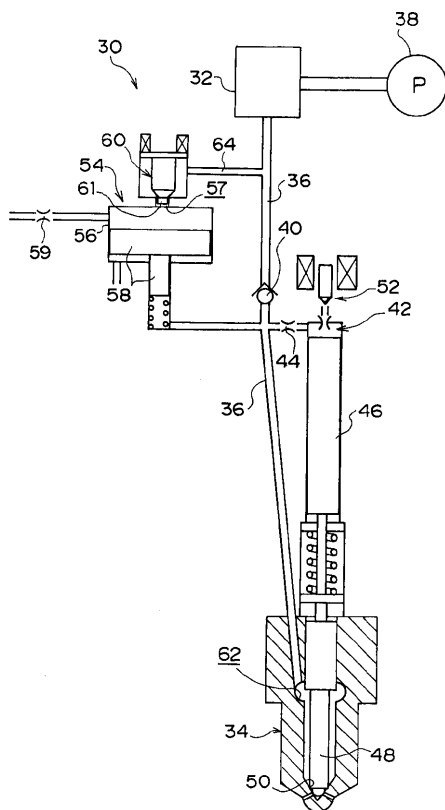
【符号の説明】

- 3 0 燃料噴射装置
- 3 2 蓄圧器
- 3 4 燃料噴射ノズル
- 3 6 主油路
- 3 8 燃料加压ポンプ
- 4 0 圧力遮断弁
- 4 2 噴射制御用油室
- 4 6 コマンドピストン
- 4 8 ニードル弁
- 5 2 噴射制御弁
- 5 4 増圧器
- 5 6 シリンダ
- 5 7 燃料流路
- 5 8 ピストン
- 6 0 ピストン制御弁
- 6 1 突起 (流量変更手段)

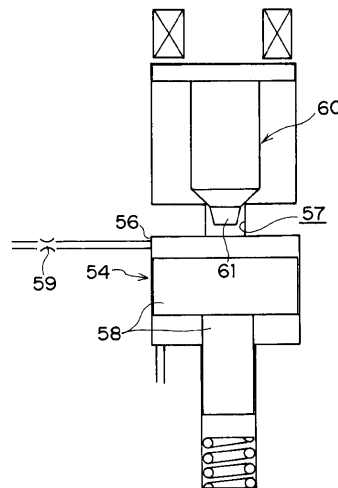
10

20

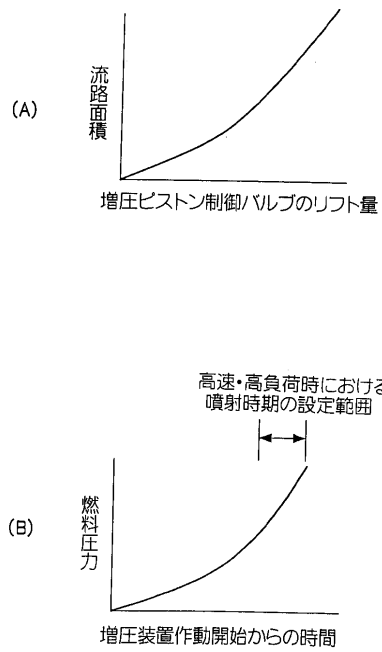
【図 1】



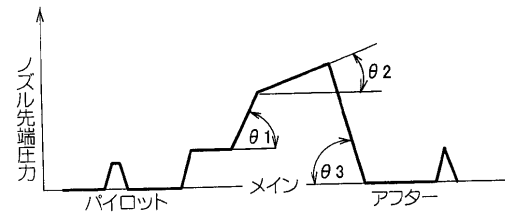
【図 2】



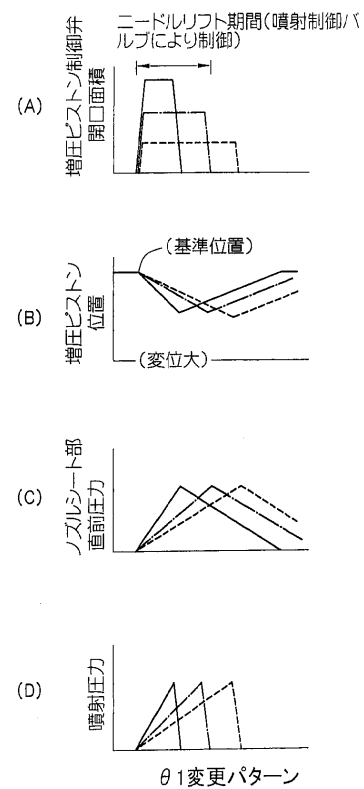
【図 3】



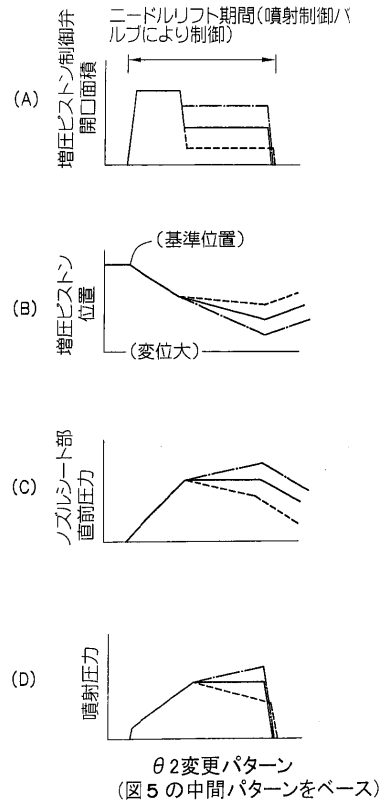
【図 4】



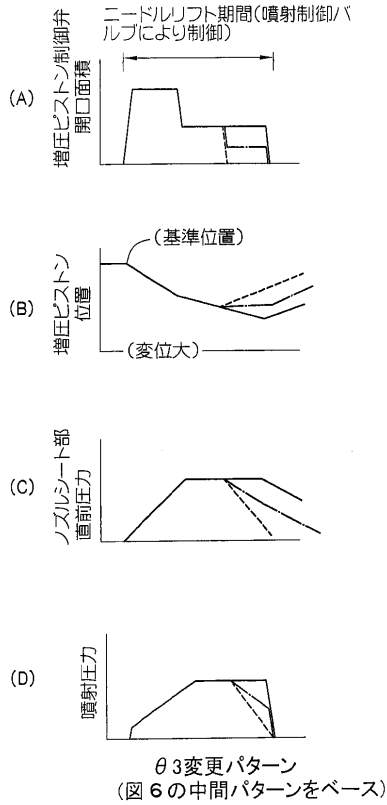
【図 5】



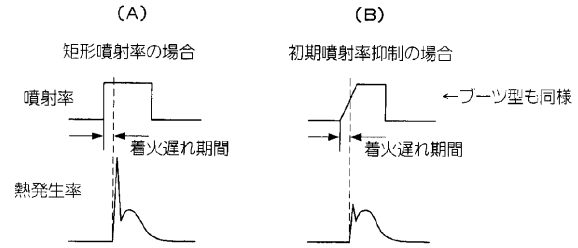
【図 6】



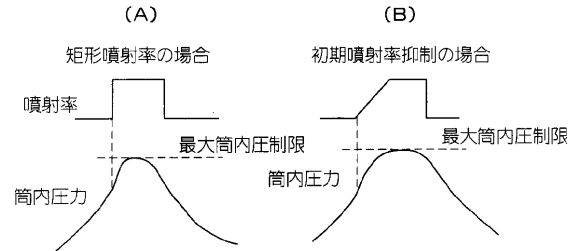
【図 7】



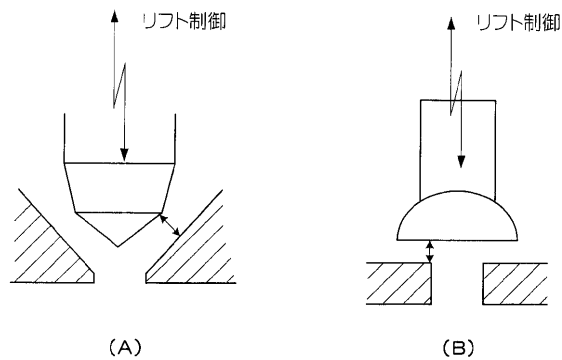
【図 8】



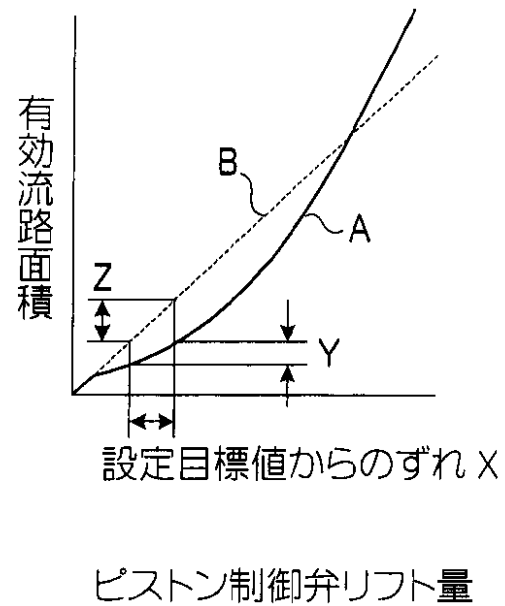
【図 9】



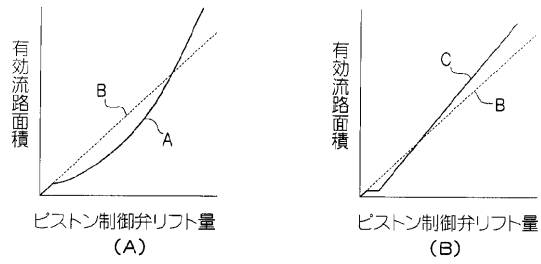
【図 10】



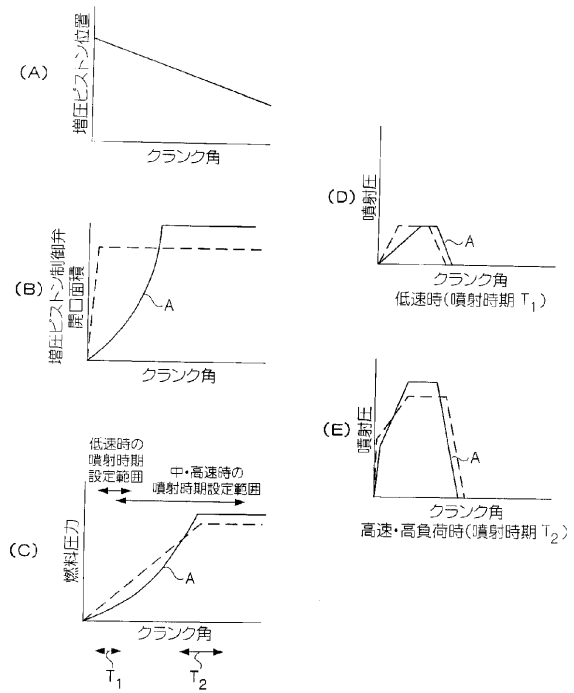
【図 11】



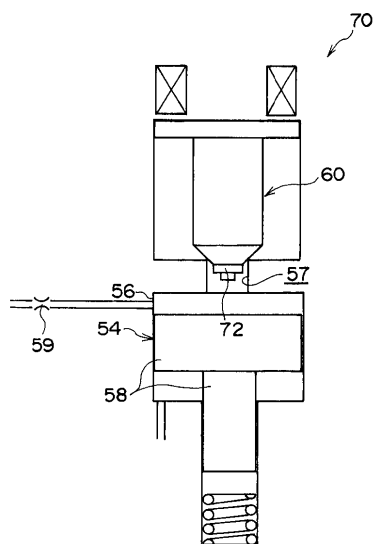
【図 1 2】



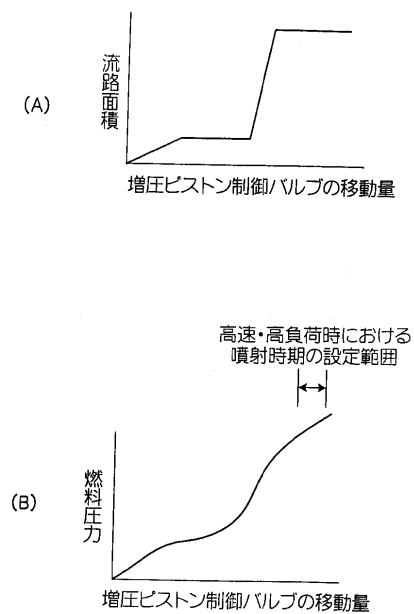
【図 1 3】



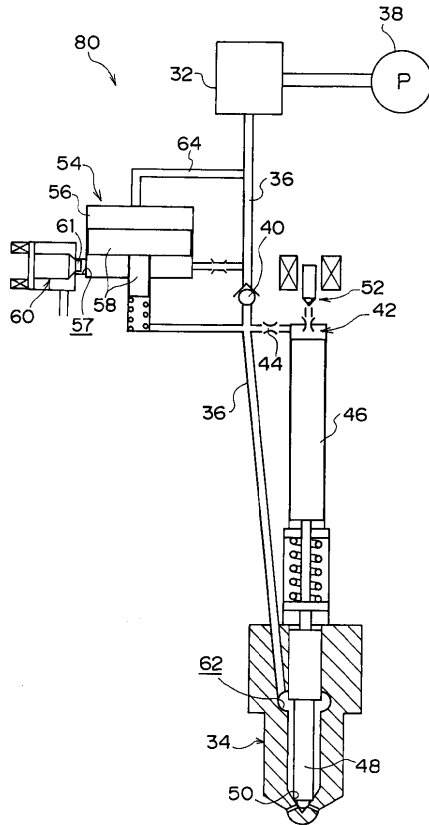
【図 1 4】



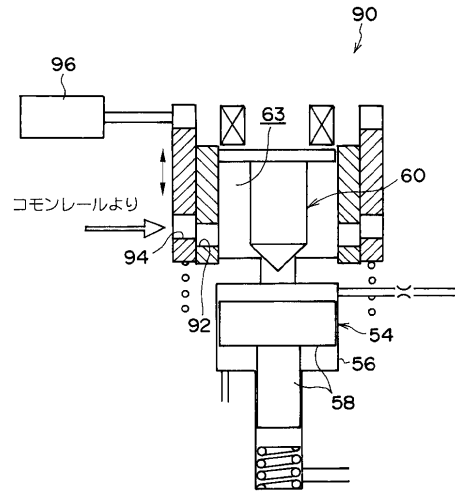
【図 1 5】



【図 16】

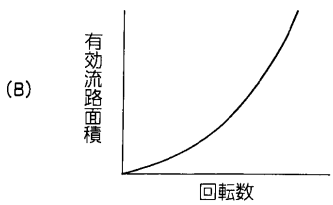
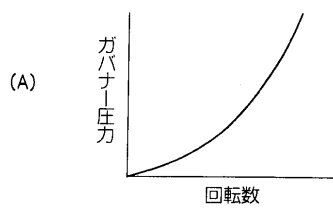


【図 17】

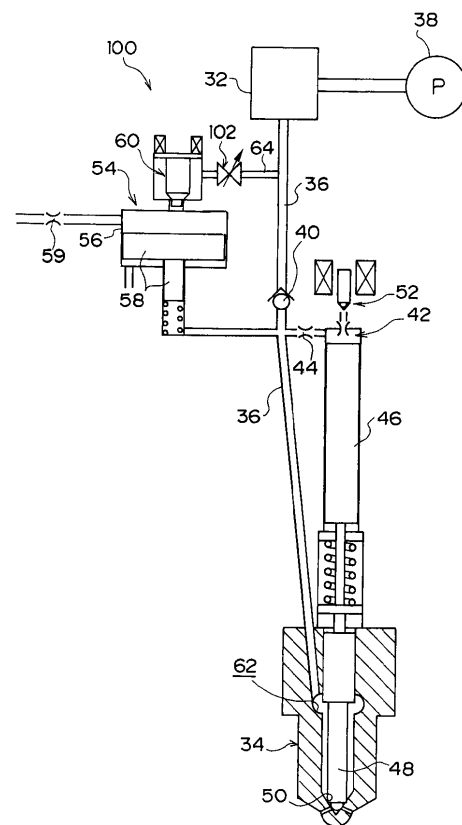


【図 18】

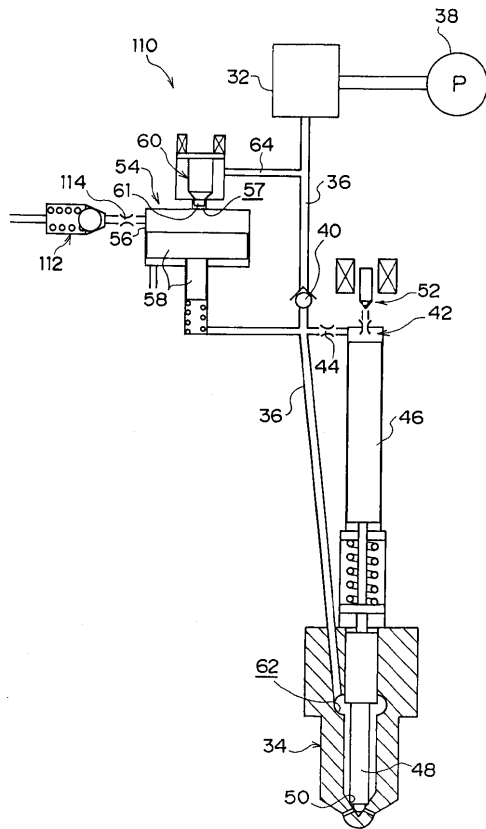
ガバナー圧力 $\propto$ 回転数の二乗



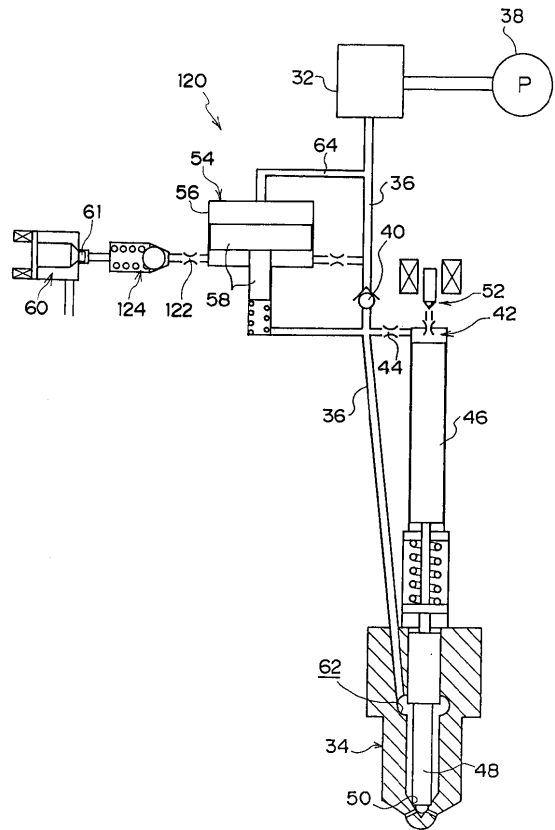
【図 19】



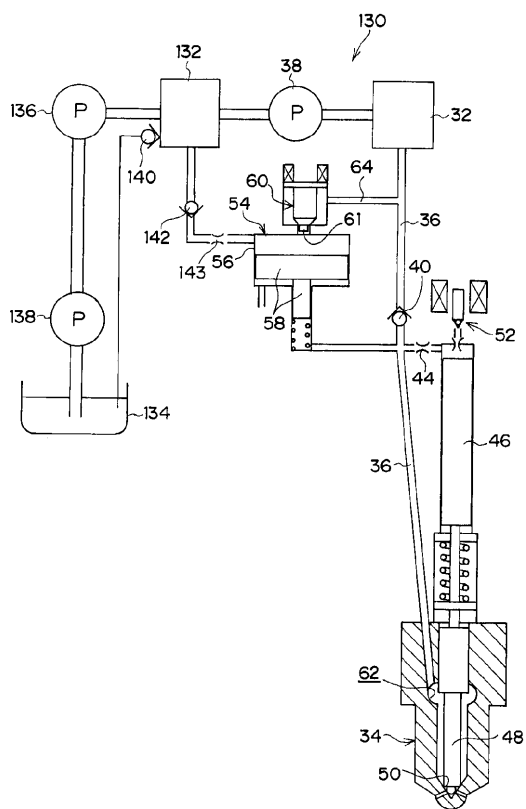
【図 20】



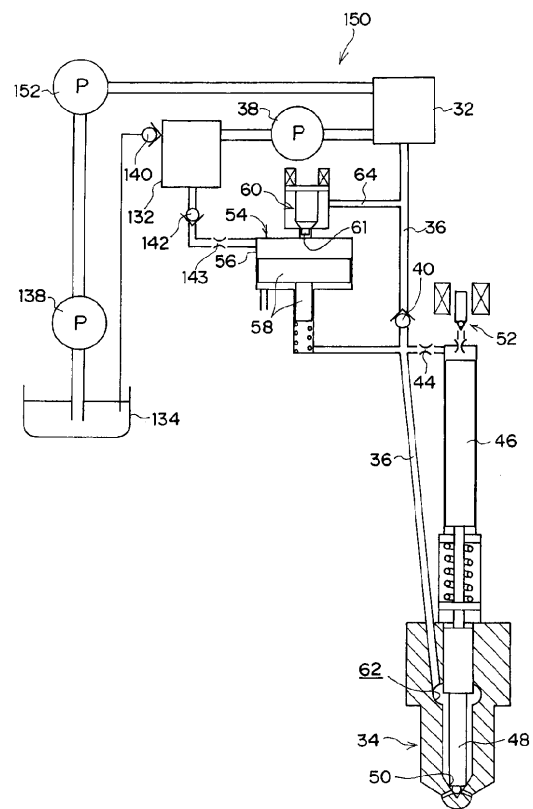
【図 21】



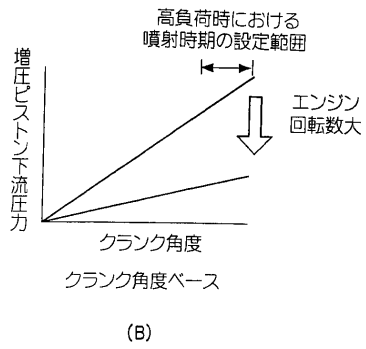
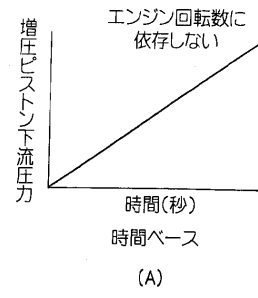
【図 22】



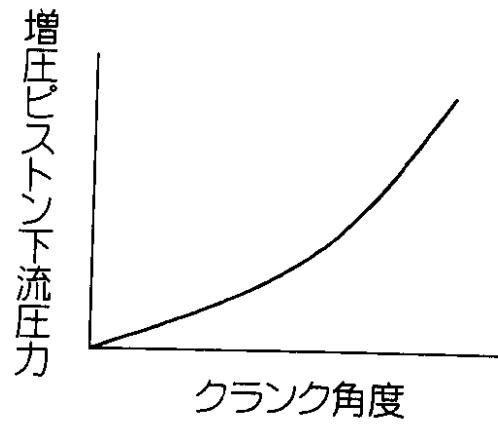
【図 23】



【図 2 4】



【図 2 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 47/00 P
F 0 2 M 45/00 A
F 0 2 M 55/00 B
F 0 2 M 55/02 3 5 0 E
F 0 2 M 55/02 3 5 0 U

(72)発明者 脇坂 佳史
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 中北 清己
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1株式会社豊田中央研究所内

審査官 小林 正和

(56)参考文献 国際公開第00/055496 (WO, A1)
実開昭61-149770 (JP, U)
実開昭57-193060 (JP, U)
実開昭55-106360 (JP, U)
特開2000-054930 (JP, A)
特開2000-227172 (JP, A)
特開昭54-112418 (JP, A)
国際公開第02/014681 (WO, A1)
特開平08-021332 (JP, A)
特開平9-96263 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 47/00-47/02
F02M 57/02
F02M 45/00
F02M 55/00
F02M 55/02