

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5240158号
(P5240158)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl. F I
FO2M 47/00 (2006.01) FO2M 47/00 L

請求項の数 6 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-249380 (P2009-249380) (22) 出願日 平成21年10月29日(2009.10.29) (65) 公開番号 特開2011-94538 (P2011-94538A) (43) 公開日 平成23年5月12日(2011.5.12) 審査請求日 平成24年2月2日(2012.2.2)</p>	<p>(73) 特許権者 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 (74) 代理人 100106149 弁理士 矢作 和行 (74) 代理人 100121991 弁理士 野々部 泰平 (74) 代理人 100145595 弁理士 久保 貴則 (72) 発明者 松本 哲平 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内 審査官 岩附 秀幸</p>
---	---

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】

燃料を噴出する噴孔が形成されているハウジングと、
 前記ハウジングの内部に設けられ、軸方向に往復変位して前記噴孔を開閉し、前記噴孔からの前記燃料の噴出を許容及び停止する弁部材と、
 前記ハウジングの内部に設けられ、軸方向に伸縮して第一のピストンを往復変位させることにより圧力制御室の内圧を制御して前記弁部材を前記往復変位させるアクチュエータと、
 前記弁部材に連結されて、前記噴孔を閉じる閉弁状態にある前記弁部材とともに変位する第二のピストンと、
 前記弁部材が前記噴孔から離れる方向である開弁方向に前記第二のピストンに対して作用する力とバランスするように圧縮される圧力バランス手段と、
 前記第二のピストンが前記弁部材に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態及び当該一体変位状態が解除される非一体変位状態を生成する一体変位・解除生成手段と、を備え、
 前記閉弁状態のときに前記一体変位・解除生成手段は前記一体変位状態を維持し、
 前記弁部材が前記閉弁状態から前記開弁方向に最大変位する開弁状態に向かうときに、前記一体変位・解除生成手段は前記一体変位状態を解除し、さらに前記圧力バランス手段は前記バランスするように圧縮されて前記第二のピストンを前記閉弁方向に支持することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

さらに、前記第二のピストンと前記弁部材とを連結する連結棒を備え、
前記一体変位・解除生成手段は、

前記連結棒の一方側が前記第二のピストン及び前記弁部材のうち一方の相手部材に対し相対変位しないで一体に変位するように固定され、

前記連結棒の他方側が、前記閉弁状態のときに他方の相手部材に対し相対変位しないで一体に変位可能であり、前記閉弁状態から前記開弁状態に向かうときに前記他方の相手部材に対し相対変位することにより構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

前記他方の相手部材には、軸方向に延びるように形成されて前記連結棒の他方側端部を摺動可能に収容する摺動空間部が形成されており、

前記閉弁状態のときに、前記連結棒の他方側端部が前記摺動空間部を形成する内壁面に軸方向に当接して、前記他方の相手部材及び前記連結棒は相対変位しないで一体に変位し、

前記閉弁状態から前記開弁状態に向かうときに、前記摺動空間部の前記内壁面と前記連結棒の他方側端部との前記当接が解除されて、前記連結棒は前記他方の相手部材に対し相対変位することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記圧力バランス手段は、前記第二のピストンに対して前記開弁方向の側に隣接して設けられ、前記第二のピストンの変位に応じて容積変化する密閉された室であって、液体が封入される圧力バランス室であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記第二のピストンは、前記圧力バランス室の前記液体に対して軸方向の力を作用させる部分の直径寸法が前記閉弁状態時に前記ハウジングの内壁面に着座する前記弁部材の直径寸法に等しくなるように構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記第二のピストンには、前記圧力バランス室に封入されている前記液体が外部に漏れることを防ぐシール部材が設けられていることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に燃料を噴射供給する燃料噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の燃料噴射装置は、軸方向に進退し噴孔を開閉する弁部材と、軸方向に伸縮するアクチュエータと、アクチュエータの伸縮に応じて軸方向に進退するピストンと、ピストンの進退に応じて燃料圧が増減される制御室と、燃料タンク等からボディ内に受け入れた高圧の燃料が流出入する背圧室と、を備える。さらに弁部材は、制御室の燃料圧を開弁方向に受けると共に、背圧室の燃料圧を閉弁方向に受けように構成されている（例えば、特許文献 1 参照）。そして、このような燃料噴射装置においては、高い燃焼効率、すすや未燃成分の排出抑制等の観点から、燃料の高圧化が要求されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 255869 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、上記従来の燃料噴射装置では、装置内の燃料が高圧になるほど、弁部材に対して閉じる方向に働く閉弁力が大きくなる。このように閉弁力が増大すると、弁部材の開弁及び閉弁の応答性を確保するために、弁部材を開弁させる開弁力を当該閉弁力に打ち勝つように設定する必要がある。このような開弁力を設定するには、例えば、弁部材を強制的に駆動させるための機構を強化する必要があり、当該機構を含む装置の大型化につながってしまう。

【0005】

そこで、本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、弁部材に働く閉弁力に対して必要な開弁力を抑制することができる燃料噴射装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上記目的を達成するために以下の技術的手段を採用する。すなわち、請求項1に記載の燃料噴射装置の発明は、燃料を噴出する噴孔が形成されているハウジングと、ハウジングの内部に設けられ、軸方向に往復変位して噴孔を開閉し、噴孔からの燃料の噴出を許容及び停止する弁部材と、ハウジングの内部に設けられ、軸方向に伸縮して第一のピストンを往復変位させることにより圧力制御室の内圧を制御して弁部材を往復変位させるアクチュエータと、弁部材に連結され、噴孔を閉じる閉弁状態にある弁部材とともに変位する第二のピストンと、弁部材が噴孔から離れる方向である開弁方向に第二のピストンに対して作用する力とバランスするように圧縮される圧力バランス手段と、第二のピストンが弁部材に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態及び当該一体変位状態が解除される非一体変位状態を生成する一体変位・解除生成手段と、を備え、

20

閉弁状態のときに一体変位・解除生成手段は一体変位状態を維持し、

弁部材が閉弁状態から開弁方向に最大変位する開弁状態に向かうときに、一体変位・解除生成手段は一体変位状態を解除し、さらに圧力バランス手段は第二のピストンに対して開弁方向に作用する力とバランスするように圧縮されて第二のピストンを閉弁方向に支持することを特徴とする。

【0007】

この発明によれば、第二のピストンが弁部材に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態と当該一体変位状態が解除される非一体変位状態とを生成する一体変位・解除生成手段を備え、当該一体変位・解除生成手段によって、閉弁状態で一体変位状態を維持し、閉弁状態から開弁状態に向かうときに一体変位状態を解除して非一体変位状態になることにより、弁部材が閉弁状態から開弁状態に向かうときに弁部材に作用する力が第二のピストンに連動しない構造を可能にする。これにより、圧力バランス手段は弁部材に働く作用力を受けずに圧縮されて第二のピストンを支持するため、燃料圧力による弁部材を閉弁する力の作用がキャンセルされる。本発明はこのようなメカニズムを有しつつバランス状態に近づきながら、開弁状態を実施することができる。したがって、弁部材に働く閉弁力に打ち勝つためにアクチュエータ等により発生させる開弁力を抑制できる燃料噴射装置が得られる。さらに当該開弁力を抑制できることにより、弁部材を開弁方向に駆動するための機構の強化や大型化を抑制できるため、燃料噴射装置のコストパフォーマンスの向上及び小型化に貢献することができる。

30

40

【0008】

請求項2に記載の発明によると、燃料噴射装置はさらに第二のピストンと弁部材とを連結する連結棒を備え、一体変位・解除生成手段は、連結棒の一方側が第二のピストン及び弁部材のうち一方の相手部材に対し相対変位しないで一体に変位するように固定され、連結棒の他方側が、閉弁状態のときに他方の相手部材に対し相対変位しないで一体に変位可能であり、閉弁状態から開弁状態に向かうときに他方の相手部材に対し相対変位することにより構成されていることを特徴とする。

50

【0009】

この発明によれば、連結棒と第二のピストンまたは弁部材の一方との一体変位構造、及び他方との相対変位構造によって一体変位・解除生成手段を構成するため、簡素な機械的構造を実現でき、燃料噴射装置のコストパフォーマンスの向上及び小型化に大きく貢献できる。

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項2において、他方の相手部材には、軸方向に延びるように形成されて連結棒の他方側端部を摺動可能に収容する摺動空間部が形成されており、閉弁状態のときに、連結棒の他方側端部が摺動空間部を形成する内壁面に軸方向に当接して、他方の相手部材及び連結棒は相対変位しないで一体に変位し、

10

閉弁状態から開弁状態に向かうときに、摺動空間部の内壁面と連結棒の他方側端部との当接が解除されて、連結棒は他方の相手部材に対し相対変位することを特徴とする。

【0011】

この発明によれば、連結棒の他方側端部を摺動可能に収容する摺動空間部を備え、連結棒の他方側端部が閉弁状態で摺動空間部の内壁面に当接することによって軸方向の移動が規制されて一体変位状態になり、閉弁状態から開弁状態に向かうときに当該規制が解除されて相対変位可能な状態になる。これにより、当該他方の部材に上記形状を備える摺動空間を形成することで、部品点数の少ない簡素なメカニズムであって動作不良が少ない有用な一体変位・解除生成手段が得られる。

【0012】

20

請求項4に記載の発明によると、圧力バランス手段は、第二のピストンに対して開弁方向の側に隣接して設けられ、第二のピストンの変位に応じて容積変化する密閉された室であって、液体が封入される圧力バランス室であることを特徴とする。

【0013】

この発明によると、圧力バランス室を満たす液体として好ましい体積弾性係数を有する物質を採用すれば、閉弁状態から開弁状態に至る第二のピストンの変位量を、弁部材の変位量に対して適切な範囲に設定することが可能になる。したがって、部品点数の少ない簡素なメカニズムで、製品仕様とおり製造しやすく、生産性にも優れた燃料噴射装置を提供できる。

【0014】

30

請求項5に記載の発明によると、請求項2において、第二のピストンは、圧力バランス室の液体に対して軸方向の力を作用させる部分の直径寸法が、閉弁状態でハウジングの内壁面に着座する弁部材の直径寸法に等しくなるように構成されていることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、燃料圧力に起因する閉弁力を相殺し易い製品生産が容易になり、また圧力バランス室の液体圧力と弁部材に作用する力との良好なバランス状態が保ち易くなり、製品性能、生産性に優れた燃料噴射装置を提供できる。

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項4または請求項5において、第二のピストンには、圧力バランス室に封入されている液体が外部に漏れることを防ぐシール部材が設けられていることを特徴とする。この発明によれば、当該シール部材を備えることにより、圧力バランス室の液体圧力が適切に保たれるため、圧力バランス室の機能を長期的かつ安定して発揮することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施形態に係る燃料噴射弁の構成を示す縦断面図であり、ニードルが噴孔を閉弁する状態を示している。

【図2】第1実施形態に係る燃料噴射弁の構成を示す縦断面図であり、ニードルが噴孔を開弁する状態を示している。

【図3】図2の開弁状態を拡大して示す部分拡大図である。

50

【図4】第2実施形態に係る燃料噴射弁の構成を部分拡大して示す縦断面図であり、ニードルが噴孔を開弁する状態を示している。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、図面を参照しながら本発明を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

10

【0019】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る燃料噴射装置の一例である第1実施形態について、図1～図3を用いて説明する。燃料噴射装置は、例えば、筒内噴射式火花点火内燃機関(以下、直噴ガソリンエンジン)の気筒内へ直接的に噴射する直噴型エンジンに使用する装置である。燃料噴射装置の一例としての燃料噴射弁1は、燃料を噴出するために先端に形成される噴孔9が図示しない気筒内の燃焼室に接続されるように、シリンダヘッドに取り付けられている。図1は燃料噴射弁1の構成を示す縦断面図であり、ニードル7が噴孔9を閉じている状態(閉弁状態)を示している。また図2は、燃料噴射弁1においてニードル7が噴孔9を最大限に開放している状態(開弁状態)を示している。図3は図2に示した開弁状態を拡大して示す部分拡大図である。

20

【0020】

図1に示すように、燃料噴射弁1は、ハウジング本体2と、ハウジング本体2とともにハウジングを構成するノズルボディ3と、弁部材としてのニードル7と、ニードル案内シリンダ71と、第一のピストン6と、第二のピストン8と、ピストン案内シリンダ61と、アクチュエータ5と、アクチュエータを支持する支持部材としてのスタックハウジング10と、ハウジングを閉塞する閉塞部材としての蓋部材4と、を主に備えている。

【0021】

燃料噴射弁1のハウジングは、ハウジング本体2とノズルボディ3とによって構成されている。ハウジング本体2は、主にスタックハウジング10、アクチュエータ5、第一のピストン6、及びピストン案内シリンダ61を内部に収納する両端が開口した筒状体である。ハウジング本体2は、軸方向下端部がノズルボディ3に接続され、軸方向上端部が蓋部材4とスタックハウジング10とによって挟まれるようになっている。ノズルボディ3は、燃料噴射弁1のノズル部を構成する部品であり、主にニードル7及びニードル案内シリンダ71を内部に収納する筒状体である。ノズルボディ3は、軸方向上端部にノズルボディ3に接続され、軸方向下端部に噴孔9が形成されている。

30

【0022】

噴孔9は、ノズルボディ3の内壁面と外壁面とを連通する細孔であり、噴孔9周囲の内壁面(噴孔9の入口部周縁に位置する内壁面)には、閉弁時にニードル7が着座する弁座91が設けられている。ノズルボディ3の内部であって噴孔9の入口部の周囲には、ニードル7とノズルボディ3の内壁面との間に燃料溜り室75が形成されている。弁座91は、燃料溜り室75と噴孔9の入口部との間の内壁面に位置する座面である。

40

【0023】

ハウジング本体2には、側面に、高圧燃料が流入する流入口21が形成され、内部には当該燃料が流通する燃料通路11が形成されている。燃料通路11には、流入口21に流入してくる燃料と概ね同じ圧力の燃料が流通する。燃料溜り室75はこの燃料通路11の一部を構成する。

【0024】

ニードル7は、ハウジング本体2の内部に往復移動可能に収容されており、往復変位し

50

て噴孔 9 を開閉し、噴孔 9 からの燃料の噴出を許容及び停止する弁部材である。ニードル 7 には、燃料通路 1 1 に通じる背圧室 7 3 と燃料溜り室 7 5 とを連通させる連通孔 7 4 が形成されている。ニードルの先端側面部 7 8 (図 1 に示すニードル 7 の下方端部) は、弁座 9 1 に接触して着座される部位である。ニードルの先端側面部 7 8 が、弁座 9 1 に密着して着座している状態から離れると、燃料溜り室 7 5 と噴孔 9 が連通するようになり、つまり、噴孔 9 と燃料通路 1 1 とが背圧室 7 3 等を介して連通するようになるため、噴孔 9 からの燃料噴射が許容される。一方、ニードルの先端側面部 7 8 が弁座 9 1 に着座すると、燃料通路 1 1 と噴孔 9 とは遮断された閉弁状態となり、噴孔 9 からの燃料噴射が停止される(図 1 に示す状態)。また、ニードル 7 が閉弁状態から、ニードルの先端側面部 7 8 が弁座 9 1 から離れる方向である開弁方向に最大変位した状態を開弁状態とする(図 2 に示す状態)。

10

【 0 0 2 5 】

ニードル案内シリンダ 7 1 は、円筒状体であり、軸方向上端部がピストン案内シリンダ 6 1 に固定され、軸方向下端部がノズルボディ 3 の噴孔 9 側の内壁面と所定の間隔を設けるように配置されている。噴孔 9 側のニードル 7 の外壁、ニードル案内シリンダ 7 1 の内周壁、及びノズルボディ 3 の内壁面の間には、円環状の圧力制御室 7 7 が形成されている。

【 0 0 2 6 】

背圧室 7 3 は、ニードル案内シリンダ 7 1 の軸方向上端部とピストン案内シリンダ 6 1 の軸方向下端部とが当接して設置されることにより、両者とニードル 7 の反噴孔 9 側の端部(軸方向上端部)との間に形成される空間である。背圧室 7 3 は、ピストン案内シリンダ 6 1 を貫通する通路 6 5 によって、燃料通路 1 1 と通じている。

20

【 0 0 2 7 】

ニードル案内シリンダ 7 1 の内周壁には、ニードル 7 の外周壁が摺動可能(ニードル案内シリンダ 7 1 に対してニードル 7 が軸方向にすべることが可能であること)に接している。これにより、ニードル 7 は、ニードル案内シリンダ 7 1 によって軸方向に往復移動可能に案内されるため、往復変位することができる。ニードル 7 が弁座 9 1 に着座するとき、ニードル 7 の軸方向上端部とピストン案内シリンダ 6 1 の軸方向下端部との間には、所定の隙間が形成されるようになっている。この隙間により、ニードル 7 は、ニードルの先端側面部 7 8 が弁座 9 1 に接する位置から、ニードル 7 の軸方向上端部がピストン案内シリンダ 6 1 の軸方向下端部に接する位置まで移動可能になる。つまり、ニードル 7 の最大リフト量は、上記隙間によって規定される。

30

【 0 0 2 8 】

背圧室 7 3 には、第一の付勢部材としての第 1 スプリング 7 2 が収容されている。第 1 スプリング 7 2 は、軸方向下端部がニードル 7 に接し、軸方向上端部がピストン案内シリンダ 6 1 の軸方向下端部に接しており、ニードル 7 を弁座 9 1 に向かう方向、すなわち閉弁方向へ付勢する。燃料溜り室 7 5 には、連通孔 7 4 を通じて背圧室 7 3 から燃料が流入する。

【 0 0 2 9 】

ピストン案内シリンダ 6 1 は、その内周壁に第一のピストン 6 が摺動可能に案内されている。第一のピストン 6 は、円柱状体であり、第一のピストン 6 の軸方向上端部に径方向外側に延びる鍔部 6 3 を備えている。第一のピストン 6 は、ピストン案内シリンダ 6 1 の軸方向上端部側から軸方向下方(図 1 の下方方向)に向けてピストン案内シリンダ 6 1 の内周壁面に挿入されることにより、第一のピストン 6 の下端部とピストン案内シリンダ 6 1 の内周壁面との間に加圧室 6 4 が形成される。そして、第一のピストン 6 の外周壁は、ピストン案内シリンダ 6 1 の内周壁に対して軸方向に摺動可能(ピストン案内シリンダ 6 1 に対して第一のピストン 6 が軸方向にすべることが可能であること)に接している。第一のピストン 6 は、ピストン案内シリンダ 6 1 の内周壁によって軸方向に往復移動可能に案内されるため、往復変位することができる。

40

【 0 0 3 0 】

50

ピストン案内シリンダ 6 1 の外周側には、第二の付勢部材としての第 2 スプリング 6 2 が設けられている。第 2 スプリング 6 2 は、軸方向上端部がピストン案内シリンダ 6 1 と接し、軸方向下端部が第一のピストン 6 の鏝部 6 3 と接しており、第一のピストン 6 を軸方向上方（図 1 の上方向）へ、すなわち加圧室 6 4 の容積が増大する方向へ付勢する。第 2 スプリング 6 2 の付勢力によって、加圧室 6 4 の容積が増大する方向へ第一のピストン 6 が移動すると、加圧室 6 4 の圧力は低下する。

【 0 0 3 1 】

また、加圧室 6 4 は、ピストン案内シリンダ 6 1 に形成される通路 6 6 と、ニードル案内シリンダ 7 1 を軸方向に貫通するように形成される通路 7 6 とによって、圧力制御室 7 7 に連通している。これにより、第一のピストン 6 が軸方向下方（噴孔 9 に向かう方向、つまり閉弁方向）へ移動して加圧室 6 4 の容積が小さくなって圧力が高まると、この圧力が通路 6 6 及び通路 7 6 を通じて圧力制御室 7 7 に伝えられて圧力制御室 7 7 の圧力が高くなり、ニードル 7 を第 1 スプリング 7 2 の弾性力に抗して軸方向上方（噴孔 9 から遠ざかる方向、つまり開弁方向）へ移動させる。このニードル 7 の軸方向上方への移動により、ニードルの先端側面部 7 8 が弁座 9 1 に着座している状態から離れると、噴孔 9 と燃料通路 1 1 とが背圧室 7 3 等を介して連通するようになり、噴孔 9 からの燃料噴射が許容される。

【 0 0 3 2 】

ピストン案内シリンダ 6 1 は、軸方向下端部においてその中央部が軸方向上方に円筒状に凹む凹部 6 7 を備えている。この凹部 6 7 には、円筒の第二のピストン 8 が軸方向に摺動可能に収容されている。第二のピストン 8 は、軸方向に変位可能であるとともに、連結棒 1 2 によってニードル 7 に連結されており、噴孔 9 を閉じる閉弁状態にあるニードル 7 とともに変位可能である。さらに、第二のピストン 8 の外周面は、凹部 6 7 の内周面に内接する形状であり、シール部材として外側に嵌められているリング 8 2 によって、当該外周面と当該内周面との隙間はシールされている。

【 0 0 3 3 】

第二のピストン 8 は、凹部 6 7 の軸方向上方側の底部と第二のピストン 8 の軸方向上端部との間に所定容積の空間部を形成するように、配置されている。この空間部は、第二のピストン 8 に対して開弁方向（軸方向上方）の側に隣接して設けられ、第二のピストン 8 の変位に応じて容積変化する密閉された室であって、所定の液体が封入されている圧力バランス室 8 1 である。すなわち、圧力バランス室 8 1 は、ニードル 7 が噴孔 9 から離れる方向である開弁方向に第二のピストン 8 に対して作用する力とバランスするように圧縮される圧力バランス手段として機能する。当該所定の液体としては、その体積弾性係数 K (Pa) の観点から、水、軽油を採用することができる。

【 0 0 3 4 】

第二のピストン 8 とニードル 7 とを連結する連結棒 1 2 は、第二のピストン 8 に固着されている連結棒の上端部 1 2 a と、ニードル 7 に形成された摺動空間部 1 3 に収容されている連結棒の下端部 1 2 b と、当該上端部 1 2 a 及び当該下端部 1 2 b を繋ぐ軸部 1 2 c と、を含んで構成されている。連結棒の上端部 1 2 a は、連結棒 1 2 の一方側の端部であり、連結棒 1 2 が一方側の相手側部材である第二のピストン 8 に対し相対変位しないで一体に変位するように第二のピストン 8 に固定されている。すなわち、連結棒の上端部 1 2 a は、常に同時に第二のピストン 8 と軸方向に変位する。さらに連結棒の下端部 1 2 b は、軸部 1 2 c の軸径よりも大きい直径の球体状をなす連結棒 1 2 の他方側の端部であり、閉弁状態のときに、連結棒 1 2 が他方側の相手側部材であるニードル 7 に対し相対変位しないで一体に変位可能であり、閉弁状態から開弁状態に向かうときにニードル 7 に対し相対変位するように、ニードル 7 の摺動空間部 1 3 に収容されている。

【 0 0 3 5 】

摺動空間部 1 3 は、背圧室 7 3 の軸方向下方の底壁部に相当するニードル 7 の軸方向上端部に開口し、軸方向下方に所定長さ延びるように形成された筒状の凹部である。摺動空間部 1 3 は、連結棒の下端部 1 2 b における外周面の一部が内接して連結棒の下端部 1 2

10

20

30

40

50

bが摺動可能となる筒状の摺動凹部13bと、摺動凹部13bよりも内径が小さく形成されて連結棒12の軸部12cが摺動可能に内接する摺動筒部13cと、摺動凹部13bと摺動筒部13cの接続部分であって、連結棒の下端部12bの外形に沿う形状の内壁面によって形成され、当該内壁面に当接させて連結棒の下端部12bの軸方向上方への移動を阻止するストッパ部13aと、を一体に形成してなる筒状の凹部である。

【0036】

摺動筒部13cは、連結棒12の軸部12cの外径よりもわずかに大きい内径でニードル7の軸方向上端部に開口して軸方向下方に延びる内円筒状で、摺動凹部13bに繋がっている。摺動凹部13bは、第二のピストン8と一体に変位する連結棒の下端部12bの軸方向変位長さよりも長い軸方向長さを有する内壁面によって形成される有底の内円筒状部をなしている。すなわち、ストッパ部13aは、摺動筒部13cから摺動凹部13bに移行する部分であって内径寸法が徐々に拡大する内壁面部によって形成されており、連結棒の下端部12bの座面でもある。

10

【0037】

上記構成により、連結棒12及び摺動空間部13は、第二のピストン8がニードル7に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態と、当該一体変位状態が解除される非一体変位状態と、を生成する一体変位・解除生成手段として機能する。一体変位状態は、連結棒の下端部12bがストッパ部13aに当接した状態で、両者が軸方向にその状態を維持したまま一体に変位する状態である。この状態ではニードル7、連結棒12及び第二のピストン8は互いに相対変位することなく一体に変位する。つまり、一体変位状態においては、ノズルボディ3に対するニードル7、連結棒12及び第二のピストン8の各変位長さは同等である。

20

【0038】

非一体変位状態は、連結棒の下端部12bがストッパ部13aに当接しないことによって生成する状態であり、連結棒12及び第二のピストン8とニードル7とは相対変位する状態である。この状態では、連結棒12及び第二のピストン8は、ニードル7の変位長さに対して、短い変位長さで一体に変位する。つまり、ニードル7が開弁方向に変位したときには、その変位量よりも連結棒12及び第二のピストン8の変位量は小さくなる。これは、第二のピストン8を軸方向上方に押し上げようとする力と圧力バランス室81の液体の圧力がバランスし、第二のピストン8の変位によって圧力バランス室81が小さくなり、圧力バランス室81に封入されている液体が圧縮されるからである。

30

【0039】

そして、一体変位・解除生成手段を構成する連結棒12及び摺動空間部13は、閉弁状態のときには一体変位状態を維持するとともに、ニードル7が閉弁状態から開弁方向に最大変位する開弁状態に向かうときに、一体変位状態を解除して非一体変位状態を生成する。この非一体変位状態では、さらに圧力バランス室81は第二のピストン8を軸方向上方に押し上げる力とバランスするように圧縮され、第二のピストン8を閉弁方向に押し返すように支持し、第二のピストン8の変位量が決定されることになる。

【0040】

さらに、第二のピストン8は、圧力バランス室81に封入されている液体に対して軸方向の力を作用させる部分の直径寸法DPが、閉弁状態時にノズルボディ3の内壁面に着座するニードル7の直径寸法DN、いわゆる弁部材のシート径寸法DSに等しくなるように構成されることが好ましい。

40

【0041】

アクチュエータ5は、第一のピストン6よりも軸方向上方側（噴孔9と反対側）に設けられている。アクチュエータ5は、電気駆動部である圧電素子からなるピエゾスタック51を有し、ピエゾスタック51の伸縮によって第一のピストン6を駆動する。ピエゾスタック51は、例えばPZT等の圧電セラミック層と電極層とを交互に積層したものであり、電氣的なエネルギーが充電されることにより積層方向、すなわちハウジング本体2の軸方向に伸長する。一方、ピエゾスタック51から電氣的なエネルギーが放電されることにより

50

軸方向に収縮する。

【0042】

ピエゾスタック51は、ケーシング52によって側部を支持された状態で伸縮動作する。ピエゾスタック51の軸方向下方（噴孔9に向かう方向）の端部には、第一のピストン6の軸方向他端部に接触するプッシュロッド53が設けられている。プッシュロッド53は、ピエゾスタック51の伸縮に応じた作用力を第一のピストン6に与える。

【0043】

ピエゾスタック51の軸方向上方（噴孔9とは反対側）の端部には、ケーシング52とともにピエゾスタック51を支持するスタックハウジング10が設けられている。スタックハウジング10は、軸方向上方端部に形成された雄ねじ部101と、雄ねじ部101よりも軸方向下方（噴孔9に向かう方向）寄りに径方向外方に鉤状に突出するスタックハウジングの鉤部102と、ピエゾスタック51の電極部に接続されるリード線を通すために中央部で軸方向に貫通する電極用通路103と、を備えている。また、スタックハウジング10に締結される蓋部材4には、電極用通路103に連通する貫通孔43が形成され、リード線は電極用通路103及び貫通孔43を通して、ハウジング本体2の外部に取り出され、ピエゾスタック51の駆動回路に接続されている。

10

【0044】

ハウジング本体2の軸方向上端部には、径方向内方に突出する内方突出部22が形成されている。蓋部材4の雌ねじ部41がスタックハウジング10の雄ねじ部101にねじ締め（螺合）されると、この内方突出部22は、蓋部材4の径方向外方に突出する鉤部42とスタックハウジングの鉤部102とによって両側から挟まれるため、蓋部材4とスタックハウジング10はハウジング本体2に固定されることになる。

20

【0045】

燃料噴射弁1の各部品を組み立てる場合には、内部に設置したニードル案内シリンダ71に対し、ニードル7、連結棒12、第二のピストン8、第一のピストン6及びピストン案内シリンダ61を一体にしたものをノズルボディ3内の所定の位置に設置し、これに対してアクチュエータ5等を所定の位置に配したハウジング本体2を組み合わせて両者を固定する。そして、蓋部材4を締結することによってハウジング本体2の軸方向上端部をスタックハウジング10と蓋部材4とで挟み込み、各部品が一体になり組み立てられる。なお、ニードル7、連結棒12、第二のピストン8、第一のピストン6及びピストン案内シリンダ61を一体にした組立て品に対しては、この組立て品をノズルボディ3内に設置する前に、圧力バランス室81に上記所定の液体を封入することが必要である。すなわち、組立て品の圧力バランス室81に対して、上記所定の液体を所定量注入し、栓部材83により外部から栓をして封止する。

30

【0046】

次に、燃料噴射弁1の作動について説明する。ピエゾスタック51が充電されていないときピエゾスタック51は収縮している。このとき、第一のピストン6は第2スプリング62によって図1の上方に付勢されるため、加圧室64の圧力は高くなく、加圧室64と連通する圧力制御室77の圧力も同等である。また、背圧室73には、燃料通路11の燃料の圧力も作用しており、この圧力によってニードル7は図1の下方に押されている。よって、ニードル7は、圧力制御室77の圧力によって図1の上方に押される力よりも、第1スプリング72によって図1の下方に付勢される力及び背圧室73での燃料による圧力の方が大きいと、図1の下方へ移動しており、ニードルの先端側面部78が弁座91に接触して着座している。したがって、ピエゾスタック51が充電されていないとき、閉弁状態であり、噴孔9からの燃料の噴射は停止されている（以上、図1参照）。

40

【0047】

このとき連結棒の下端部12bは、ニードル7に形成されたストッパ部13aによって保持されて、第二のピストン8の軸方向上方への移動が阻止されるため、ニードル7の閉弁によって、連結棒12を介してニードル7と第二のピストン8は、互いに相対変位せず一体に変位する一体変位状態にある。また、このような閉弁状態（一体変位状態）である

50

とき、圧力バランス室 8 1 は、その軸方向長さ寸法が L P 1 となって、封入液体が第二のピストン 8 に軸方向上方に作用する力とバランスしている。

【 0 0 4 8 】

ピエゾスタック 5 1 の充電が開始されると、ピエゾスタック 5 1 は伸長し、プッシュロッド 5 3 によって第一のピストン 6 は第 2 スプリング 6 2 の付勢力に抗して図 1 の下方へ移動する。第一のピストン 6 の移動に伴って加圧室 6 4 の燃料は加圧され、加圧室 6 4 と連通する圧力制御室 7 7 の圧力が増大する。そして、圧力制御室 7 7 の圧力によって、ニードル 7 を図 1 の上方へ押す力が大きくなる。そして、ニードル 7 を図 2 のように上方へ押す力が第 1 スプリング 7 2 の付勢力等よりも大きくなると、ニードル 7 は図 2 の上方へ移動し、ニードルの先端側面部 7 8 は弁座 9 1 から離れる。これにより、噴孔 9 は開放され、背圧室 7 3 の燃料は連通孔 7 4 を通って燃料溜り室 7 5 から噴孔 9 へ流出する。したがって、ピエゾスタック 5 1 に充電されると、ニードル 7 の軸方向上方（開弁方向）への変位量が最大となる開弁状態（ニードル 7 が最上点にある状態）になり、噴孔 9 は開放され噴孔 9 から燃料が噴射される（以上、図 2 及び図 3 参照）。

10

【 0 0 4 9 】

このとき連結棒の下端部 1 2 b は、図 1 の状態よりも摺動空間部 1 3 に対して軸方向上方に移動してストッパ部 1 3 a に当接していないため、ストッパ部 1 3 a による規制から解放されて、第二のピストン 8 の軸方向上方への移動が許容される状態である。すなわち、第二のピストン 8 及び連結棒 1 2 は、ニードル 7 に対して軸方向に変位可能な非一体変位状態にある。また、このような非一体変位状態を維持する開弁状態であるとき、ニードル 7 は閉弁状態から軸方向上方に寸法 L N 変位し、圧力バランス室 8 1 はその軸方向長さ寸法が上記 L P 1 よりも短い L P 2 となって、封入液体が第二のピストン 8 に軸方向上方に作用する力とバランスしている。したがって、図 1 の閉弁状態から図 2 の開弁状態にわたる第二のピストン 8 の変位量 L P は、L P 1 から L P 2 を差し引いた値であり、この間にニードル 7 は L N 変位し、両者は、 $L P = L P 1 - L P 2 < L N$ の関係である。

20

【 0 0 5 0 】

次に、図 2 及び図 3 に示す開弁状態における第二のピストン 8 の変位量についてさらに説明する。圧力バランス室 8 1 の封入液体の圧力と体積との関係は、以下の式 1 を満たす。

30

【 0 0 5 1 】

（式 1）

$$P = K \cdot (V / V_0)$$

ただし、P は圧力 (Pa)、K は体積弾性係数 (Pa)、V は液体の圧縮される体積 (m^3)、 V_0 は開弁状態の液体体積 (m^3) である。

【 0 0 5 2 】

例えば、燃料噴射弁 1 において、 $P = 40$ (MPa)、 $K = 2$ (GPa)、第二のピストン 8 の直径寸法を 2 (mm)、初期状態の圧力バランス室の軸方向長さを 0.5 (mm) と設定する。そして、これらの値を上記の式 1 に代入して V を算出した結果は、

$$V = 1.0 \times 10^{-11} \cdot (m^3) \text{ となる。}$$

40

【 0 0 5 3 】

さらに、閉弁状態から開弁状態にわたる第二のピストン 8 の変位量 L P は、算出された V を第二のピストン 8 の断面積で割ることにより、10 (μm) となる。そして、閉弁状態から開弁状態にわたるニードル 7 のリフト量（変位量） L N は、L P よりも大きくなるように設定すれば、閉弁状態から開弁状態に移行する間に一体変位状態から非一体変位状態に遷移させることが可能になる。また、L N は、60 ~ 100 (μm) の範囲に設定するのが好ましく、本実施形態ではこのように設定することにより、開弁状態でのニードル 7 と第二のピストン 8 の同時変位を確実に解消し、ニードル 7 が第二のピストン 8 に対して相対変位可能となり、高圧燃料によって増加傾向にあるニードル 7 に働く閉弁力の増大を緩和することができる。したがって、燃料噴射弁 1 においてニードル 7 を開

50

弁方向に強制的に駆動させる力を大きくすることを軽減できる。

【 0 0 5 4 】

ピエゾスタック 5 1 の充電後、放電が開始されると、ピエゾスタック 5 1 は収縮する。ピエゾスタック 5 1 の収縮にともなって、第 2 スプリング 6 2 の付勢力により第一のピストン 6 はピエゾスタック 5 1 とともに上方へ移動する。第一のピストン 6 が上方へ移動することにより、加圧室 6 4 の油圧が低下して、圧力制御室 7 7 の圧力も低下する。そして、圧力制御室 7 7 の圧力によってニードル 7 を上方へ押す力が第 1 スプリング 7 2 の付勢力等よりも小さくなると、ニードル 7 は下方へ移動し、ニードルの先端側面部 7 8 は再び弁座 9 1 に着座する。したがって、燃料溜り室 7 5 と噴孔 9 との連通が閉じられ、噴孔 9 からの燃料の噴射は終了する（図 1 に示す状態）。

10

【 0 0 5 5 】

本実施形態の燃料噴射弁 1 がもたらす作用効果について述べる。燃料噴射弁 1 は、ノズルボディ 3 の内部で軸方向に往復変位して噴孔を開閉し、噴孔からの燃料の噴出を許容及び停止するニードル 7 と、軸方向に伸縮して第一のピストン 6 を往復変位させることにより圧力制御室 7 7 の内圧を制御してニードル 7 を往復変位させるアクチュエータ 5 と、ニードル 7 に連結され、閉弁状態にあるニードル 7 とともに変位する第二のピストン 8 と、開弁方向に第二のピストン 8 に対して作用する力とバランスするように圧縮される圧力バランス手段としての圧力バランス室 8 1 と、第二のピストン 8 がニードル 7 に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態、及び当該一体変位状態が解除される非一体変位状態を生成する一体変位・解除生成手段と、を備える。

20

【 0 0 5 6 】

当該一体変位・解除生成手段は、閉弁状態のときに一体変位状態を維持するとともに、閉弁状態から開弁状態に向かうときに一体変位状態を解除し、さらに圧力バランス室 8 1 は第二のピストン 8 に対して開弁方向に作用する力とバランスするように圧縮されて第二のピストン 8 を閉弁方向に支持する。

【 0 0 5 7 】

前述の従来技術では、燃料噴射弁の燃料を高圧にして未燃成分等の排出抑制を図ろうとするほど、ニードルに働く閉弁力が大きくなる。当該閉弁力が増大すると、ニードルの開弁及び閉弁の応答性を確保するために、弁部材を開弁させるための強制的な開弁力を強化する必要がある。そこで本実施形態によれば、第二のピストン 8 とニードル 7 との間で一体変位状態と非一体変位状態とを生成する一体変位・解除生成手段を備えるため、当該一体変位・解除生成手段によって、閉弁状態のときに一体変位状態を維持し、閉弁状態から開弁状態に向かうときに一体変位状態を解除して非一体変位状態にすることができる。ニードル 7 が閉弁状態から開弁状態に向かうときにニードル 7 に作用する力が第二のピストン 8 に連動しない構造を実現できる。

30

【 0 0 5 8 】

これにより、圧力バランス室 8 1 は、ニードル 7 に働く作用力の影響を受けずに、圧縮されてバランスして第二のピストン 8 を支持する。このため、燃料圧力によるニードル 7 を閉弁しようとする力の作用が打ち消され、バランス状態に近づきながら、ニードル 7 の開弁状態を実施することができる。したがって、ニードル 7 に働く閉弁力に打ち勝つためにアクチュエータ 5 等により発生させる開弁力を抑制することができる。当該開弁力を抑制することにより、ニードル 7 を開弁方向に駆動するための機構の強化や大型化を抑制できるので、燃料噴射弁 1 のコストパフォーマンスの向上や小型化に大きな効果を奏する。

40

【 0 0 5 9 】

また、開弁状態においては非一体変位状態であるから、ニードル 7 が閉弁する方向（軸方向下方）に変位しようとするときに、圧力バランス室 8 1 の圧力の影響を受けないようにし、ニードル 7 の下降を阻害することがない。したがって、ニードル 7 の閉弁及び開弁の応答性向上にも貢献できる。

【 0 0 6 0 】

以上から本実施形態の燃料噴射弁 1 によれば、燃料圧力を高圧に設定しても上記問題を

50

解決できるため、燃料の高圧化によって、すすや未燃成分の排出の抑制、高効率の燃焼による高出力を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

また、燃料噴射弁 1 において一体変位・解除生成手段は、第二のピストン 8 とニードル 7 とを連結する連結棒 1 2 の一方側が一方の相手部材である第二のピストン 8 に対し相対変位しないで一体に変位するように固定され、連結棒 1 2 の他方側が、閉弁状態のときに他方の相手部材であるニードル 7 に対し相対変位しないで一体に変位可能であり、閉弁状態から開弁状態に向かうときにニードル 7 に対し相対変位することにより構成されている。

【 0 0 6 2 】

この構成によれば、連結棒 1 2 と第二のピストン 8 との一体変位構造、及びニードル 7 との相対変位構造によって一体変位・解除生成手段を構成する。このため、簡素な機械的構造によって一体変位・解除生成手段を実現でき、製品のコストパフォーマンス向上及び小型化に大きな効果が期待できる。

【 0 0 6 3 】

また、他方の相手部材であるニードル 7 には、軸方向に延びるように形成されて連結棒の下端部 1 2 b (連結棒の他方側端部) を摺動可能に収容する摺動空間部 1 3 が形成されている。閉弁状態のときには、連結棒の下端部 1 2 b が摺動空間部 1 3 のストッパ部 1 3 a に軸方向に当接して、ニードル 7 及び連結棒 1 2 は相対変位しないで一体に変位する。閉弁状態から開弁状態に向かうときに、ストッパ部 1 3 a と連結棒の下端部 1 2 b の当該当接が解除されて、連結棒 1 2 はニードル 7 に対し相対変位するようになる。

【 0 0 6 4 】

これによれば、連結棒の下端部 1 2 b が閉弁状態でストッパ部 1 3 a に当接することによって軸方向の移動が規制されて一体変位状態になり、閉弁状態から開弁状態に向かうときに当該規制が解除されて相対変位可能な状態になる。これにより、ニードル 7 に上記形状を備える摺動空間部 1 3 を形成することで、部品点数の少ない簡素なメカニズムであって動作不良が低減できる有用な一体変位・解除生成手段が得られる。

【 0 0 6 5 】

また、圧力バランス手段は、第二のピストン 8 に対して開弁方向の側に隣接して設けられ、第二のピストン 8 の変位に応じて容積変化する密閉された室であって、液体が封入される圧力バランス室 8 1 によって構成される。

【 0 0 6 6 】

これによれば、圧力バランス室 8 1 を満たす液体として好ましい体積弾性係数を有する物質 (例えば、水、軽油) を採用すれば、圧力バランス室 8 1 の圧縮の程度を容易に調節可能であり、閉弁状態から開弁状態に至る第二のピストン 8 の変位量を、ニードル 7 のリフト量に対して適切な範囲に設定することが行い易くなる。したがって、部品点数の少ない簡素なメカニズムで、製品仕様とおり製造し易く、生産性にも優れた燃料噴射弁 1 が得られる。

【 0 0 6 7 】

また、第二のピストン 8 は、圧力バランス室 8 1 の液体に対して軸方向の力を作用させる部分の直径寸法 D_P が、閉弁状態でノズルボディ 3 の内壁面に着座するニードル 7 の直径寸法 D_N (シート径直径 D_S) に等しくなるように構成されている。

【 0 0 6 8 】

燃料噴射弁においてニードル 7 の直径寸法 (シート径) に対して、第二のピストン 8 の直径寸法が小さいと、装置内において閉弁方向に働く力が増加する傾向にあり、逆に第二のピストン 8 の直径寸法が大きいと、装置内において開弁方向に働く力が増加する傾向にある。そこで、ニードル 7 のシート径と第二のピストン 8 の直径寸法とを同等にすることにより、燃料圧力に起因する閉弁力を打ち消し易い製品生産が容易になる。また、圧力バランス室 8 1 の液体圧力と弁部材に作用する力との良好なバランス状態が保ち易くなり、製品性能、生産性に優れた燃料噴射弁 1 を提供できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

また、第二のピストン 8 には、圧力バランス室 8 1 に封入されている液体が外部に漏れることを防ぐシール部材としての O リング 8 2 が装着されている。これによれば、O リング 8 2 によるシール構造を備えることにより、圧力バランス室 8 1 の液体圧力が適切に保たれる。このため、圧力バランス室 8 1 は、油圧による閉弁力のキャンセル機能、開弁状態からのニードル 7 の下降応答性等の働きを長期的かつ安定して発揮することができる。

【 0 0 7 0 】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態は、第 1 実施形態に対して圧力バランス手段の構成が異なる。図 4 は第 2 実施形態に係る燃料噴射弁 1 A の構成を部分拡大して示す縦断面図であり、開弁状態を示している。

10

【 0 0 7 1 】

図 4 に示すように、第二のピストン 8 A とニードル 7 A とを連結する連結棒 1 4 は、ニードル 7 A に固着されている連結棒の下端部 1 4 b と、第二のピストン 8 A に形成された摺動空間部 1 5 に收容されている連結棒の上端部 1 4 a と、当該上端部 1 4 a 及び当該下端部 1 4 b を繋ぐ軸部 1 4 c と、を含んで構成されている。連結棒の下端部 1 4 b は、連結棒 1 4 の一方側の端部であり、連結棒 1 4 が一方側の相手側部材であるニードル 7 A に対し相対変位しないで一体に変位するようにニードル 7 A に固定されている。すなわち、連結棒の下端部 1 4 b は、常に同時にニードル 7 A と軸方向に変位する。連結棒の上端部 1 4 a は、軸部 1 4 c の軸径よりも大きい直径の球体状をなす連結棒 1 4 の他方側の端部

20

【 0 0 7 2 】

摺動空間部 1 5 は、背圧室 7 3 の軸方向上方の天井壁部に相当する第二のピストン 8 A の軸方向下端部に開口し、軸方向上方に所定長さ延びるように形成された筒状の凹部である。摺動空間部 1 5 は、連結棒の上端部 1 4 a における外周面の一部が内接して連結棒の上端部 1 4 a が摺動可能となる筒状の摺動凹部 1 5 a と、摺動凹部 1 5 a よりも内径が小さく形成されて連結棒 1 4 の軸部 1 4 c が摺動可能に内接する摺動筒部 1 5 c と、摺動凹部 1 5 a と摺動筒部 1 5 c の接続部分であって、連結棒の上端部 1 4 a の外形に沿う形状の内壁面によって形成され、当該内壁面に当接させて連結棒の上端部 1 4 a の軸方向上方への移動を阻止するストッパ部 1 5 b と、を一体に形成してなる筒状の凹部である。

30

【 0 0 7 3 】

摺動筒部 1 5 c は、連結棒 1 4 の軸部 1 4 c の外径よりもわずかに大きい内径で第二のピストン 8 A の軸方向下端部に開口して軸方向上方に延びる内円筒状で、摺動凹部 1 5 a に繋がっている。摺動凹部 1 5 a は、ニードル 7 A と一体に変位する連結棒の上端部 1 4 a の軸方向変位長さよりも長い軸方向長さを有する内壁面によって形成される有底の内円筒状部をなしている。すなわち、ストッパ部 1 5 b は、摺動筒部 1 5 c から摺動凹部 1 5 a に移行する部分であって内径寸法が徐々に拡大する内壁面部によって形成されており、

40

【 0 0 7 4 】

上記構成により、連結棒 1 4 及び摺動空間部 1 5 は、第二のピストン 8 A がニードル 7 A に対し相対変位しないで一体に変位する一体変位状態と、当該一体変位状態が解除される非一体変位状態と、を生成する一体変位・解除生成手段として機能する。一体変位状態は、連結棒の上端部 1 4 a がストッパ部 1 5 b に当接した状態で、両者が軸方向にその状態を維持したまま一体に変位する状態である。この状態ではニードル 7 A、連結棒 1 4 及び第二のピストン 8 A は互いに相対変位することなく一体に変位する。つまり、一体変位状態においては、ノズルボディ 3 に対するニードル 7 A、連結棒 1 4 及び第二のピストン 8 A の各変位長さは同等である。

50

【 0 0 7 5 】

非一体変位状態は、連結棒の上端部 1 4 a がストッパ部 1 5 b に当接しないことによって生成する状態であり、連結棒 1 4 及びニードル 7 A と第二のピストン 8 A とは相対変位する状態である。この状態では、第二のピストン 8 A は、連結棒 1 4 及びニードル 7 A の変位長さに対して、短い変位長さで一体に変位する。つまり、ニードル 7 A が連結棒 1 4 とともに開弁方向に変位したときには、その変位量よりも第二のピストン 8 A の変位量は小さくなる。これは、第二のピストン 8 A を軸方向上方に押し上げようとする力と圧力バランス室 8 1 の液体の圧力がバランスし、第二のピストン 8 A の変位によって圧力バランス室 8 1 が小さくなり、圧力バランス室 8 1 に封入されている液体が圧縮されるからである。

10

【 0 0 7 6 】

そして、一体変位・解除生成手段を構成する連結棒 1 4 及び摺動空間部 1 5 は、閉弁状態のときには一体変位状態を維持するとともに、ニードル 7 A が閉弁状態から開弁方向に最大変位する開弁状態に向かうときに、一体変位状態を解除して非一体変位状態を生成する。この非一体変位状態では、さらに圧力バランス室 8 1 は第二のピストン 8 A を軸方向上方に押し上げる力とバランスするように圧縮され、第二のピストン 8 A を閉弁方向に押し返すように支持し、第二のピストン 8 A の変位量が決定されることになる。

【 0 0 7 7 】

次に、燃料噴射弁 1 A の作動について説明する。ピエゾスタック 5 1 が充電されていないとき、第 1 実施形態の説明と同様に閉弁状態となり、噴孔 9 からの燃料の噴射は停止されている。このとき連結棒の上端部 1 4 a は、第二のピストン 8 A に形成されたストッパ部 1 5 b に当接して移動を規制され、第二のピストン 8 A は軸方向上方への移動が阻止されるため、ニードル 7 A の閉弁によって、連結棒 1 4 を介してニードル 7 A と第二のピストン 8 A は、互いに相対変位せず一体に変位する一体変位状態にある。また、このような閉弁状態（一体変位状態）であるとき、圧力バランス室 8 1 は、その軸方向長さ寸法が L P 1 となって（図 1 参照）、封入液体が第二のピストン 8 A に軸方向上方に作用する力とバランスしている。

20

【 0 0 7 8 】

ピエゾスタック 5 1 に充電されると、第 1 実施形態の説明と同様に、ニードル 7 A の軸方向上方（開弁方向）への変位量が最大となる開弁状態（ニードル 7 A が最上点にある状態）になり、噴孔 9 は開放され噴孔 9 から燃料が噴射される（以上、図 4 参照）。

30

【 0 0 7 9 】

このとき連結棒の上端部 1 4 a は、閉弁状態のときよりも摺動空間部 1 5 に対して軸方向上方に移動してストッパ部 1 5 b に当接していないため、ストッパ部 1 5 b による規制から解放されて、第二のピストン 8 A の軸方向上方への移動が許容される状態である。すなわち、第二のピストン 8 A は、連結棒 1 4 及びニードル 7 A に対して軸方向に変位可能な非一体変位状態にある。また、このような非一体変位状態を維持する開弁状態であるとき、ニードル 7 A は閉弁状態から軸方向上方に寸法 L N 変位し、圧力バランス室 8 1 はその軸方向長さ寸法が上記 L P 1 よりも短い L P 2 となって、封入液体が第二のピストン 8 A に軸方向上方に作用する力とバランスしている。

40

【 0 0 8 0 】

本実施形態の燃料噴射弁 1 A がもたらす作用効果について述べる。燃料噴射弁 1 A において一体変位・解除生成手段は、第二のピストン 8 A とニードル 7 A とを連結する連結棒 1 4 の一方側が一方の相手部材であるニードル 7 A に対し相対変位しないで一体に変位するように固定され、連結棒 1 4 の他方側が、閉弁状態のときに他方の相手部材である第二のピストン 8 A に対し相対変位しないで一体に変位可能であり、閉弁状態から開弁状態に向かうときに第二のピストン 8 A に対し相対変位することにより構成されている。

【 0 0 8 1 】

この構成によれば、連結棒 1 4 とニードル 7 A との一体変位構造、及び第二のピストン 8 A との相対変位構造によって一体変位・解除生成手段を構成する。このため、簡素な機

50

械的構造によって一体変位・解除生成手段を実現でき、製品のコストパフォーマンス向上及び小型化に大きな効果が期待できる。

【0082】

また、他方の相手部材である第二のピストン8Aには、軸方向に延びるように形成されて連結棒の上端部14a（連結棒の他方側端部）を摺動可能に収容する摺動空間部15が形成されている。閉弁状態のときには、連結棒の上端部14aが摺動空間部15のストッパ部15bに軸方向に当接して、第二のピストン8A及び連結棒14は相対変位しないで一体に変位する。閉弁状態から開弁状態に向かうときに、ストッパ部15bと連結棒の上端部14aの当該当接が解除されて、連結棒14は第二のピストン8Aに対し相対変位するようになる。

10

【0083】

これによれば、連結棒の上端部14aが閉弁状態でストッパ部15bに当接することによって軸方向の移動が規制されて一体変位状態になり、閉弁状態から開弁状態に向かうときに当該規制が解除されて相対変位可能な状態になる。これにより、第二のピストン8Aに上記形状を備える摺動空間部15を形成することで、部品点数の少ない簡素なメカニズムであって動作不良が低減できる有用な一体変位・解除生成手段が得られる。

【0084】

（他の実施形態）

上述の実施形態では、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。

20

【0085】

本発明において技術思想として含む一体変位・解除生成手段及び圧力バランス手段は、上記実施形態に記載の構成に限定するものでなく、各手段の上述する機能を果たすことが可能であれば他の構成であってもよい。

【0086】

上記実施形態において、第一のピストン6に燃料通路11と加圧室64とを連通する連通路を形成し、さらにこの連通路に軸方向他方へ付勢されるスプリングによって当該連通路を閉塞するチェックバルブを設けてもよい。当該チェックバルブは、加圧室64の容積が大きくなって負圧になると、燃料通路11に満たされた燃料に押されて軸方向一方（噴孔9に向かう方向）へ移動し、連通路の閉塞を解除する。これにより、燃料通路11の燃料が連通路を通過して加圧室64に流入するようになる。

30

【符号の説明】

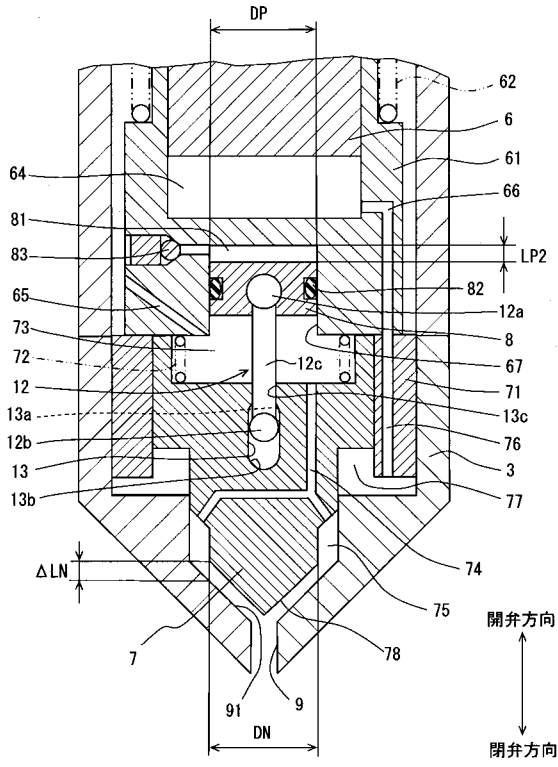
【0087】

- 1 ... 燃料噴射弁
- 2 ... ハウジング本体（ハウジング）
- 3 ... ノズルボディ（ハウジング）
- 5 ... アクチュエータ
- 6 ... 第一のピストン
- 7, 7A ... ニードル（弁部材、相手部材）
- 8, 8A ... 第二のピストン（相手部材）
- 9 ... 噴孔
- 12, 14 ... 連結棒（一体変位・解除生成手段）
- 12a ... 連結棒の上端部（連結棒の一方側）
- 12b ... 連結棒の下端部（連結棒の他方側端部）
- 13, 15 ... 摺動空間部（一体変位・解除生成手段）
- 13a ... ストッパ部（内壁面）
- 14a ... 連結棒の上端部（連結棒の他方側端部）
- 14b ... 連結棒の下端部（連結棒の一方側）
- 15b ... ストッパ部（内壁面）

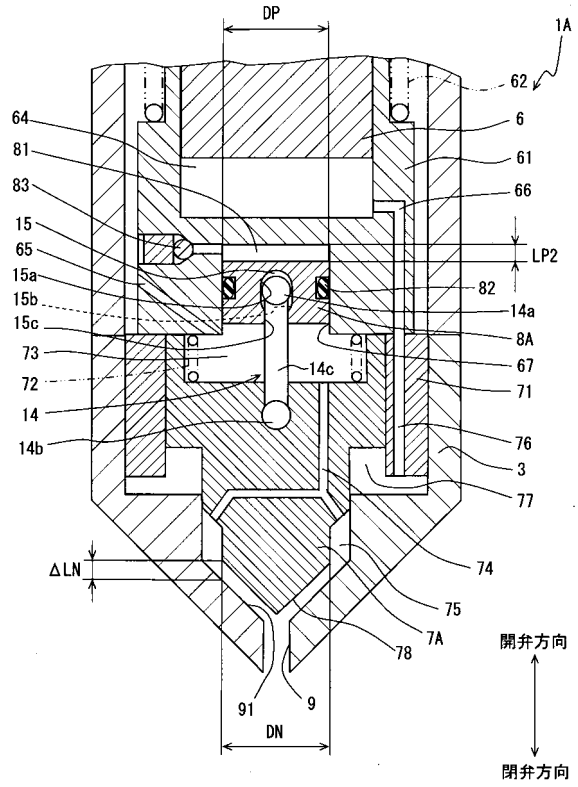
40

50

【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-255869(JP,A)
特開2008-151043(JP,A)
特開2010-229822(JP,A)
特開平08-28388(JP,A)
特開2002-322969(JP,A)
特開2008-38646(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 47/00