

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5482836号
(P5482836)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl.	F I
FO2M 51/06 (2006.01)	FO2M 51/06 J
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2M 21/02 3O1R
FO2M 51/08 (2006.01)	FO2M 51/06 K
	FO2M 51/06 S
	FO2M 51/06 L
請求項の数 36 (全 54 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2012-159884 (P2012-159884)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成24年7月18日 (2012.7.18)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2013-227960 (P2013-227960A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成25年11月7日 (2013.11.7)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成25年2月4日 (2013.2.4)		弁理士 矢作 和行
(31) 優先権主張番号	特願2011-204724 (P2011-204724)	(74) 代理人	100121991
(32) 優先日	平成23年9月20日 (2011.9.20)		弁理士 野々部 泰平
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100145595
(31) 優先権主張番号	特願2012-77236 (P2012-77236)		弁理士 久保 貴則
(32) 優先日	平成24年3月29日 (2012.3.29)	(72) 発明者	藤野 友基
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	本江 勇介
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁及び燃料噴射弁の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

本体(10、510)に設けられ、燃料が噴射される噴孔(60b、570b)に通じる燃料通路(60a、161a、560a、661a)を有する通路形成部(60、161、560、661)と、

前記本体に往復移動可能に収容され、往復移動することにより前記燃料通路を開閉する弁部材(51、150、551、650)と、

前記弁部材の閉塞方向への移動により前記燃料通路が閉塞される際に弾性変形可能な弾性部材であって、前記通路形成部及び前記弁部材のいずれか一方に取り付けられ、前記弁部材が閉塞方向に移動して、前記通路形成部及び前記弁部材のうちの他方との当接により、前記燃料通路を閉塞させる弾性部材(56、156、556、656)と、

前記本体に設けられ、前記弁部材と当接して前記弁部材の閉塞方向への移動を規制する移動規制部(70、570)と、を備え、

前記移動規制部は、前記通路形成部とは異なる部材で形成されていることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項2】

前記移動規制部は、前記弁部材の移動により前記燃料通路が閉塞された状態での前記弾性部材の弾性変形による潰れ代が、所定の値となる位置で前記弁部材と当接して、前記弁部材の閉塞方向への移動を規制することを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射弁。

【請求項3】

前記通路形成部（60、161）は、前記本体内での前記噴孔（60b）に向かう燃料流れにおいて前記移動規制部（70）よりも下流側に位置していることを特徴とする請求項1または2に記載の燃料噴射弁。

【請求項4】

前記燃料通路（60a、161a）において燃料流れの下流側の端部には、前記噴孔（60b）が形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項5】

前記移動規制部は、筒状に形成され、内周側に前記弁部材を往復移動可能に収容しており、

前記移動規制部に前記弁部材が当接している状態において、前記移動規制部の内周面と前記弁部材の外周面との間には、前記通路形成部への燃料の流れを許容する隙間が形成されていることを特徴とする請求項3又は4に記載の燃料噴射弁。

【請求項6】

前記弁部材に前記弾性部材が取り付けられており、

前記弾性部材は前記通路形成部と対向する面の外周側において前記通路形成部側に突出するシート部を有し、

前記シート部は前記燃料通路の前記弁部材側の開口部の外周側を囲むように当接することにより前記燃料通路を閉塞することを特徴とする請求項3から5のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項7】

前記通路形成部に前記弾性部材が取り付けられており、

前記弾性部材は前記燃料通路に通じる開口部を有し、

前記弁部材は前記弾性部材と対向する面の外周側において前記弾性部材側に突出するシート部を有し、

前記シート部は前記開口部の外周側を囲むように当接することにより前記燃料通路を閉塞することを特徴とする請求項3から5のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項8】

前記シート部の内周側に形成される凹部の内周面は、前記凹部の径方向中央部に向かうに従い、前記凹部の深さが深くなるように傾斜していることを特徴とする請求項6又は7に記載の燃料噴射弁。

【請求項9】

前記弾性部材は、前記弾性部材が取り付けられる前記弁部材及び前記通路形成部のうちの一方において前記弁部材の往復移動方向と交差する方向に食い込むアンカー部を有することを特徴とする請求項1から8のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項10】

前記本体（10、510）は、筒状に形成され、前記本体内での燃料流れにおいて下流側の端部に開口部（11c、511c）を形成しており、

前記移動規制部（70、570）及び前記通路形成部（60、161、560、661）のいずれか一方は、前記本体の軸方向における一方の端部と他方の端部との間に設けられ、

前記移動規制部及び前記通路形成部のうち他方は、前記本体とは異なる部材よりなり、かつ前記開口部から挿入され、前記開口部に固定されることにより前記本体に設けられていることを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項11】

前記移動規制部（70、570）及び前記通路形成部（60、161、560、661）のうちの前記一方は、前記本体と異なる部材よりなり、

前記本体（10、510）の軸方向における一方の端部と前記他方の端部との間には、前記移動規制部及び前記通路形成部のうちの前記一方が突き当てられ前記本体に対する位置を決定させる段差部（11b、511b）が形成されていることを特徴とする請求項1

10

20

30

40

50

0に記載の燃料噴射弁。

【請求項12】

前記移動規制部(70、570)は、前記本体(10、510)とは異なる部材よりなっていることを特徴とする請求項1から11のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項13】

前記移動規制部(70、570)において前記弁部材と当接する部位(70e、570a)は、前記弁部材(51、150、551、650)において前記移動規制部と当接する部位(53b、153b、554a、654a)と同じ材料で形成されていることを特徴とする請求項1から12のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項14】

前記移動規制部(70、570)において前記弁部材と当接する部位(70e、570)、及び前記弁部材(51、551)において前記移動規制部と当接する部位(53b、153b、554a、654a)の少なくとも一方には、その表面に被覆層(72、571)が設けられていることを特徴とする請求項13に記載の燃料噴射弁。

【請求項15】

前記弾性部材(56、156、556、656)はゴムによって形成されていることを特徴とする請求項1から14のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項16】

前記ゴムは、フッ素系ゴムを含むことを特徴とする請求項15に記載の燃料噴射弁。

【請求項17】

前記本体(10、510)にはガス燃料が流入されることを特徴とする請求項1から16のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項18】

前記本体に固定される固定コア(30)と、
前記本体に往復移動可能に收容される可動コア(40)と、
前記固定コアに前記可動コアが吸引されるように電磁力を生じさせる電磁コイル(91)と、を備え、前記弁部材は、前記可動コアに対して相対的に移動可能な状態で当該可動コアに連結されており、

前記電磁コイルへの通電を開始すると、前記可動コアが前記固定コアに吸引されて移動することに連動して前記弁部材は開弁方向へ移動し、その後、前記可動コアが前記固定コアに当接した以降も、前記弁部材はさらに開弁方向へ移動するように構成されていることを特徴とする請求項1から17のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項19】

前記通電を開始してから前記可動コアが所定距離移動するまでは、前記可動コアは前記弁部材を連動させることなく移動し、前記可動コアが前記所定距離移動してから前記固定コアに当接するまでは、前記可動コアは前記弁部材を連動させながら移動することを特徴とする請求項18に記載の燃料噴射弁。

【請求項20】

本体に設けられ、燃料が噴射される噴孔に通じる燃料通路を有する通路形成部と、
前記本体に往復移動可能に收容され、往復移動することにより前記燃料通路を開閉する弁部材と、

前記弁部材の閉塞方向への移動により前記燃料通路が閉塞される際に弾性変形可能な弾性部材であって、前記通路形成部及び前記弁部材のいずれか一方に取り付けられ、前記弁部材が閉塞方向に移動して、前記通路形成部及び前記弁部材のうちの他方との当接により、前記燃料通路を閉塞させる弾性部材と、

前記本体に設けられ、前記通路形成部とは異なる部材よりなり、前記弁部材の移動により前記燃料通路が閉塞された状態での前記弾性部材の弾性変形による潰れ代が、所定の値となる位置で前記弁部材と当接して、前記弁部材の閉塞方向への移動を規制する移動規制部と、を備える燃料噴射弁の製造方法であって、

前記弁部材の往復移動方向に沿った方向における前記通路形成部及び前記移動規制部の

10

20

30

40

50

相対位置を調整することにより、前記弾性部材の潰れ代を所定の値に調整する調整工程を含むことを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 2 1】

前記調整工程は、

前記移動規制部及び前記通路形成部のいずれか一方を、前記本体の軸方向における一方の端部と他方の端部との間に設ける設置工程と、

前記設置工程後、前記本体とは異なる部材よりなり、前記移動規制部及び前記通路形成部のうち他方を、前記本体において前記本体内での燃料流れの下流側の端部に形成されている開口部から挿入して、前記他方の前記本体への挿入量を調整する挿入工程と、を含んでいることを特徴とする請求項 2 0 に記載の燃料噴射弁の製造方法。

10

【請求項 2 2】

前記設置工程では、前記本体とは異なる部材よりなる、前記移動規制部及び前記通路形成部の前記一方を、前記本体の軸方向において一方の端部から他方の端部との間に形成されている段差部に突き当てることにより、前記本体に対する位置を決定することを特徴とする請求項 2 1 に記載の燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 2 3】

前記調整工程後、前記通路形成部及び前記移動規制部の前記相対位置を固定する相対位置固定工程を含んでいることを特徴とする請求項 2 0 から 2 2 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 2 4】

20

往復動する金属製の可動部 (3 x、4 x) に、上流側可動シート部 (4 0 x、3 1 0 x、3 1 1 x) が設けられるとともに前記上流側可動シート部 (4 0 x、3 1 0 x、3 1 1 x) よりも燃料流れ下流側に下流側可動シート部 (3 2 0 x) が設けられ、

金属製のボデー (1 x) に、上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) が設けられるとともに前記上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) よりも燃料流れ下流側に下流側ボデーシート部 (1 4 0 x、1 5 2 x) が設けられ、

前記上流側可動シート部 (4 0 x、3 1 0 x、3 1 1 x) および前記上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) のうちいずれか一方、或いは、前記下流側可動シート部 (3 2 0 x) および前記下流側ボデーシート部 (1 4 0 x、1 5 2 x) のうちいずれか一方は、金属よりも弾性に富む弾性材にて構成され、

30

前記上流側可動シート部 (4 0 x、3 1 0 x、3 1 1 x) と前記上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) との接離により燃料通路を開閉するとともに、前記下流側可動シート部 (3 2 0 x) と前記下流側ボデーシート部 (1 4 0 x、1 5 2 x) との接離により前記燃料通路を開閉し、開弁時に燃料を内燃機関に噴射する燃料噴射弁であって、

前記可動部 (3 x、4 x) は、スプリング (5 x) により閉弁向きに付勢されており、

前記ボデー (1 x) は、前記上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) が設けられた第 1 ボデー (1 4 A x、1 5 x) と、前記下流側ボデーシート部 (1 4 0 x、1 5 2 x) が設けられた第 2 ボデー (1 4 x、1 5 A x) とを備え、

前記第 1 ボデー (1 4 A x、1 5 x) と前記第 2 ボデー (1 4 x、1 5 A x) は別体に形成された後に一体化されていることを特徴とする燃料噴射弁。

40

【請求項 2 5】

前記上流側可動シート部 (4 0 x、3 1 0 x、3 1 1 x) および前記上流側ボデーシート部 (1 4 1 x、1 5 0 x、1 5 1 x) のうちいずれか一方が、金属よりも弾性に富む弾性材にて構成されていることを特徴とする請求項 2 4 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 2 6】

前記上流側ボデーシート部 (1 5 0 x、1 5 1 x) および前記下流側ボデーシート部 (1 4 0 x) はテーパ状であり、

前記上流側ボデーシート部 (1 5 0 x、1 5 1 x) のテーパ角が前記下流側ボデーシート部 (1 4 0 x) のテーパ角よりも大であることを特徴とする請求項 2 4 または 2 5 に記

50

載の燃料噴射弁。

【請求項 27】

前記上流側可動シート部（40x、310x、311x）と前記下流側可動シート部（320x）は、前記可動部（3x、4x）の往復動方向に沿って配置されており、

前記上流側可動シート部（40x、310x、311x）から前記下流側可動シート部（320x）に向かう向きに前記可動部（3x、4x）が移動することにより、前記燃料通路が開かれるように構成されていることを特徴とする請求項 24 ないし 26 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 28】

前記上流側可動シート部（310x）と前記下流側可動シート部（320x）は、前記可動部（3x、4x）の往復動方向に沿って配置されており、

前記下流側可動シート部（320x）から前記上流側可動シート部（310x）に向かう向きに前記可動部（3x、4x）が移動することにより、前記燃料通路が開かれるように構成されていることを特徴とする請求項 24 ないし 26 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 29】

前記第 1 ボデー（14Ax、15x）と前記第 2 ボデー（14x、15Ax）は、全周溶接にて一体化されていることを特徴とする請求項 24 ないし 28 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 30】

前記第 1 ボデー（14Ax、15x）と前記第 2 ボデー（14x、15Ax）は、断続溶接にて一体化され、

前記第 1 ボデー（14Ax、15x）と前記第 2 ボデー（14x、15Ax）との間は、シール部材（8x）にてシールされていることを特徴とする請求項 24 ないし 28 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 31】

前記スプリング（5x）はコイルスプリングであり、

前記可動部（3x、4x）は、前記スプリング（5x）内を貫通して配置され、

前記上流側可動シート部（40x、310x）は、前記スプリング（5x）よりも燃料流れ上流側に配置され、

前記下流側可動シート部（320x）は、前記スプリング（5x）よりも燃料流れ下流側に配置されていることを特徴とする請求項 24 ないし 30 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 32】

前記上流側可動シート部（40x、310x）が、弾性材にて構成されていることを特徴とする請求項 24 ないし 31 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 33】

前記上流側ボデーシート部（151x）が、弾性材にて構成されていることを特徴とする請求項 24 ないし 31 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 34】

燃料は気体燃料であることを特徴とする請求項 24 ないし 33 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁。

【請求項 35】

前記ボデーに固定される固定コア（30）と、

前記固定コアに前記可動部が吸引されるように電磁力を生じさせる電磁コイル（91）と、を備え、

前記可動部は、前記上流側可動シート部および前記下流側可動シート部が設けられた弁体（50）と、前記電磁力で吸引される可動コア（40）とを有し、

前記弁体は、前記可動コアに対して相対的に移動可能な状態で当該可動コアに連結されており、

10

20

30

40

50

前記電磁コイルへの通電を開始すると、前記可動コアが前記固定コアに吸引されて移動することに連動して前記弁体は開弁方向へ移動し、その後、前記可動コアが前記固定コアに当接した以降も、前記弁体はさらに開弁方向へ移動するように構成されていることを特徴とする請求項 2 4 から 3 4 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【請求項 3 6】

前記通電を開始してから前記可動コアが所定距離移動するまでは、前記可動コアは前記弁体を連動させることなく移動し、前記可動コアが前記所定距離移動してから前記固定コアに当接するまでは、前記可動コアは前記弁体を連動させながら移動することを特徴とする請求項 3 5 に記載の燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射弁及び燃料噴射弁の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、弁体のシート部、及び弁座形成部の弁座部のいずれか一方を弾性部材によって形成する燃料噴射弁が、開示されている。また、特許文献 1 には、さらに、シート部が弁座部に対して離着座を繰り返すことにより弾性部材に圧縮永久歪みが発生して、弁体のストロークが増大しても、所定量増大したところで弁体の弁座部への移動を規制するストッパを設ける技術が、開示されている。

20

【0003】

一方、特許文献 2、3 には、弁座部に離着座可能な弾性材よりなるシール部材を弁体に有する燃料電池用ガス遮断弁が、開示されている。この特許文献 2 には、さらに、シール部材の弁座部への着座時に、シール部材の潰れ代を規定する定寸部を弁座部側に有している。これにより、閉弁時のシール部材の潰れ代が規定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 227742 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 132974 号公報

30

【特許文献 3】実開平 5 - 6150 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、特許文献 1 の燃料噴射弁においては、燃料噴射弁製造直後の弁体のストロークと、弾性部材に圧縮永久歪みが発生した後の弁体のストロークとは異なるので、作動時間とともに燃料噴射量が変化する。また、燃料噴射弁の開閉の繰り返しによって弾性部材が摩耗して潰れ代が変化したり、例えば燃料圧力を可変させる燃料噴射システムに適用された場合においては燃料圧力の変動によって弾性部材の潰れ代が変化してしまうという問題点もある。

40

【0006】

一方、特許文献 2 の遮断弁のように、閉弁時に弁体が定寸部（突起部）に当接することによりシール部材の潰れ代が安定するので、シール部材として弾性部材を使用しても弁体のストロークの変化を抑制することができる。ところが、特許文献 2 の遮断弁では、シール部材の潰れ代を規定する定寸部は、シール部材が着座する弁座部を形成する部材と一体となっている。ここで、シール部材の潰れ代を規定するのに、定寸部を採用するものにおいては、潰れ代は、弁体の移動方向に沿った方向において、定寸部と弁座部との相対位置に依存する。このように定寸部と弁座部とが一つの部材から形成されている場合には、例えば、定寸部と弁座部との寸法精度を高めても、シール部材の寸法誤差が大きいと、製品毎の潰れ代が異なってしまう。潰れ代を製品毎に同程度とするには、シール部材の寸法精度

50

を他の部材と同様に高めなければならないが、一般的に弾性部材の寸法精度を高めるのは難しいという問題点がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、弾性部材の寸法精度をそれほど高めなくても、燃料噴射量を安定させることができる燃料噴射弁及び燃料噴射弁の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

先ず、第1の発明は、上記課題を解決するために成されたものであって、弁部材と当接して弁部材の閉塞方向への移動を規制する移動規制部(70、570)を、噴孔(60b、570b)に通じる燃料通路(60a、161a、560a、661a)を有する通路形成部(60、161、560、661)とは異なる部材で形成したことを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

ここで、従来技術のように通路形成部及び移動規制部を同一部材に形成する構成を採用するものでは、燃料通路閉塞状態での弾性部材の潰れ代を所定の値とするのに、通路形成部及び移動規制部を形成する部材の寸法精度を高め、通路形成部と移動規制部との相対位置の精度を高めるとともに、弾性部材の寸法精度を高める必要がある。

【 0 0 1 0 】

そこで、上記第1の発明では、通路形成部(60、161、560、661)及び移動規制部(70、570)を異なる部材により構成した。この構成を採用することによれば、本体に通路形成部及び移動規制部を設けるにあたり、通路形成部及び移動規制部の相対位置関係を変更するだけで、通路形成部及び移動規制部の相対位置を調整することができる。ゆえに、少なくとも弾性部材の寸法の精度を従来技術ほど高めることなく、弾性部材の潰れ代を所定の値に調整し、燃料噴射量を安定させることができる。

20

【 0 0 1 1 】

さらに、上記第1の発明に以下の構成を追加することで、下記の効果が発揮される。すなわち、移動規制部は、弁部材の移動により燃料通路が閉塞された状態での弾性部材の弾性変形による潰れ代が、所定の値となる位置で弁部材と当接して、弁部材の閉塞方向への移動を規制することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

この発明によると、移動規制部(70、570)は、弁部材(51、150、551、650)の移動により燃料通路(60a、161a、560a、661a)が閉塞された状態での弾性部材(56、156、556、656)の潰れ代が、所定の値となる位置で弁部材と当接して、弁部材の閉塞方向への移動を規制するので、燃料通路閉塞状態での弾性部材の潰れ代が所定の値で安定する。これによれば、燃料噴射弁に流入する燃料圧力の変動による潰れ代の変化や燃料通路の開閉の繰り返しによる弾性部材の摩耗による潰れ代の変化および圧縮永久歪の影響が抑制され、弁部材のストロークの変化が抑制され、燃料噴射量が安定する。

30

【 0 0 1 3 】

ここで、後述する第2の発明が解決する課題について説明する。すなわち、従来の一般的な電磁式燃料噴射弁は、ボデー内に往復移動可能に配置された弁体と、電磁吸引力を利用して弁体を駆動する駆動手段とを備え、ボデーに設けたボデーシート部と弁体に設けた可動シート部との接離により燃料通路を開閉している。

40

【 0 0 1 4 】

そして、ボデーシート部と可動シート部は繰り返し当接するので、双方とも耐摩耗性に優れた金属で構成されている。しかし、両シート部がともに金属で構成されたメタルシール弁部では、高いシール性を得ることが困難である。

【 0 0 1 5 】

そこで、図27に示すように、メタルシール弁部90xよりも燃料流れ上流側に、一方のシート部がゴムなどの弾性材にて構成された弾性シール弁部91xを設けて、シール性

50

の向上を図った燃料噴射弁が提案されている（例えば、先述した特許文献3参照）。

【0016】

しかしながら、従来の燃料噴射弁は、メタルシール弁部90xのセット荷重および弾性シール弁部91xのセット荷重を高精度に管理するためには、閉弁時の弾性材の変形量を厳密に管理する必要があり、そのためには、ボデー92xの2つのシート部間の距離L1x、および弁体93xの2つのシート部間の距離L2xを、厳密に管理する必要があった。したがって、ボデー92xや弁体93xを高精度に加工する必要があった。

【0017】

第2の発明は上記点に鑑みて、ボデーや弁体の高精度な加工を必要とせず、メタルシール弁部のセット荷重および弾性シール弁部のセット荷重を容易に高精度に管理可能にすることを目的とする。

【0018】

上記目的を達成するため、第2の発明では、往復動する金属製の可動部(3x、4x)に、上流側可動シート部(40x、310x、311x)が設けられるとともに上流側可動シート部(40x、310x、311x)よりも燃料流れ下流側に下流側可動シート部(320x)が設けられ、金属製のボデー(1x)に、上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)が設けられるとともに上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)よりも燃料流れ下流側に下流側ボデーシート部(140x、152x)が設けられ、上流側可動シート部(40x、310x、311x)および上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)のうちいずれか一方、或いは、前記下流側可動シート部(320x)および前記下流側ボデーシート部(140x、152x)のうちいずれか一方は、金属よりも弾性に富む弾性材にて構成され、上流側可動シート部(40x、310x、311x)と上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)との接離により燃料通路を開閉するとともに、下流側可動シート部(320x)と下流側ボデーシート部(140x、152x)との接離により燃料通路を開閉し、開弁時に燃料を内燃機関に噴射する燃料噴射弁であって、可動部(3x、4x)は、スプリング(5x)により閉弁向きに付勢されており、ボデー(1x)は、上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)が設けられた第1ボデー(14Ax、15x)と、下流側ボデーシート部(140x、152x)が設けられた第2ボデー(14x、15Ax)とを備え、第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)は別体に形成された後に一体化されていることを特徴とする。

【0019】

これによると、組み付け段階において第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)の相対位置を調整することにより、ボデー(1x)や可動部(3x、4x)を高精度に加工しなくても、上流側可動シート部(40x、310x、311x)と上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)とで構成される弾性シール弁部のセット荷重、および下流側可動シート部(320x)と下流側ボデーシート部(140x、152x)とで構成されるメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。或いは、下流側可動シート部(320x)と下流側ボデーシート部(140x、152x)とで構成される弾性シール弁部のセット荷重、および上流側可動シート部(40x、310x、311x)と上流側ボデーシート部(141x、150x、151x)とで構成されるメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。

【0020】

さらに、上記第2の発明に以下の構成を追加することで、下記の効果が発揮される。すなわち、請求項26に記載の発明では、上流側ボデーシート部(150x、151x)および下流側ボデーシート部(140)はテーパ状であり、上流側ボデーシート部(150x、151x)のテーパ角が下流側ボデーシート部(140)のテーパ角よりも大であることを特徴とする。

【0021】

10

20

30

40

50

これによると、弾性シール弁部のシート径をメタルシール弁部のシート径よりも小さくすることができるため、開弁に必要な力を小さくすることができる。

【0022】

請求項27に記載の発明では、上流側可動シート部(40x、310x、311x)と下流側可動シート部(320x)は、可動部(3x、4x)の往復動方向に沿って配置されており、上流側可動シート部(40x、310x、311x)から下流側可動シート部(320x)に向かう向きに可動部(3x、4x)が移動することにより、燃料通路が開かれるように構成されていることを特徴とする。

【0023】

これによると、所謂外開弁にすることができる。

10

【0024】

請求項28に記載の発明では、上流側可動シート部(310x)と下流側可動シート部(320x)は、可動部(3x、4x)の往復動方向に沿って配置されており、下流側可動シート部(320x)から上流側可動シート部(310x)に向かう向きに可動部(3x、4x)が移動することにより、燃料通路が開かれるように構成されていることを特徴とする。

【0025】

これによると、所謂内開弁であるため、噴孔を有する燃料噴射弁とすることができる。

【0026】

請求項29に記載の発明では、第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)は、全周溶接にて一体化されていることを特徴とする。

20

【0027】

これによると、シール部材を用いることなく、第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)との間をシールすることができる。

【0028】

請求項30に記載の発明では、第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)は、断続溶接にて一体化され、第1ボデー(14Ax、15x)と第2ボデー(14x、15Ax)との間は、シール部材(8x)にてシールされていることを特徴とする。

【0029】

これによると、全周溶接する場合よりも溶接コストを低減することができる。

30

【0030】

請求項31に記載の発明では、スプリング(5x)はコイルスプリングであり、可動部(3x、4x)は、スプリング(5x)内を貫通して配置され、上流側可動シート部(40x、310x)は、スプリング(5x)よりも燃料流れ上流側に配置され、下流側可動シート部(320x)は、スプリング(5x)よりも燃料流れ下流側に配置されていることを特徴とする。

【0031】

ところで、燃料噴射弁を直噴用として用いた場合、高温の燃焼ガスの熱により弾性材にて構成されたシート部が溶損してしまう虞があるが、請求項31に記載の発明によれば、弾性材にて構成されたシート部を燃焼ガスの熱を受ける部位から遠ざけることができるため、そのシート部の溶損を防止することができる。

40

【0032】

請求項32に記載の発明のように、上流側可動シート部(40x、310x)を弾性材にて構成することができる。

【0033】

請求項33に記載の発明のように、上流側ボデーシート部(151x)を弾性材にて構成することができる。

【0034】

請求項34に記載の発明のように、燃料は気体燃料を用いることができる。

50

【 0 0 3 5 】

なお、特許請求の範囲および上記手段の項に記載した括弧内の符号は、ひとつの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 6 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の構成を示す断面図であって、図 4 に示す I - I 線の断面図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の構成を示す断面図であって、図 4 に示す II - II 線の断面図である。

【 図 3 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 4 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の構成を示す断面図であって、図 1 に示す IV - IV 線の断面図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の構成を示す断面図であって、図 1 に示す V - V 線の断面図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 実施形態による燃料噴射弁の噴孔付近の燃料流れの様子を示す図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 8 】 本発明の第 3 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 9 】 本発明の第 4 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 5 実施形態による燃料噴射弁の構成を示す断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 5 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 6 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 7 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 8 実施形態による燃料噴射弁の構成を拡大して示す断面図である。

【 図 1 5 】 本発明の第 9 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 1 6 】 第 9 実施形態の第 1 変形例を示す断面図である。

【 図 1 7 】 第 9 実施形態の第 2 変形例を示す断面図である。

【 図 1 8 】 本発明の第 1 0 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 1 9 】 第 1 0 実施形態の第 1 変形例を示す断面図である。

【 図 2 0 】 本発明の第 1 1 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 2 1 】 本発明の第 1 2 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 2 2 】 本発明の第 1 3 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 2 3 】 第 1 3 実施形態に係る燃料噴射弁の作動を示すタイムチャート。

【 図 2 4 】 第 1 3 実施形態において、電磁力による吸引力とギャップとの関係を示す試験結果。

【 図 2 5 】 本発明の第 1 4 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【 図 2 6 】 第 1 4 実施形態の変形例を示す断面図である。

【 図 2 7 】 従来の燃料噴射弁を示す要部の断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 7 】

(第 1 実施形態)

図 1 に示す燃料噴射弁 1 0 0 は、内燃機関としてのエンジンに設置され、当該エンジンの燃焼室に C N G (Compressed Natural Gas)、L N G (Liquefied Natural Gas)、水素等のガス燃料を噴射する。以下、燃料噴射弁 1 0 0 の構成について、図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。燃料噴射弁 1 0 0 は、ハウジング 1 0、入口部材 2 0、固定コア 3 0、可動コア 4 0、弁体 5 0、ノズル部材 6 0、ストップバ 7 0、及び駆動装置 9 0 等を備えている。

【 0 0 3 8 】

ハウジング 1 0 は、全体として筒状に形成されており、軸方向の両端部が開口している

。ハウジング 10 において軸方向の一端部側から他端部側に向かって順に第 1 磁性部 11、非磁性部 12、及び第 2 磁性部 13 を有している。磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼からなる第 1、第 2 磁性部 11、13 と、非磁性体として機能するオーステナイト系ステンレス鋼からなる非磁性部 12 とは、レーザ溶接等により結合されている。かかる結合形態によって非磁性部 12 は、第 1 磁性部 11 及び第 2 磁性部 13 の間で磁束が短絡するのを防止する。

【0039】

第 1 磁性部 11 は、非磁性部 12 と結合される大径部 11d と、大径部 11d よりも外径が小さい小径部 11a とを有している。小径部 11a において非磁性部 12 とは反対側の端部、即ちハウジング 10 内での燃料流れにおいて下流側の端部に形成されている開口部 11c には、ノズル部材 60 が設けられている。また、ハウジング 10 の軸方向における一方の端部と他方の端部との間には、ストッパ 70 が設けられている。さらに、第 2 磁性部 13 において非磁性部 12 とは反対側の端部 13a には、入口部材 20 が設けられている。

10

【0040】

入口部材 20 は、円筒状に形成されており、燃料ポンプから燃料配管を通じて供給される燃料が燃料噴射弁 100 に流入されるように、流入口 20a を径方向中央部に形成している。入口部材 20 は、レーザ溶接等により第 2 磁性部 13 の端部 13a に結合され、固定されている。

【0041】

20

固定コア 30 は、磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されており、非磁性部 12 及び第 2 磁性部 13 の内周壁に同軸上に固定されている。固定コア 30 には、その径方向中央部を軸方向に貫通する収容孔 31 が形成されている。収容孔 31 の内周側には、コイルスプリングからなる付勢部材としてのスプリング 80 が弾性変形可能に収容されているとともに、スプリング 80 のセット荷重を調整するためのアジャスティングパイプ 32 が圧入によって固定されている。スプリング 80 の一方の端部は、アジャスティングパイプ 32 に支持されている。アジャスティングパイプ 32 は、円筒状に形成されており、その径方向中央部を軸方向に貫通する貫通孔 32a が形成されている。ここまでの構成によれば、入口部材 20 より流入した燃料は、収容孔 31 に流入する。そして、収容孔 31 に流入した燃料は、貫通孔 32a を通って、固定コア 30 におけるノズル部材 60 側の端部より排出される。

30

【0042】

可動コア 40 は、磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼によって全体として円筒状に形成されており、ハウジング 10 の内周側に同軸上に収容されて、固定コア 30 よりもノズル部材 60 側に位置している。

【0043】

可動コア 40 は、円筒状に形成されたコア本体部 41 を有している。コア本体部 41 の外周壁には、第 1 磁性部 11 の大径部 11d 及び非磁性部 12 の各内周壁に案内される案内部 41a が形成されている。ここまでの構成によれば、可動コア 40 は、案内部 41a が大径部 11d 及び非磁性部 12 の各内周壁に案内されることで、軸方向に沿って往復移動が可能となる。

40

【0044】

また、コア本体部 41 において固定コア 30 側の端部には、その径方向中央部にスプリング 80 のノズル部材 60 側の端部を支持する座部 41b が形成されている。これにより、可動コア 40 は、スプリング 80 のセット荷重に応じたノズル部材 60 方向への付勢力が常に付与されることとなる。

【0045】

さらに、コア本体部 41 には、その径方向中央部を軸方向に貫通する貫通孔 41c が形成されている。この貫通孔 41c によれば、収容孔 31 を介して固定コア 30 のノズル部材 60 側に排出された燃料が、貫通孔 41c を介して、可動コア 40 においてノズル部材

50

60側に流れる。

【0046】

可動コア40は、コア本体部41からノズル部材60側に突出する円筒状の収容部42をコア本体部41の貫通孔41cと同軸上に有する。また、収容部42は、後に説明する弁体50の連結部55の一部を収容する。連結部55は、レーザ溶接等により収容部42結合され、固定されている。これにより、可動コア40の軸方向往復移動に伴い、弁体50も可動コア40と一体となって軸方向に沿って往復移動する。

【0047】

弁体50は、全体として棒状に形成されており、第1磁性部11の内周側に同軸上に収容されて、可動コア40よりもノズル部材60側に位置している。弁体50は、軸方向に沿う往復移動によって、後に説明するノズル部材60に形成されている燃料通路60aを開閉し、噴孔60bから燃焼室への燃料噴射を断続する。

10

【0048】

図3に示すように、弁体50は、可動コア40と連結される弁本体部51を有している。弁本体部51は、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって棒状に形成されている。弁本体部51は、可動コア40と連結される棒状の連結部55と、連結部55よりもノズル部材60側に位置し、後に説明する弾性部56が取り付けられ、弾性部56を支持する支持部52とを有している。

【0049】

連結部55には、可動コア40の貫通孔41c内の空間と、連結部55の外周側であって可動コア40及び支持部52間の空間と連通する燃料通路55aが形成されている。これにより、貫通孔41cを通じて燃料通路55aに流入した燃料は、連結部55の外周側であって可動コア40と支持部52との間の空間に排出される。

20

【0050】

支持部52は、連結部55側に位置する四角柱部53と、四角柱部53よりもノズル部材60側に位置する円柱部54とを有する。四角柱部53の側面において角部には、第1磁性部11の小径部11aと同軸上に設けられたストッパ70の内周壁に案内される案内部53aが形成されている。これにより、弁体50は、案内部53aがストッパ70の内周壁に案内されることで、軸方向に沿って往復移動が可能となる。また、四角柱部53のノズル部材60側の底面における角部には、弁体50がノズル部材60側に移動することにより、後に説明するストッパ70と当接する当接面53bが形成されている。当接面53bがストッパ70に当接することにより、弁体50のノズル部材60側への移動、即ち弁体50の閉塞方向への移動が規制される。なお、当接面53bは、図1～図3に示すように、ノズル部材60に向かって傾斜している。

30

【0051】

円柱部54について、その断面形状は、四角柱部53の軸方向と交差する方向の断面形状に対して内接するような形状となっている。また、円柱部54の直径は、ストッパ70の内周壁との間に燃料の通過が可能な程度の大きさとなっている。

【0052】

さらに円柱部54のノズル部材60側の端部には、円盤状に形成され、ノズル部材60と対向する位置にシート部56aを形成する弾性部56が取り付けられている。この弾性部56は、弁体50のノズル部材60への離着座により弾性変形可能な弾性部材からなっている。本実施形態では、弾性部56は、耐低温性、耐油性に優れるフッ素系ゴムよりなっている。燃料としてガス燃料を使用する場合、燃料噴射の際、噴孔60b付近の圧力が低下するため、噴孔60b付近の温度が約-30～-40となることがある。弾性部56としてのフッ素系ゴムはこういった極低温の環境に対しても弾性変形が可能な材料であり、シール性を確保することができる。弾性部56は、インサート成形により円柱部54のノズル部材60側の端部に取り付けられている。

40

【0053】

また、円柱部54の外周面には、弁体50の往復移動方向に対して交差する方向に凹む

50

溝部が形成されている。一方、弾性部 5 6 は、その周縁部に円柱部 5 4 の溝部に食い込むようにして配置されるアンカー部 5 6 f を形成している。これにより、弾性部 5 6 は、支持部 5 2 に対して強固に固定される。特に、弁体 5 0 の往復移動方向に対する固定強度が増す。

【 0 0 5 4 】

さらに、弾性部 5 6 のノズル部材 6 0 と対向する面には、当該面の外周側においてノズル部材 6 0 側に突出する環状のシート部 5 6 a が形成されるとともに、当該シート部 5 6 a の内周側にノズル部材 6 0 とは反対側に凹む凹部 5 6 b が形成されている。凹部 5 6 b の底面 5 6 c の周縁に形成される内周面 5 6 d における径は、ノズル部材 6 0 の燃料通路 6 0 a における弁体 5 0 側の開口部 6 0 d の径よりも大きい。内周面 5 6 d の径は、弾性部 5 6 の外径の範囲で設定することができる。シート部 5 6 a は、弾性部 5 6 のノズル部材 6 0 と対向する面において、凹部 5 6 b の外周側に形成される。また、内周面 5 6 d のノズル部材 6 0 側の角部 5 6 e は、開口部 6 0 d の外周側を囲むように当接可能となる。即ち、シート部 5 6 a が開口部 6 0 d の外周側を囲むように当接可能となっている。これにより、燃料通路 6 0 a が閉塞される。さらに、凹部 5 6 b の内周面 5 6 d は、凹部 5 6 b の径方向中央部に向かうに従い、凹部 5 6 b の深さが徐々に深くなるように傾斜している。

【 0 0 5 5 】

ノズル部材 6 0 は、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成され、径方向中央部を軸方向に貫通する燃料通路 6 0 a を形成している。また、本実施形態では、ノズル部材 6 0 は、ハウジング 1 0 及びストッパ 7 0 とは異なる部材によって形成されている。ノズル部材 6 0 は、第 1 磁性部 1 1 の小径部 1 1 a の一方の端部に形成されている開口部 1 1 c から挿入され、レーザ溶接等により開口部 1 1 c に結合され、固定されている。ノズル部材 6 0 の弁体 5 0 側の端面において燃料通路 6 0 a の開口部の周縁部には、シート部 5 6 a が離着座可能な弁座部 6 0 c が形成されている。また、燃料通路 6 0 a において弁体 5 0 とは反対側の端部は、燃料が噴射される噴孔 6 0 b となっている。

【 0 0 5 6 】

シート部 5 6 a は、図 1 に示すように弁座部 6 0 c に着座させる閉塞作動により、燃料通路 6 0 a を閉塞する。これにより、噴孔 6 0 b への燃料の流通が停止する。このとき、弾性部 5 6 は、弁体 5 0 の移動量に応じて弾性変形する。一方、シート部 5 6 a は、図 2 に示すように弁座部 6 0 c から離座させる開放作動により、燃料通路 6 0 a を開放する。これにより、噴孔 6 0 b への燃料の流通が許容される。

【 0 0 5 7 】

ストッパ 7 0 は、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成され、径方向中央部に弁体 5 0 の支持部 5 2 を収容する収容孔 7 0 a を形成している。また、本実施形態では、ストッパ 7 0 は、ハウジング 1 0 とは異なる部材によって形成されている。

【 0 0 5 8 】

ストッパ 7 0 は、可動コア 4 0 側の端面 7 0 b を小径部 1 1 a の内周壁に形成されている段差部 1 1 b に突き当てた状態で、ハウジング 1 0 に対して位置決めされている。ストッパ 7 0 は、ハウジング 1 0 に位置決めされた状態で、レーザ溶接等により小径部 1 1 a に結合され、固定されている。軸方向と交差する方向の断面形状が円形となる収容孔 7 0 a は、可動コア 4 0 側の第 1 内周面 7 0 c を形成するとともに、ノズル部材 6 0 側に第 1 内周面 7 0 c の部位よりも内径が小さい第 2 内周面 7 0 d を形成する。

【 0 0 5 9 】

図 3 及び図 4 に示すように、第 1 内周面 7 0 c の内周側には、弁体 5 0 の四角柱部 5 3 が収容され、第 1 内周面 7 0 c は、四角柱部 5 3 の外周面 5 3 c において四隅に設けられる案内部 5 3 a を全て案内する。また、図 3 及び図 5 に示すように、第 2 内周面 7 0 d の内周側には、弁体 5 0 の円柱部 5 4 及び弾性部 5 6 が収容される。第 2 内周面 7 0 d の部

10

20

30

40

50

位の径は、円柱部 5 4 の外周面 5 4 a との間に燃料をノズル部材 6 0 に流通可能な隙間が形成される程に設定されている。また、軸方向と交差する方向において、第 1 内周面 7 0 c の部位が円形となり、四角柱部 5 3 が四角状となっていることから、四角柱部 5 3 の外周面 5 3 c において案内部 5 3 a を除く部位と第 1 内周面 7 0 c との間に隙間が形成され、円柱部 5 4 の外周面 5 4 a と第 2 内周面 7 0 d との間に隙間が形成される。これらの隙間は、互いに連通している。また、これらの弁体 5 0 の外周面とストッパ 7 0 の内周面との間の隙間は、後で説明するストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e が弁体 5 0 の当接面 5 3 b が当接した状態であっても区画されており、燃料通路 7 1 として機能する。燃料通路 7 1 は、連結部 5 5 の燃料通路 5 5 a とともに常に連通しており、連結部 5 5 の外周側に排出された燃料の流れを許容し、その燃料をノズル部材 6 0 まで導く。

10

【 0 0 6 0 】

さらに、収容孔 7 0 a は、第 1 内周面 7 0 c 及び第 2 内周面 7 0 d との間に、弁体 5 0 の当接面 5 3 b と当接可能なテーパ面 7 0 e を形成している。テーパ面 7 0 e は、環状に形成されており、可動コア 4 0 側からノズル部材 6 0 側に向かうほど径が小さくなるように傾斜している。テーパ面 7 0 e は、当接面 5 3 b と当接することにより、弁体 5 0 の閉塞方向への移動を規制する。また、テーパ面 7 0 e は、弁体 5 0 の移動方向に沿った方向において、弾性部 5 6 がノズル部材 6 0 の弁座部 6 0 c に着座して弾性変形し、弾性部 5 6 の潰れ代が所定の値となる位置に設けられている。ここで、所定の値とは、弾性部 5 6 の圧縮永久歪による破損を防止しつつ、弁体 5 0 のストローク変化を抑えられる値に設定される。ここで、所定の値とは、圧縮による弾性材 5 6 の損傷を防止しつつ、弾性部 5 6 の圧縮永久歪や幾何公差による傾きが発生した場合でも燃料通路 6 0 a を閉塞できる値に設定される。例えば、所定の値は、弾性部 5 6 の圧縮率が 8% から 35% の範囲内のうち、弾性部 5 6 の圧縮永久歪や幾何公差による傾きが発生した場合でもシールができる最小の値に設定すると良い。

20

【 0 0 6 1 】

また、燃料噴射弁 1 0 0 の中心軸とテーパ面とのなす角度としてのテーパ面 7 0 e の傾斜角度は、当該中心軸と当接面 5 3 b とのなす角度としての当接面 5 3 b の傾斜角度よりも小さい。また、ストッパ 7 0 に使用する材料は、上述したように弁体 5 0 の支持部 5 2 に使用する材料と同じとなっている。このため、ストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e と弁体 5 0 の当接面 5 3 b とはほぼ同じ硬度となっている。さらに、弁体 5 0 の当接面 5 3 b には、DLC (ダイヤモンドライクカーボン: diamond-like carbon)、又はポリテトラフルオロエチレン (登録商標: テフロン) 等の被覆層 7 2 が設けられている。なお、被覆層 7 2 はストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e に設けても良いし、弁体 5 0 の当接面 5 3 b とストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e との両方に設けても良い。本実施形態では、被覆層 7 2 を当接面 5 3 b に設けているので、当接面 5 3 b とテーパ面 7 0 e との両方に設ける場合よりも製造コストを下げることができる。また、被覆層 7 2 を弁体 5 0 の外周面に被覆することによって、ストッパ 7 0 の内周面に被覆する場合よりも被覆層 7 2 の被覆が容易にできる。

30

【 0 0 6 2 】

ここまでの構成によれば、ストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e に弁体 5 0 の当接面 5 3 b が当接した状態では、弾性部 5 6 のシート部 5 6 a が弁座部 6 0 c に着座するので、燃料通路 6 0 a が閉塞され、流入口 2 0 a から収容孔 3 1、貫通孔 3 2 a、貫通孔 4 1 c、燃料通路 5 5 a を順に介して燃料通路 7 1 にまで至った燃料は、噴孔 6 0 b から噴射されない。弁体 5 0 が可動コア 4 0 とともに固定コア 3 0 に向かって、弾性部 5 6 の潰れ代分を超えて移動すると、シート部 5 6 a が弁座部 6 0 c から離座するので、燃料通路 6 0 a が開放され、燃料通路 7 1 に至った燃料が弾性部 5 6 とノズル部材 6 0 との間の隙間、及び燃料通路 6 0 a を介して噴孔 6 0 b から噴射される。

40

【 0 0 6 3 】

駆動装置 9 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、電磁コイル 9 1、ヨーク 9 2、及びコネクタ 9 3 等から構成されている。電磁コイル 9 1 は、樹脂製のポピンに金属線材を巻回してなる。電磁コイル 9 1 は、ハウジング 1 0 の径方向外周側に、同軸上に配置されている

50

。コネクタ 9 3 は、外部の制御回路と電磁コイル 9 1 との間を電気接続するターミナル 9 3 a を有しており、当該制御回路によって電磁コイル 9 1 への通電が制御されるようになっている。

【 0 0 6 4 】

ヨーク 9 2 は、磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されており、電磁コイル 9 1 及びハウジング 1 0 の径方向外周側に配置されて当該電磁コイル 9 1 を覆っている。また、ヨーク 9 2 は、ノズル部材 6 0 側の端部に小径部を形成しており、その小径部は、レーザ溶接等により第 1 磁性部 1 1 の小径部 1 1 a に結合され、固定されている。

【 0 0 6 5 】

ターミナル 9 3 a を介して電磁コイル 9 1 への電力供給により、電磁コイル 9 1 が通電によって励磁すると、ヨーク 9 2、第 1 磁性部 1 1、可動コア 4 0、固定コア 3 0、及び第 2 磁性部 1 3 が共同して形成される磁気回路に、磁束が流れる。その結果、互いに対向配置されている可動コア 4 0 と固定コア 3 0 との間に、可動コア 4 0 を固定コア 3 0 側に吸引して駆動する「磁力」としての磁気吸引力が発生する。一方、通電の停止によって電磁コイル 9 1 が消磁すると、磁気回路に磁束が流れなくなるので、可動コア 4 0 と固定コア 3 0 との間において磁気吸引力が消失する。

【 0 0 6 6 】

以下、燃料噴射弁 1 0 0 の作動について詳細に説明する。燃料噴射弁 1 0 0 において、電磁コイル 9 1 への通電が停止している図 1 に示す状態では、可動コア 4 0 に作用する磁気吸引力が消失しているため、可動コア 4 0 に付与されるスプリング 8 0 の付勢力によって、弁体 5 0 の当接面 5 3 b がストッパ 7 0 のテーパ面 7 0 e に押し付けられる。このとき、弾性部 5 6 のシート部 5 6 a は、弁座部 6 0 c に着座するため噴孔 6 0 b が閉ざされる。したがって、流入口 2 0 a から流入し、燃料通路 7 1 に至った燃料は、噴孔 6 0 b から噴射されない。

【 0 0 6 7 】

次に、図 1 に示す状態で、電磁コイル 9 1 が通電され、可動コア 4 0 に磁気吸引力が作用し、その磁気吸引力がスプリング 8 0 の付勢力よりも大きくなると、可動コア 4 0 は、固定コア 3 0 に向かって移動し始める。可動コア 4 0 の移動量が弾性部 5 6 の潰れ代を超えると、シート部 5 6 a が弁座部 6 0 c から離座する。これにより、図 2 中の一点鎖線で示すように燃料通路 7 1 まで来ていた燃料は、シート部 5 6 a と弁座部 6 0 c との間を介して燃料通路 6 0 a に流入し、その後、噴孔 6 0 b から燃料が噴射される。可動コア 4 0 は、当該可動コア 4 0 が固定コア 3 0 に当接するまで移動する（図 2 参照）。なお、シート部 5 6 a が弁座部 6 0 c から離座して、可動コア 4 0 が固定コア 3 0 に当接するまでの弁本体部 5 1 の移動距離がストロークとなる。

【 0 0 6 8 】

ここで、シート部 5 6 a 付近の燃料流れの様子について図 6 を用いて説明する。ここでは、シート部 5 6 a のシート径を D とし、弁本体部 5 1 のストロークを L とし、開弁時にシート部 5 6 a と弁座部 6 0 c との間に形成される開口部分の開口面積を S_1 とし、燃料通路 6 0 a において最も通路面積が狭くなる部分の通路面積を S_2 とする。シート径 D は、シート部 5 6 a のうち最も内周側の部分である角部 5 6 e の径であり、開口面積 S_1 は、 $(式) D \times \times L$ によって求められる面積となっている。開口面積 S_1 は、通路面積 S_2 以上の大きさとなるようにシート径 D 、ストローク L 、通路面積 S_2 を定めるようにすれば良い。好ましくは、開口面積 S_1 は、通路面積 S_2 の 1.4 倍以上とするのが良い。

【 0 0 6 9 】

弁本体部 5 1 が L 分ストロークすると、燃料通路 7 1 にまで来ていた燃料は、シート部 5 6 a と弁座部 6 0 c との間の隙間に流入する（図 6 中の矢印参照）。両要素 5 6 a、6 0 c 間の隙間に流入した燃料は、当該隙間に形成される開口面積 S_1 を有する開口部分より、凹部 5 6 b に流入し、さらに、燃料通路 6 0 a の開口部 6 0 d に流入する。そして、燃料は、燃料通路 6 0 a を通って噴孔 6 0 b より排出される。ここで、凹部 5 6 b の内周

10

20

30

40

50

面56dは傾斜しているので、両要素56a、60c間の隙間から凹部56bに流入する際の圧力損失を極力小さくすることができる。なお、開口面積S1を通路面積S2の1倍以上に設定することによれば、両要素56a、60c間の隙間から流入した燃料を噴孔60bから排出することができる。さらに、開口面積S1を通路面積S2の1.4倍以上とすることによれば、両要素56a、60c間の隙間を介して燃料通路60a内に流入する燃料の量を多くできるので、燃料が燃料通路60aから排出され、燃料通路60a内の圧力が低下するのを抑制できる。その結果、噴孔60bから排出される燃料の圧力、即ち噴射圧力を極力燃料噴射弁100に流入する燃料圧力に近づけることができる。

【0070】

そして、再び、電磁コイル91への通電が停止されると、可動コア40に作用していた磁気吸引力が消失する。このため、可動コア40に作用する力としては、スプリング80の付勢力のみとなるので、可動コア40は、ノズル部材60に向かって移動し始める。可動コア40の移動により、最初にシート部56aが弁座部60cに着座する。シート部56aの弁座部60cへの着座により、燃料通路71にまでできていた燃料の燃料通路60aへの流入が停止するので、噴孔60bからの燃料噴射が停止する。シート部56aが弁座部60cに着座した後でも、弾性部56の弾性変形を伴いながら弁体50は、ノズル部材60に向かって引き続き移動する。そして、弁体50の当接面53bが、ストッパ70のテーパ面70eに当接すると、弁体50のノズル部材60側への移動が停止する。このとき、弾性部56の潰れ代は、所定の値となる。

【0071】

このように、ストッパ70によって弁体50のノズル部材60側への移動を規制して、弾性部56の潰れ代を所定の値にすることによれば、弾性部56の潰れ代を安定させ、弁本体部51のストロークを安定させることができる。その結果、燃料噴射量が安定する。

【0072】

なお、本実施形態では、燃料噴射弁100に燃料が流入しておらず、内部の各要素に当該燃料の燃料圧力が作用していない状態では、電磁コイル91が非通電の状態であり、スプリング80の付勢力が弁体50に作用してシート部56aが弁座部60cに着座していても、ストッパ70のテーパ面70eに弁体50の当接面53bが当接せずに両者間に隙間が形成されている。燃料噴射弁100に燃料が流入し、弁体50等の内部の各要素に燃料圧力が作用すると、弁体50はノズル部材60に向かって移動し、弾性部56が弾性変形する。これにより、テーパ面70eに当接面53bが当接する。また、燃料噴射弁100の内部の各要素に燃料圧力が作用するか否かにかかわらず、電磁コイル91が非通電状態のときに常にテーパ面70eに当接面53bが当接するようにしても良い。

【0073】

以下、燃料噴射弁100の製造方法について説明する。

【0074】

(ストッパ設置工程)

レーザ溶接によって第1磁性部11、非磁性部12及び第2磁性部13を結合して形成したハウジング10のうち第1磁性部11の開口部11cからストッパ70を挿入する。ストッパ70は、当該ストッパ70の端面70bが第1磁性部11の段差部11bに当接するまで挿入される。その後、レーザ溶接等によりストッパ70をハウジング10に固定する。これにより、ストッパ70は、ハウジング10の軸方向における一方の端部と他方の端部との間に設けられることとなる。

【0075】

(弁体形成工程)

可動コア40の収容部42に、弾性部56が取り付けられた弁体50の連結部55を挿入して、レーザ溶接等により収容部42に連結部55を固定する。

【0076】

(距離計測工程)

第2磁性部13側から、可動コア40と弁体50との一体物を挿入し、弁体50の当接

10

20

30

40

50

面53bをストップパ70のテーパ面70eに当接させ、その状態を維持させ、ストップパ70に対する弁体50の位置を固定する。その後、弁体50の当接面53bをストップパ70のテーパ面70eに当接させた当接状態で、基準位置としての第1磁性部11の開口部11cから弾性部56のシート部56aまでの距離を計測する。

【0077】

(挿入量算出工程)

距離計測工程での計測結果に、予め定められた弾性部56の潰れ代(所定の値)分を加えたものをノズル部材60の第1磁性部11への挿入量として算出する。ここで、レーザ溶接等により熱を部材に加えて部材同士を結合し、互いを固定する方法では、当該部材に加えられる熱量に伴い熱ひずみが発生することがある。本実施形態では、ノズル部材60

10

【0078】

(挿入量調整工程)

挿入量算出工程で算出した挿入量分だけノズル部材60を第1磁性部11の開口部11cから挿入し、弾性部56の潰れ代を所定の値に調整する。

【0079】

(ノズル部材固定工程)

ノズル部材60をレーザ溶接により第1磁性部11に結合し、固定する。これにより、ノズル部材60とストップパ70との弁体50の移動方向に沿った方向の相対位置関係が固定され、当接面53bがテーパ面70eに当接し、弾性部56のシート部56aが弁座部60cに着座したときの弾性部56の潰れ代を所定の値にすることができる。なお、本実施形態では、第1磁性部11とノズル部材60との溶接箇所は、全周に亘っている。この溶接により、第1磁性部11とノズル部材60とのシールを確実なものとすることができる。

20

【0080】

(固定コア、及びスプリング設置工程)

固定コア30を第2磁性部13側から挿入する。固定コア30は、弁体50の当接面53bがストップパ70のテーパ面70eに当接した状態で、可動コア40との間に所定の隙間が形成される位置まで挿入され、レーザ溶接等によりハウジング10に固定される(図1及び図2参照)。そして、固定コア30の収容孔31にスプリング80を収容させる。さらに、収容孔31にアジャスティングパイプ32を圧入し、スプリング80のセット荷重を調整する。

30

【0081】

(入口部材及び駆動装置取り付け工程)

入口部材20を第2磁性部13に取り付け、レーザ溶接等で両者を結合し、固定する。そして、電磁コイル91、コネクタ93及びヨーク92からなる駆動装置90をハウジング10の外周側に嵌め込み、その後、ヨーク92をレーザ溶接等によりハウジング10に結合し、固定する。

【0082】

以上説明した構成を採用した燃料噴射弁100によれば、ストップパ70は、弁本体部51の移動により燃料通路60aが閉塞された状態での弾性部56の潰れ代が、所定の値となる位置で弁本体部51と当接して、弁本体部51の閉塞方向への移動を規制するので、燃料通路60aの閉塞状態での弾性部56の潰れ代が所定の値で安定する。これによれば、燃料噴射弁100に流入する燃料圧力の変動による潰れ代の変化や燃料通路60aの開閉の繰り返しによる弾性部56の摩耗による潰れ代の変化および圧縮永久歪の影響が抑制され、弁本体部51のストロークの変化が抑制され、燃料噴射量が安定する。

40

【0083】

また、ノズル部材60とストップパ70とを異なる部材により構成しているため、ハウジング10にノズル部材60及びストップパ70を設けるにあたり、ノズル部材60及びスト

50

ツパ70の相対位置関係を変更するだけで、ノズル部材60及びストップパ70の相対位置を調整することができる。ゆえに、少なくとも弾性部56の寸法の精度がそれほど高くないとしても、弾性部56の潰れ代を所定の値に調整することができ、燃料噴射量を安定させることができる。

【0084】

弾性部56の潰れ代を所定の値に調整する方法として、弾性部56の潰れ代を調整するのに、弁本体部51を含む弁体50の移動方向に沿った方向におけるノズル部材60及びストップパ70の相対位置を調整する工程の実施後、当該相対位置を固定するために、ストップパ70を固定したハウジング10にノズル部材60をレーザ溶接等で固定する工程を実施している。

10

【0085】

ノズル部材60とストップパ70とは異なる部材からなっており、ストップパ70を固定したハウジング10にノズル部材60を固定する前では、ノズル部材60とストップパ70との相対位置の関係は変更することができる。また、ストップパ70は、弁本体部51を含む弁体50の移動によりノズル部材60の燃料通路60aが閉塞された状態での弾性部56の弾性変形による潰れ代が、所定の値となる位置で弁体50と当接して、閉塞方向への移動を規制するものとなっている。したがって、ノズル部材60をハウジング10に固定する前に弾性部56の潰れ代が所定の値となるようにノズル部材60とストップパ70との弁体50の往復移動方向に沿った方向の相対位置を挿入量調整工程によって調整すれば、弾性部56の潰れ代を所定の値にすることができる。さらに、挿入量調整工程によってノズル部材60とストップパ70との弁体50の往復移動方向に沿った方向の相対位置を調整した後、ノズル部材固定工程にてハウジング10にノズル部材60を溶接して固定している。これによれば、ノズル部材60とストップパ70との相対位置を調整後の位置に強固に固定することができる。

20

【0086】

また、本実施形態では、溶接固定によりノズル部材60をハウジング10に固定しているが、挿入量調整工程とノズル部材固定工程の両工程を一度に行うようにしても良い。例えば、ハウジング10にノズル部材60を圧入して固定するようにすれば、両工程を一度に行うことができる。また、ノズル部材60の固定方法として、ノズル部材60をハウジング10に対してかしめ固定を採用しても良い。

30

【0087】

ここで、弁座部60c及び噴孔60b間の距離は極力短くするのが燃料噴射量制御の点で良いとされている。これは、閉弁時、弁体50のシート部56aが弁座部60cに着座して、非噴射状態となっているにもかかわらず、シート部56a及び弁座部60cの当接位置(以下、当接位置という)から噴孔60bまでに溜まっている燃料が排出されることがあるからである。

【0088】

そこで、本実施形態では、ノズル部材60が、ハウジング10内での噴孔60bに向かう燃料流れにおいてストップパ70よりも下流側に設けられる構成を採用している。この構成によれば、少なくともノズル部材60と噴孔60bとの間にストップパ70が存在しないので、当接位置から噴孔60bまでの距離を極力短くすることができる。したがって、閉弁時における当接位置から噴孔60bまでに溜まった燃料の排出量を極力抑えることができる。

40

【0089】

加えて、本実施形態では、燃料通路60aにおいて燃料流れの下流側の端部に、噴孔60bが形成されている。この構成によれば、さらに当接位置から噴孔60bまでの距離をさらに短くすることができるので、閉弁時における当接位置から噴孔60bまでに溜まった燃料の排出量をさらに抑えることができる。

【0090】

本実施形態では、円筒状に形成されたストップパ70の内周側に弁体50を往復移動可能

50

に收容している。そして、ストッパ70の第1内周面70cと弁体50の外周面53cとの間、及び第2内周面70dと弁体50の外周面54aとの間のそれぞれには、弁体50がストッパ70に当接している状態において、ノズル部材60への燃料の流れを許容する燃料通路71としての隙間を形成している。この構成によれば、弁体50がストッパ70に当接している状態でも、燃料をノズル部材60へ導くことができる。これによれば、弁体50が移動し、燃料通路60aが開放すると即座に噴孔60bから燃料が噴射される。

【0091】

本実施形態では、弾性部56は、弾性部56のノズル部材60と対向する面の外周側において、ノズル部材60側に突出するシート部56aを有している。また、このシート部56aは、燃料通路60aの開口部60dの外周側を囲むように当接することにより、燃料通路60aを閉塞する。以上の構成によれば、シート径Dを開口部60dの径よりも大きく設定することができる。なお、弾性部56のノズル部材60と対向する面が平坦となっている場合には、シート径は、開口部60dの径とほぼ同じとなる。シート径Dを開口部60dの径よりも大きくできることによれば、弾性部56においてシート径Dとなる部分、即ちシート部56aの内周側の部分で形成される開口面積S1をより大きくすることができる。これにより、弾性部56のノズル部材60と対向する面が平坦の場合に比べ燃料通路60aへの燃料の流入量をより多くすることができ、噴射圧力の低下を抑制することができる。

【0092】

さらに、本実施形態では内周面56dが、凹部56bの径方向中央部に向かうに従い、凹部56bの深さが深くなるように傾斜しているため、シート部56a、弁座部60c間の隙間を通して凹部56bに流入する際の燃料の圧力損失を極力少なくすることができる。その結果、圧力損失による噴射圧力の低下を抑制することができる。

【0093】

また、本実施形態では、弾性部56は、弁体50の円柱部54において弁体50の往復移動方向と交差する方向に食い込むアンカー部56fを有している。このアンカー部56fによれば、弾性部56は弁体50の支持部52に対して強固に固定される。特に、弁体50の往復移動方向に対する固定強度が増す。

【0094】

また、本実施形態では、ストッパ70がハウジング10の軸方向において一方の端部と他方の端部との間に設けられ、その後、ハウジング10と異なる部材よりなるノズル部材60が、第1磁性部11の開口部11cから挿入される。そして、その挿入量が調整され、弾性部56の潰れ代が調整された後、ノズル部材60は、開口部11cに固定される。

【0095】

これによれば、開口部11cに固定されるノズル部材60のハウジング10への挿入量を調整することで、弾性部56の潰れ代の調整を行うようにしているため、ハウジング10の一方の端部と他方の端部との間に設けられるストッパ70の位置を調整するものに比べ、潰れ代の調整作業が容易となる。

【0096】

本実施形態では、ノズル部材60がハウジング10と異なる部材よりなっているだけでなく、ストッパ70もハウジング10と異なる部材よりなっている。ここで、ノズル部材60及びストッパ70が、それぞれハウジング10とは異なる部材よりなっていると、弾性部56の潰れ代を調整するために行うノズル部材60及びストッパ70の相対位置の調整が、複雑となるおそれがある。本実施形態では、ハウジング10の第1磁性部11に形成した段差部11bに、ストッパ70の端面70bを突き当てることにより、ハウジング10に対するストッパ70の位置を決定している。これによれば、ノズル部材60及びストッパ70の相対位置の調整を、ノズル部材60だけを移動させることにより行える。したがって、燃料噴射弁100の製造が容易となる。

【0097】

ここで、ストッパ70は、弁体50に対して当接する部位であるため、例えば、弁体5

10

20

30

40

50

0との当接による衝撃に耐えうるような材料をストッパ70に使用する材料として選定するのが好ましい。本実施形態によれば、ストッパ70は、ハウジング10とは異なる部材によりなっているため、ストッパ70に使用する材料を、ハウジング10に使用する材料に制約されることなく選定することができる。

【0098】

ここで、弁体50が弁座部60cに着座する度にストッパ70のテーパ面70eは弁体50の当接面53bと当接する。例えば、テーパ面70eが当接面53bと異なる材料によって形成されていると、両者が当接を繰り返すと、硬度の低い方が変形するおそれがある。これでは、長期間にわたり弁体50のストロークを安定させることができないおそれがある。

10

【0099】

この問題に対し、本実施形態では、ストッパ70のテーパ面70eは、弁体50の当接面53bと同じ材料によって形成させるという構成を採用している。このことによれば、テーパ面70e及び当接面53bの硬度をほぼ同じにすることができる。したがって、ストッパ70と弁体50とが当接する際の変形の発生を抑制することができる。また、同じ硬度であれば異種材料の組み合わせでも良い。

【0100】

しかし、テーパ面70eと当接面53bとが同じ材料で形成されていると、当接を繰り返すことにより、これらの面75、53b同士が焼き付きを起こすおそれがある。この問題に対し、本実施形態では、これらの面75、53bのいずれかには、その表面にDLCやポリテトラフルオロエチレン等の被覆層72が設けられている。このことによれば、ストッパ70と弁体50との焼き付きの発生を抑制することができる。

20

【0101】

一般的にゴムは、特に、金属材料と比べ寸法精度を高めるのが困難な材料として知られている。先にも述べたように、本実施形態では、ノズル部材60及びストッパ70の相対位置を調整することにより弾性部56の潰れ代を調整している。このことによれば、弾性部56の潰れ代調整の際に、弾性部56の寸法精度の高精度化を必要としない。よって、弾性部56としてゴムを使用することができる。

【0102】

さらに、本実施形態では、弾性部56を構成するゴムとしてフッ素系ゴムを使用している。フッ素系ゴムは、極低温（例えば-30～-40）においても、弾力を発揮する材料として知られており、特に燃料としてガス燃料を使用する場合に適した材料である。

30

【0103】

本実施形態では、燃料噴射弁100によって取り扱う燃料はガス燃料となっている。燃料としてガス燃料を利用した場合、気密性を確保することが重要である。本実施形態では、シート部56aを弾性部材によって形成しているため、燃料噴射弁100の閉弁時の気密性を確保することが容易にでき、ガス燃料の使用に特に適している。

【0104】

なお、本実施形態において、ハウジング10が請求項に記載の「本体」に相当し、燃料通路60aが請求項に記載の「噴孔に通じる燃料通路」に相当し、ノズル部材60が請求項に記載の「通路形成部」に相当し、弁本体部51が請求項に記載の「弁部材」に相当し、弾性部56が請求項に記載の「弾性部材」に相当し、ストッパ70が請求項に記載の「移動規制部」に相当する。

40

【0105】

また、本実施形態において、ストッパ設置工程から挿入量調整工程までが請求項に記載の「調整工程」に相当し、ノズル部材固定工程が請求項に記載の「相対位置固定工程」に相当する。さらに、ストッパ設置工程が請求項に記載の「設置工程」に相当し、挿入量調整工程が請求項に記載の「挿入工程」に相当する。

【0106】

（第2実施形態）

50

第1実施形態では、ストップ70をハウジング10とは異なる部材とし、レーザ溶接等によりハウジング10にストップ70を結合して、固定させる構成を採用していたが、図7に示す第2実施形態の燃料噴射弁200のように、切削又は鋳造によってハウジング10にストップ70を形成するようにしても良い。このようにしても、ノズル部材60はストップ70と異なる部材よりなっているため、ノズル部材60とストップ70との相対位置を調整することにより、弾性部56の潰れ代を調整することができる。また、この第2実施形態においても、先の第1実施形態と他の構成は同様の構成が採用されているので、第1実施形態のものと同様の作用効果を得ることができる。

【0107】

(第3実施形態)

第1、第2実施形態では、ノズル部材60の径方向外周側を全周に亘ってレーザ溶接することによって、ノズル部材60をハウジング10に結合して、固定していた。図8に示す第3実施形態における燃料噴射弁300では、ノズル部材60は、全周に亘ってレーザ溶接等が施されるのではなく、周方向に数カ所の溶接(スポット溶接)によってハウジング10に結合され、固定される。しかし、これでは、隣合う溶接部分の間においてノズル部材60とハウジング10との間に隙間が生じ、その隙間から燃料が漏れるおそれがある。本実施形態では、ノズル部材60の径方向外周面にリング61を設けている。このリング61によれば、スポット溶接によってノズル部材60をハウジング10に結合して、固定するような場合であっても、ハウジング10とノズル部材60とのシール性を確保することができる。また、スポット溶接に代わり圧入やかしめでも良い。なお、本実施形態のストップ70は、ハウジング10と一体となっているが、第1実施形態のようにストップ70とハウジング10とを別部材としても良い。

【0108】

(第4実施形態)

第1～第3実施形態では、弾性部56が弁体50に設けられ、弾性部56にシート部56aが形成されていたが、図9に示す第4実施形態における燃料噴射弁400では、弾性部156がノズル部材160のノズル本体部161に取り付けられている。

【0109】

以下、第1実施形態と構成が異なるノズル部材160及び弁体150について詳細に説明する。ノズル部材160は、マルテンサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されているノズル本体部161及びフッ素系ゴム等の弾性部材によって円盤状に形成されている弾性部156から構成されている。

【0110】

ノズル本体部161は、径方向中央部を軸方向に貫通する燃料通路161aを形成している。また、燃料通路161aにおいて弁体150とは反対側の端部は、燃料が噴射される噴孔161bとなっている。ノズル本体部161は、レーザ溶接等により第1磁性部11における小径部11aの開口部11cに結合され、固定されている。

【0111】

弾性部156は、ノズル本体部161において弁体150側の端面に取り付けられている。弾性部156において径方向中央部には、軸方向に貫通する貫通孔156bが形成されている。貫通孔156bと燃料通路161aとは同軸上に配置されている。弾性部156において弁体150側の表面には、貫通孔156bを囲むような弁座部156aが形成されている。

【0112】

また、弾性部156は、ノズル本体部161との固定強度を高めるアンカー部156fを有する。アンカー部156fは、ノズル本体部161に形成され、弁体150の往復移動方向に対して交差する方向に凹む溝部に食い込むようにして配置されている。これにより、ノズル本体部161との固定強度が増す。特に、弁体150の往復移動方向に対する固定強度が増す。

【0113】

10

20

30

40

50

弁体 150 は、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって棒状に形成されており、第 1 磁性部 11 の内周側に同軸上に収容されている。弁体 150 は、連結部 155、四角柱部 153、及び円柱部 154 を有する。

【0114】

連結部 155 は、第 1 実施形態の連結部 55 と同様の形状及び機能を有するものであり、可動コア 40 に連結される。連結部 155 は、第 1 実施形態と同様の燃料通路 155 a を形成している。

【0115】

四角柱部 153 は、連結部 155 よりもノズル部材 160 側に配置されている。四角柱部 153 は、第 1 実施形態と同様の形状となっており、側面において角部にストッパ 70 の内周壁面に案内される案内部 153 a が形成されている。また、四角柱部 153 のノズル部材 160 側の底面における角部には、弁体 150 がノズル部材 160 側に移動すると、ストッパ 70 のテーパ面 70 e と当接する当接面 153 b が形成されている。なお、当接面 153 b 及びテーパ面 70 e のそれぞれの傾斜角度は第 1 実施形態と同様の角度となっている。

【0116】

円柱部 154 において断面形状及び直径は、第 1 実施形態と同様の形状及び直径となっている。本実施形態における円柱部 154 のノズル部材 160 側の端部には、弁座部 156 a と離着座可能なシート部 154 a が形成されている。

【0117】

また、円柱部 154 のノズル部材 160 と対向する面には、当該面の外周側においてノズル部材 160 側に突出する環状のシート部 154 a が形成されるとともに、当該シート部 154 a の内周側にノズル部材 160 とは反対側に凹む凹部 154 b が形成されている。凹部 154 b の底面 154 c の周縁に形成される内周面 154 d における径は、弾性部 156 における貫通孔 156 b の開口部 156 c の径よりも大きい。内周面 154 d の径は、円柱部 154 の外径の範囲で設定することができる。シート部 154 a は、円柱部 154 のノズル部材 160 と対向する面において、凹部 154 b の外周側に形成される。また、内周面 154 d のノズル部材 160 側の角部 154 e は、開口部 156 c の外周側を囲むように当接可能となる。即ち、シート部 154 a が開口部 156 c の外周側を囲むように当接可能となっている。これにより、燃料通路 161 a が閉塞される。さらに、凹部 154 b の内周面 154 d は、凹部 154 b の径方向中央部に向かうに従い、凹部 154 b の深さが徐々に深くなるように傾斜している。

【0118】

この実施形態においても、第 1 実施形態と同様に、開弁時において、シート部 154 a と弁座部 156 a との間に形成される開口面積 S_1 が、燃料通路 161 a の通路面積 S_2 以上となるような、シート径 D 、ストローク L 、通路面積 S_2 とされている。また、本実施形態でも、開口面積 S_1 を通路面積 S_2 の 1.4 倍以上とするのが好ましい。

【0119】

以上のように構成されたノズル部材 160 及び弁体 150 によっても、弁体 150 の当接面 153 b がストッパ 70 のテーパ面 70 e に当接することにより、弁体 150 のノズル部材 160 側への移動が規制されるので、ノズル部材 160 に設けられた弾性部 156 の潰れ代を所定の値にすることができる。

【0120】

次に、弾性部 156 の潰れ代の調整について説明する。距離計測工程において、ストッパ 70 のテーパ面 70 e に、弁体 150 の当接面 153 b を当接させた状態で、基準位置としての第 1 磁性部 11 の開口部 11 c から弁体 150 のシート部 154 a までの距離を計測する。次に、挿入量算出工程において、距離計測工程での計測結果に、予め定められた弾性部 156 の潰れ代（所定の値）分を加えたものをノズル部材 160 の挿入量として算出する。その後、ノズル本体部 161 を開口部 11 c に算出した挿入量分だけ挿入し、ノズル本体部 161 をレーザ溶接等により第 1 磁性部 11 に結合し、固定する。なお、こ

10

20

30

40

50

の実施形態においても、第1実施形態と同様に、レーザ溶接等による第1磁性部11及びノズル本体部161の熱ひずみの発生を加味して挿入量を算出すると良い。また、第1実施形態でも説明したように、ノズル部材160の第1磁性部11への固定は、圧入やかしめによって固定しても良い。

【0121】

なお、本実施形態のストッパ70は、ハウジング10と一体となっているが、第1実施形態のストッパ70とハウジング10とを別部材としても良い。さらに、本実施形態においてノズル部材160の結合方法として、第3実施形態のように、ノズル部材160をスポット溶接によりハウジング10に結合させ、固定させても良い。この場合、ノズル本体部161の径方向外周面にリング61を設けると良い。これにより、ノズル本体部161とハウジング10とのシール性を確保することができる。

10

【0122】

特に、本実施形態では、円柱部154は、円柱部154のノズル部材160と対向する面の外周側において、ノズル部材160側に突出するシート部154aを有している。また、このシート部154aは、貫通孔156bの開口部156cの外周側を囲むように当接することにより、燃料通路161aを閉塞する。以上の構成によれば、シート径Dを開口部156cの径よりも大きく設定することができる。なお、円柱部154のノズル部材160と対向する面が平坦となっている場合では、シート径は、貫通孔156bの径とほぼ同じとなる。シート径Dを開口部156cの径よりも大きくできることによれば、円柱部154においてシート径Dとなる部分、即ちシート部154aの内周側の部分で形成される開口面積S1をより大きくすることができる。これにより、円柱部154のノズル部材160と対向する面が平坦の場合に比べ燃料通路161aへの燃料の流入量をより多くすることができ、噴射圧力の低下を抑制することができる。

20

【0123】

なお、開口面積S1を通路面積S2の1倍以上に設定することによれば、両要素154a、156a間の隙間から流入した燃料を噴孔161bから排出することができる。さらに、開口面積S1を通路面積S2の1.4倍以上とすることによれば、両要素154a、156a間の隙間を介して燃料通路161a内に流入する燃料の量を多くできるので、燃料が燃料通路161aから排出され、燃料通路161a内の圧力が低下するのを抑制できる。その結果、噴孔161bから排出される燃料の圧力、即ち噴射圧力を極力燃料噴射弁400に流入する燃料圧力に近づけることができる。

30

【0124】

なお、本実施形態において、ハウジング10が請求項に記載の「本体」に相当し、燃料通路161aが請求項に記載の「噴孔に通じる燃料通路」に相当し、ノズル本体部161が請求項に記載の「通路形成部」に相当し、弁体150が請求項に記載の「弁部材」に相当し、弾性部156が請求項に記載の「弾性部材」に相当し、ストッパ70が請求項に記載の「移動規制部」に相当する。

【0125】

(第5実施形態)

先に説明した第1～第4実施形態による燃料噴射弁100、200、300、400の弁の形態が所謂内開弁なのに対し、図10示す第5実施形態による燃料噴射弁500の弁の形態は所謂外開弁となっている。燃料噴射弁500は、ハウジング510、入口部材520、固定コア530、可動コア540、弁体550、通路形成部材560、ストッパ570、及び駆動装置590等を備えている。

40

【0126】

ハウジング510は、全体として筒状に形成されており、軸方向の一端部側から他端部側に向かって順に第1磁性部511、非磁性部512、及び第2磁性部513を有している。磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼からなる第1、第2磁性部511、513と、非磁性体として機能するオーステナイト系ステンレス鋼からなる非磁性部512とは、レーザ溶接等により結合されている。

50

【 0 1 2 7 】

第1磁性部511は、非磁性部512と結合される大径部511dと、大径部511dよりも外径が小さい小径部511aとを有している。小径部511aにおいて非磁性部512とは反対側の端部、即ちハウジング510内での燃料流れにおいて下流側の端部に形成されている開口部511cには、ストッパ570が設けられている。また、ハウジング510の軸方向において一方の端部と他方の端部との間には、通路形成部材560が設けられている。さらに、第2磁性部513において非磁性部512とは反対側の端部513aには、入口部材520が設けられている。

【 0 1 2 8 】

入口部材520は、円筒状に形成されており、燃料ポンプから燃料配管を通じて供給される燃料が燃料噴射弁500に流入されるように、流入口520aを径方向中央部に形成している。入口部材520は、レーザ溶接等により第2磁性部513の端部513aに結合され、固定されている。

10

【 0 1 2 9 】

固定コア530は、磁性材として機能するフェライト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されており、非磁性部512及び第2磁性部513の内周壁に同軸上に固定されている。固定コア530には、その径方向中央部を軸方向に貫通する貫通孔530aが形成されている。

【 0 1 3 0 】

可動コア540は、磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されており、ハウジング510の内周側に同軸上に収容されて、固定コア530及び入口部材520間に位置している。

20

【 0 1 3 1 】

可動コア540は、外周壁に第2磁性部513及び非磁性部512の各内周壁に案内される案内部541aを形成している。ここまでの構成によれば、可動コア540は、案内部541aが第2磁性部513及び非磁性部512の各内周壁に案内されることで、軸方向に沿って往復移動が可能となる。また、可動コア540には、その径方向中央部を軸方向に貫通する貫通孔541bが形成されている。貫通孔541bには、後に説明する弁体550の連結部552が圧入固定されている。

【 0 1 3 2 】

弁体550は、全体として棒状に形成されており、ハウジング510の内周側に同軸上に収容されている。弁体550は、軸方向に沿う往復移動によって、後に説明する通路形成部材560に形成されている燃料通路560aを開閉し、噴孔570bから燃焼室への燃料噴射を断続する。

30

【 0 1 3 3 】

図10、及び図11に示すように、弁体550は、可動コア540と連結される弁本体部551を有している。弁本体部551は、非磁性材として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって棒状に形成されている。弁本体部551は、可動コア540と連結される棒状の連結部552と、連結部552よりも噴孔570b側に位置し、後に説明する弾性部556が取り付けられる小径部553と、小径部553よりもさらに噴孔570b側に位置し、小径部553よりも径が大きい大径部554とを有している。

40

【 0 1 3 4 】

連結部552において入口部材520側の一方の端部は、可動コア540の貫通孔541b内に配置され、可動コア540に固定されている。また、連結部552の他方の端部は、固定コア530の貫通孔530a及び通路形成部材560の燃料通路560aを貫き、当該通路形成部材560において噴孔570b側に配置されている。また、連結部552は、入口部材520及び可動コア540間の空間と、連結部552の外周側であって固定コア530及び通路形成部材560間の空間を連通する燃料通路552aを有している。これにより、入口部材520から燃料通路552aに流入した燃料は、連結部552の外周側であって固定コア530及び通路形成部材560間の空間に排出される。

50

【0135】

小径部553は、外径が連結部552よりも大きく、連結部552の噴孔570b側に配置されている。また、小径部553の外径は、ストッパ570の内周壁の内径よりも小さく、小径部553が、ストッパ570の内周側に配置された状態において、小径部553の外周壁とストッパ570の内周壁との間に燃料が通過可能な隙間が形成されている。小径部553は、連結部552側の端部に、円環状の段差部553aを形成しており、その段差部553aに円環状の弾性部556が取り付けられている。弾性部556は、接着剤等により段差部553aに取り付けられている。また、第1実施形態のようにインサート成形によって小径部553に弾性部556を取り付けるようにしても良い。

【0136】

大径部554は、外径が小径部553よりも大きく、小径部553の噴孔570b側に配置されている。大径部554は、噴孔570bに向かうに従い徐々に拡径する当接面554aを有する。当接面554aは、テーパ面570aと当接することにより、弁体550の入口部材520側への移動、即ち、弁体550の閉塞方向への移動を規制する。また、大径部554の外径は、当接面554aがテーパ面570aから離れる方向に弁体550が移動したときに、当接面554aとテーパ面570aとの間を通過した燃料が噴孔570bに導かれるように設定されている。

【0137】

弾性部556は、通路形成部材560への離着座により弾性変形可能な弾性部材からなっており、通路形成部材560と対向する位置にシート部556aを形成する。本実施形態では、弾性部556は、耐低温性、耐油性に優れるフッ素系ゴムよりなっている。ここまでの構成によれば、可動コア540の軸方向往復移動に伴い、弁体550も可動コア540と一体となって軸方向に沿って移動する。また、弾性部556はストッパ570よりも燃料流れにおいて上流側に配置されている。

【0138】

また、弁体550の連結部552において、固定コア530及び通路形成部材560間の部分の外周側には、コイルスプリングからなる付勢部材としてのスプリング580が配置されている。スプリング580は、連結部552と同軸上に配置されており、その一方の端部は、連結部552に固定された座部材555に支持されており、他方の端部は、第1磁性部511の大径部511d及び小径部511a間に形成されている段差部511eに支持されている。スプリング580は、固定コア530方向への付勢力が常に弁体550に付与されるようにして座部材555及び段差部551e間に配置されている。

【0139】

また、弁体550の当接面554aには、DLC（ダイヤモンドライクカーボン：diamond-like carbon）、又はポリテトラフルオロエチレン（登録商標：テフロン）等の被覆層571が設けられている。なお、被覆層571はストッパ570のテーパ面570aに設けても良いし、弁体550の当接面554aとストッパ570のテーパ面570aの両方に設けても良い。本実施形態では、被覆層571を当接面554aに設けているので、当接面554aとテーパ面570aとの両方に設ける場合よりも製造コストを下げることができる。また、被覆層571を弁体550の外周面に被覆することによって、ストッパ570の内周面に被覆する場合よりも被覆層571の被覆が容易にできる。

【0140】

通路形成部材560は、図10、及び図11に示すように、ストッパ570が形成されているハウジング510とは異なる部材よりなっており、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されている。通路形成部材560は、径方向中央部を軸方向に貫通する燃料通路560aを形成している。燃料通路560aは、弁体550の連結部552の一部を収容しており、その径は、連結部552の径よりも大きくなっている。これにより、連結部552の燃料通路560aから排出された燃料が燃料通路560aの内壁と連結部552の外壁との間の隙間を通ることが可能となる。また、本実施形態では、通路形成部材560は、ハウジング510とは異なる部材により形成さ

10

20

30

40

50

れている。通路形成部材560は、第1磁性部511の開口部511cから挿入されることにより、第1磁性部511に設けられている。また、通路形成部材560は、可動コア540側の端面560cを小径部511aの内周壁に形成されている段差部511bに突き当たった状態で、ハウジング510に対して位置決めされている。通路形成部材560は、ハウジング510に位置決めされた状態で、レーザ溶接等により小径部511aに結合され、固定されている。通路形成部材560の噴孔570b側の端面において燃料通路560aの開口部の周縁部には、シート部556aが離着座可能な弁座部560bが形成されている。

【0141】

シート部556aは、弁座部560bに着座させる閉塞作動により、燃料通路560aを閉塞する。これにより、噴孔570bへの燃料の流通が停止する。このとき、弾性部556は、弁体550の移動量に応じて弾性変形する。また、このとき、弁体550の当接面554aは、ストッパ570のテーパ面570aに当接している。一方、シート部556aは、弁座部560bから離座させる開放作動により、燃料通路560aを開放する。このとき、弁体550の当接面554aは、ストッパ570のテーパ面570aから離れている。このため、燃料通路560aから排出された燃料は、当接面554aとテーパ面570aとの間の隙間を通ることが可能となるので、テーパ面570aよりもさらに先端側に形成されている噴孔570bへの燃料の流通が許容される。

10

【0142】

ストッパ570は、図10、及び図11に示すように、非磁性体として機能するマルチサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されている。また、本実施形態では、ストッパ570は、ハウジング510とは異なる部材によって形成されている。ストッパ570は、第1磁性部511の小径部511aから挿入され、レーザ溶接等により開口部511cに結合され、固定されている。

20

【0143】

ストッパ570は、その内周壁に先端に向けて内径が徐々に大きくなるようなテーパ面570aを形成している。テーパ面570aは、当接面554aと当接することにより、弁体550の閉塞方向への移動を規制する。また、テーパ面570aは、弁体550の移動方向に沿った方向において、弾性部556が通路形成部材560の弁座部560bに着座して弾性変形し、弾性部556の潰れ代が所定の値となる位置に設けられている。ここで、所定の値とは、弾性部556の圧縮永久歪みによる破損を防止しつつ、弁体550のストローク変化を抑えられる値に設定される。ここで、所定の値とは、圧縮による弾性材56の損傷を防止しつつ、弾性部556の圧縮永久歪や幾何公差による傾きが発生した場合でも燃料通路560aを閉塞できる値に設定される。例えば、所定の値は、弾性部556の圧縮率が8%から35%の範囲内のうち、弾性部556の圧縮永久歪や幾何公差による傾きが発生した場合でもシールができる最小の値に設定すると良い。

30

【0144】

駆動装置590は、図10に示すように、電磁コイル591、ヨーク592、及びコネクタ593等から構成されている。電磁コイル591は、樹脂製のボビンに金属線材を巻回してなる。電磁コイル591は、ハウジング510の径方向外周側に、同軸上に配置されている。コネクタ593は、外部の制御回路と電磁コイル591との間を電気接続するターミナル593aを有しており、当該制御回路によって電磁コイル591への通電が制御されるようになっている。

40

【0145】

ヨーク592は、磁性体として機能するフェライト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されており、電磁コイル591及びハウジング10の径方向外周側に配置されて当該電磁コイル591を覆っている。また、ヨーク592は、軸方向両端部に小径部を形成しており、それぞれの小径部が、第1磁性部11の大径部511d及び第2磁性部513とレーザ溶接等により結合されている。

50

【 0 1 4 6 】

ターミナル 5 9 3 a を介して電磁コイル 5 9 1 への電力供給により、電磁コイル 5 9 1 が通電によって励磁すると、ヨーク 5 9 2、第 1 磁性部 5 1 1、固定コア 5 3 0、可動コア 5 4 0、及び第 2 磁性部 5 1 3 が共同して形成される磁気回路に、磁束が流れる。その結果、互いに対向配置されている可動コア 5 4 0 と固定コア 5 3 0 との間に、可動コア 5 4 0 を固定コア 5 3 0 側に吸引して駆動する「磁力」としての磁気吸引力が発生する。一方、通電の停止によって電磁コイル 5 9 1 が消磁すると、磁気回路に磁束が流れなくなるので、可動コア 5 4 0 と固定コア 5 3 0 との間において磁気吸引力が消失する。

【 0 1 4 7 】

以下、燃料噴射弁 5 0 0 の作動について詳細に説明する。燃料噴射弁 5 0 0 において、電磁コイル 5 9 1 への通電が停止している図 1 0 に示す状態では、可動コア 5 4 0 に作用する磁気吸引力が消失しているため、スプリング 5 8 0 の付勢力によって、弁体 5 5 0 の当接面 5 5 4 a がストッパ 5 7 0 のテーパ面 5 7 0 a に押し付けられる。このとき、弾性部 5 5 6 のシート部 5 5 6 a は、弁座部 5 6 0 b に着座するため噴孔 5 7 0 b が閉ざされる。したがって、流入口 5 2 0 a から流入し、燃料通路 5 5 2 a、固定コア 5 3 0 及び通路形成部材 5 6 0 間の空間を介して燃料通路 5 6 0 a に至った燃料は、噴孔 5 7 0 b から噴射されない。

10

【 0 1 4 8 】

次に、図 1 0 に示す状態で、電磁コイル 5 9 1 が通電され、可動コア 5 4 0 に磁気吸引力が作用し、その磁気吸引力がスプリング 5 8 0 の付勢力よりも大きくなると、可動コア 5 4 0 は、固定コア 5 3 0 に向かって移動し始める。可動コア 5 4 0 の移動量が弾性部 5 5 6 の潰れ代を超えると、シート部 5 5 6 a が弁座部 5 6 0 b から離座する。これとともに弁体 5 5 0 の当接面 5 5 4 a もテーパ面 5 7 0 a から離れる。これにより、燃料通路 5 6 0 a まで来ていた燃料は、シート部 5 5 6 a 及び弁座部 5 6 0 b 間の隙間を介して、当接面 5 5 4 a 及びテーパ面 5 7 0 a 間の隙間に至り、その後、噴孔 5 7 0 b から噴射される。可動コア 5 4 0 は、当該可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に当接するまで移動する。なお、シート部 5 5 6 a が弁座部 5 6 0 b から離座して、可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に当接するまでの弁体 5 5 0 の移動距離がストロークとなる。

20

【 0 1 4 9 】

そして、再び、電磁コイル 5 9 1 への通電が停止されると、可動コア 5 4 0 に作用していた磁気吸引力が消失する。このため、可動コア 5 4 0 に作用する力としては、スプリング 5 8 0 の付勢力のみとなるので、可動コア 5 4 0 は、入口部材 5 2 0 に向かって移動し始める。可動コア 5 4 0 の移動により、最初にシート部 5 5 6 a が弁座部 5 6 0 b に着座する。シート部 5 5 6 a の弁座部 5 6 0 b への着座により、燃料通路 5 6 0 a から噴孔 5 7 0 b への燃料の排出が停止するので、噴孔 5 7 0 b からの燃料噴射が停止する。シート部 5 5 6 a が弁座部 5 6 0 b に着座した後でも、弾性部 5 5 6 の弾性変形を伴いながら弁体 5 5 0 は、入口部材 5 2 0 に向かって引き続き移動する。そして、弁体 5 5 0 の当接面 5 5 4 a が、ストッパ 5 7 0 のテーパ面 5 7 0 a に当接すると、弁体 5 5 0 の入口部材 5 2 0 側への移動が停止する。このとき、弾性部 5 5 6 の潰れ代は、所定の値となる。

30

【 0 1 5 0 】

以下、燃料噴射弁 5 0 0 の製造方法について説明する。

40

【 0 1 5 1 】

(通路形成部材設置工程)

レーザ溶接によって第 1 磁性部 5 1 1、非磁性部 5 1 2 及び第 2 磁性部 5 1 3 を結合して形成したハウジング 5 1 0 のうち第 1 磁性部 5 1 1 の開口部 5 1 1 c から通路形成部材 5 6 0 を挿入する。通路形成部材 5 6 0 は、当該通路形成部材 5 6 0 の端面 5 6 0 c が第 1 磁性部 5 1 1 の段差部 5 1 1 b に当接するまで挿入される。その後、レーザ溶接等により通路形成部材 5 6 0 をハウジング 5 1 0 に固定する。これにより、通路形成部材 5 6 0 は、ハウジング 5 1 0 の軸方向における一方の端部と他方の端部との間に設けられることとなる。

50

【 0 1 5 2 】

(弁体形成工程)

弁本体部 5 5 1 の段差部 5 5 3 a に弾性部 5 5 6 をインサート成形により取り付ける。

【 0 1 5 3 】

(距離計測工程)

第 1 磁性部 5 1 1 の開口部 5 1 1 c を基準位置とし、この基準位置から通路形成部材 5 6 0 の弁座部 5 6 0 b までの距離を計測する。

【 0 1 5 4 】

(挿入量算出工程)

距離計測工程での計測結果、予め計測されているストッパ 5 7 0 の各部寸法、特に、ストッパ 5 7 0 の軸方向端面からテーパ面 5 7 0 a において、弁体 5 5 0 の当接面 5 5 4 a と当接する位置までの距離、及び予め定められた弾性部 5 5 6 の潰れ代 (所定の値) に基づいて、ストッパ 5 7 0 の第 1 磁性部 5 1 1 への挿入量を算出する。本実施形態では、レーザ溶接によりストッパ 5 7 0 をハウジング 5 1 0 に結合し、固定しているので、レーザ溶接によりストッパ 5 7 0 及びハウジング 5 1 0 に発生する熱ひずみを加味して挿入量を算出する。

10

【 0 1 5 5 】

(挿入量調整工程)

挿入量算出工程で算出した挿入量分だけストッパ 5 7 0 を第 1 磁性部 5 1 1 の開口部 5 1 1 c から挿入し、弾性部 5 5 6 の潰れ代を所定の値に調整する。

20

【 0 1 5 6 】

(ストッパ固定工程)

ストッパ 5 7 0 をレーザ溶接により第 1 磁性部 5 1 1 に結合し、固定する。これにより、通路形成部材 5 6 0 とストッパ 5 7 0 との弁体 5 5 0 の移動方向に沿った方向の相対位置関係が固定され、当接面 5 5 4 a がテーパ面 5 7 0 a に当接し、弾性部 5 5 6 のシート部 5 5 6 a が弁座部 5 6 0 b に着座したときの弾性部 5 5 6 の潰れ代を所定の値にすることができる。なお、本実施形態では、第 1 磁性部 5 1 1 とストッパ 5 7 0 との溶接箇所は、全周に亘っている。この溶接により、第 1 磁性部 5 1 1 とストッパ 5 7 0 とのシールを確実なものとすることができる。

30

【 0 1 5 7 】

(スプリング、固定コア、及び可動コア設置工程)

スプリング 5 8 0 を第 2 磁性部 5 1 3 側から挿入する。その後、弁体 5 5 0 を第 1 磁性部 5 1 1 側から挿入する。さらに、座部材 5 5 5 を第 2 磁性部 5 1 3 側から挿入して、弁体 5 5 0 の連結部 5 5 2 に固定する。その後、固定コア 5 3 0 を第 2 磁性部 5 1 3 側から挿入して、所定の位置に固定する。そして、可動コア 5 4 0 を第 2 磁性部 5 1 3 側から挿入して、連結部 5 5 2 に固定する。

【 0 1 5 8 】

(入口部材、及び駆動装置取付工程)

入口部材 5 2 0 を第 2 磁性部 5 1 3 に取り付け、レーザ溶接等で両者を結合し、固定する。そして、電磁コイル 5 9 1、コネクタ 5 9 3 及びヨーク 5 9 2 からなる駆動装置 5 9 0 をハウジング 5 1 0 の外周側に嵌め込み、その後、ヨーク 5 9 2 をレーザ溶接等によりハウジング 5 1 0 に結合し、固定する。

40

【 0 1 5 9 】

以上説明した構成を採用した燃料噴射弁 5 0 0 によっても、第 1 実施形態と同様に、通路形成部材 5 6 0 及びストッパ 5 7 0 を異なる部材により構成している。この構成よれば、本実施形態においても、弾性部 5 5 6 等の部品の寸法の精度を必要以上に高めることなく、弾性部 5 5 6 の潰れ代を容易に所定の値に調整することができ、製造コストの上昇を抑えつつ、燃料噴射量を安定させるという作用効果を得ることができる。また、弾性部 5 5 6 は、ストッパ 5 7 0 よりも燃料流れの上流側に配置されているので、例えば燃料噴射弁 5 0 0 を直噴用として用いた場合、燃焼室から弾性部 5 5 6 を極力遠ざけることができ

50

る。これによれば、燃焼室内の高温の燃焼ガスの熱の影響を少なくすることができ、弾性部 5 5 6 の熱によるダメージ（例えば、溶損）を抑制することができる。

【 0 1 6 0 】

また、本実施形態では、通路形成部材 5 6 0 がハウジング 5 1 0 の軸方向において一方の端部と他方の端部との間に設けられ、その後、ハウジング 5 1 0 と異なる部材よりなるストッパ 5 7 0 が、第 1 磁性部 5 1 1 の開口部 5 1 1 c から挿入される。そして、その挿入量が調整され、弾性部 5 5 6 の潰れ代が調整された後、ストッパ 5 7 0 は、開口部 5 1 1 c に固定される。

【 0 1 6 1 】

これによれば、開口部 5 1 1 c に固定されるストッパ 5 7 0 のハウジング 5 1 0 への挿入量を調整することで、弾性部 5 5 6 の潰れ代の調整を行うようにしているので、ハウジング 5 1 0 の一方の端部と他方の端部との間に設けられる通路形成部材 5 6 0 の位置を調整するものに比べ、潰れ代の調整作業が容易となる。

【 0 1 6 2 】

また、本実施形態では、挿入量調整工程によって通路形成部材 5 6 0 とストッパ 5 7 0 との弁体 5 5 0 の往復移動方向に沿った方向の相対位置を調整した後、ストッパ固定工程にてハウジング 5 1 0 にストッパ 5 7 0 を溶接して固定している。これによれば、通路形成部材 5 6 0 とストッパ 5 7 0 との相対位置を調整後の位置に強固に固定することができる。

【 0 1 6 3 】

また、本実施形態では、溶接固定によりストッパ 5 7 0 をハウジング 5 1 0 に固定しているが、挿入量調整工程とストッパ固定工程の両工程を一度に行うようにしても良い。例えば、ハウジング 5 1 0 にストッパ 5 7 0 を圧入して固定するにすれば、両工程を一度に行うことができる。また、ストッパ 5 7 0 の固定方法として、ストッパ 5 7 0 をハウジング 5 1 0 に対してかしめ固定を採用しても良い。

【 0 1 6 4 】

本実施形態では、ストッパ 5 7 0 がハウジング 5 1 0 と異なる部材よりなっているだけでなく、通路形成部材 5 6 0 もハウジング 5 1 0 と異なる部材よりなっている。ここで、ストッパ 5 7 0 及び通路形成部材 5 6 0 が、それぞれハウジング 5 1 0 とは異なる部材よりなっていると、弾性部 5 5 6 の潰れ代を調整するために行うストッパ 5 7 0 及び通路形成部材 5 6 0 の相対位置の調整が、複雑となるおそれがある。本実施形態では、ハウジング 5 1 0 の第 1 磁性部 5 1 1 に形成した段差部 5 1 1 b に、通路形成部材 5 6 0 の端面 5 6 0 c を突き当てることにより、ハウジング 5 1 0 に対する通路形成部材 5 6 0 の位置を決定している。これによれば、ストッパ 5 7 0 及び通路形成部材 5 6 0 の相対位置の調整を、ストッパ 5 7 0 だけを移動させることにより行える。したがって、燃料噴射弁 5 0 0 の製造が容易となる。

【 0 1 6 5 】

ここで、ストッパ 5 7 0 は、弁体 5 5 0 に対して当接する部位であるため、例えば、弁体 5 5 0 との当接による衝撃に耐えうるような材料をストッパ 5 7 0 に使用する材料として選定するのが好ましい。本実施形態によれば、ストッパ 5 7 0 は、ハウジング 5 1 0 とは異なる部材によりなっているため、ストッパ 5 7 0 に使用する材料を、ハウジング 5 1 0 に使用する材料に制約されることなく選定することができる。

【 0 1 6 6 】

ここで、弁体 5 5 0 が弁座部 5 6 0 b に着座する度にストッパ 5 7 0 のテーパ面 5 7 0 a は弁体 5 5 0 の当接面 5 5 4 a と当接する。例えば、テーパ面 5 7 0 a が当接面 5 5 4 a と異なる材料によって形成されていると、両者が当接を繰り返すと、硬度の低い方が変形するおそれがある。これでは、長期間にわたり弁体 5 5 0 のストロークを安定させることができないおそれがある。

【 0 1 6 7 】

この問題に対し、本実施形態では、ストッパ 5 7 0 のテーパ面 5 7 0 a は、弁体 5 5 0

10

20

30

40

50

の当接面 5 5 4 a と同じ材料によって形成させるという構成を採用している。このことによれば、テーパ面 5 7 0 a 及び当接面 5 5 4 a の硬度をほぼ同じにすることができる。したがって、ストッパ 5 7 0 と弁体 5 5 0 とが当接する際の変形の発生を抑制することができる。

【 0 1 6 8 】

しかし、テーパ面 5 7 0 a と当接面 5 5 4 a とが同じ材料で形成されていると、当接を繰り返すことにより、これらの面 5 7 0 a、5 5 4 a 同士が焼き付きを起こすおそれがある。この問題に対し、本実施形態では、これらの面 5 7 0 a、5 5 4 a のいずれかには、その表面に DLC やポリテトラフルオロエチレン等の被覆層 5 7 1 が設けられている。このことによれば、ストッパ 5 7 0 と弁体 5 5 0 との焼き付きの発生を抑制することができる。

10

【 0 1 6 9 】

一般的にゴムは、特に、金属材料と比べ寸法精度を高めるのが困難な材料として知られている。先にも述べたように、本実施形態では、ストッパ 5 7 0 及び通路形成部材 5 6 0 の相対位置を調整することにより弾性部 5 5 6 の潰れ代を調整している。このことによれば、弾性部 5 5 6 の潰れ代調整の際に、弾性部 5 5 6 の寸法精度の高精度化を必要としない。よって、弾性部 5 5 6 としてゴムを使用することができる。

【 0 1 7 0 】

さらに、本実施形態では、弾性部 5 5 6 を構成するゴムとしてフッ素系ゴムを使用している。フッ素系ゴムは、極低温（例えば - 3 0 ~ - 4 0 ）においても、弾力を発揮する材料として知られており、特に燃料としてガス燃料を使用する場合に適した材料である。

20

【 0 1 7 1 】

本実施形態では、燃料噴射弁 5 0 0 によって取り扱う燃料はガス燃料となっている。燃料としてガス燃料を利用すると、燃料噴射弁 5 0 0 内で気化することがあるので、気密性を確保することが重要である。本実施形態では、シート部 5 5 6 a を弾性部材によって形成しているので、燃料噴射弁 5 0 0 の閉弁時の気密性を確保することが容易にでき、ガス燃料の使用に特に適している。

【 0 1 7 2 】

なお、本実施形態において、ハウジング 5 1 0 が請求項に記載の「本体」に相当し、燃料通路 5 6 0 a が請求項に記載の「噴孔に通じる燃料通路」に相当し、通路形成部材 5 6 0 が請求項に記載の「通路形成部」に相当し、弁本体部 5 5 1 が請求項に記載の「弁部材」に相当し、弾性部 5 5 6 が請求項に記載の「弾性部材」に相当し、ストッパ 5 7 0 が請求項に記載の「移動規制部」に相当する。

30

【 0 1 7 3 】

また、本実施形態において、通路形成部材設置工程から挿入量調整工程までが請求項に記載の「調整工程」に相当し、ストッパ固定工程が請求項に記載の「相対位置固定工程」に相当する。さらに、通路形成部材設置工程が請求項に記載の「設置工程」に相当し、挿入量調整工程が請求項に記載の「挿入工程」に相当する。

【 0 1 7 4 】

40

（第 6 実施形態）

第 5 実施形態では、ストッパ 5 7 0 をハウジング 5 1 0 とは異なる部材とし、レーザ溶接等によりハウジング 5 1 0 にストッパ 5 7 0 を結合して、固定させる構成を採用していたが、図 1 2 に示す第 6 実施形態の燃料噴射弁 6 0 0 のように、切削又は鑄造によってハウジング 5 1 0 にストッパ 5 7 0 を形成するようにしても良い。このようにしても、通路形成部材 5 6 0 はストッパ 5 7 0 と異なる部材よりなっているので、通路形成部材 5 6 0 とストッパ 5 7 0 との相対位置を調整することにより、弾性部 5 5 6 の潰れ代を調整することができる。また、この第 6 実施形態においても、先の第 5 実施形態と他の構成は同様の構成が採用されているので、第 5 実施形態のものと同様の作用効果を得ることができる。

50

【 0 1 7 5 】

(第7実施形態)

第5、第6実施形態では、通路形成部材560の径方向外周側を全周に亘ってレーザ溶接することによって、通路形成部材560をハウジング510に結合して、固定していた。図13に示す第7実施形態における燃料噴射弁700では、通路形成部材560は、全周に亘ってレーザ溶接等が施されるのではなく、周方向に数カ所の溶接(スポット溶接)によってハウジング510に結合され、固定される。しかし、これでは、隣合う溶接部分の間において通路形成部材560とハウジング510との間に隙間が生じ、その隙間から燃料が漏れるおそれがある。本実施形態では、通路形成部材560の径方向外周面にリング561を設けている。このリング561によれば、スポット溶接によって通路形成部材560をハウジング510に結合して、固定するような場合であっても、ハウジング510と通路形成部材560とのシール性を確保することができる。なお、本実施形態のストッパ570は、ハウジング510と一体となっているが、第5実施形態のようにストッパ570とハウジング510とを別部材としても良い。

10

【 0 1 7 6 】

(第8実施形態)

第5～第7実施形態では、弾性部656が弁体650に設けられ、弾性部656にシート部653bが形成されていたが、図14に示す第8実施形態における燃料噴射弁800では、弾性部656が通路形成部材660の通路本体部661に取り付けられている。

【 0 1 7 7 】

20

以下、第5実施形態と構成が異なる通路形成部材660及び弁体650について詳細に説明する。通路形成部材660は、マルテンサイト系ステンレス鋼によって円筒状に形成されている通路本体部661及びフッ素系ゴム等の弾性部材によって円盤状に形成されている弾性部656から構成されている。

【 0 1 7 8 】

通路本体部661は、径方向中央部を軸方向に貫通する燃料通路661aを形成している。通路本体部661は、レーザ溶接等により第1磁性部511の小径部511aに結合され、固定されている。

【 0 1 7 9 】

弾性部656は、通路本体部661において弁体650側の端面に取り付けられている。弾性部656において径方向中央部には、軸方向に貫通する貫通孔656aが形成されている。貫通孔656aと燃料通路661aとは同軸上に配置されている。弾性部656において弁体650側の表面には、貫通孔656aを囲むような弁座部656bが形成されている。

30

【 0 1 8 0 】

弁体650は、非磁性体として機能するマルテンサイト系ステンレス鋼によって棒状に形成されており、第1磁性部511の内周側に同軸上に収容されている。弁体650は、連結部652、小径部653、及び大径部654を有する。

【 0 1 8 1 】

連結部652は、第5実施形態の連結部652と同様の形状及び機能を有するものであり、可動コア540に連結される。連結部652は、第5実施形態と同様の燃料通路を形成している。

40

【 0 1 8 2 】

小径部653は、第5実施形態の小径部553と同様のもので、連結部652よりも噴孔570b側に配置されている。小径部653の連結部652側の段差部653aには、弁座部656bに離着座可能なシート部653bが形成されている。

【 0 1 8 3 】

大径部654は、第5実施形態の大径部554と同様のもので、小径部653よりも噴孔570b側に配置されている。大径部654は、噴孔570bに向かうに従い徐々に拡径する当接面654aを有する。当接面654aは、テーパ面570aと当接することに

50

より、弁体 650 の入口部材 520 側への移動、即ち、弁体 650 の閉塞方向への移動を規制する。また、大径部 654 の外径は、当接面 654 a がテーパ面 570 a から離れる方向に弁体 650 が移動したときに、当接面 654 a とテーパ面 570 a との間を通過した燃料が噴孔 570 b に導かれるように設定されている。

【0184】

以上のように構成された通路形成部材 660 及び弁体 650 によっても、弁体 650 の当接面 654 a がストッパ 570 のテーパ面 570 a に当接することにより、弁体 650 の入口部材 520 側への移動が規制されるので、通路形成部材 660 に設けられた弾性部 656 の潰れ代を所定の値にすることができる。

【0185】

次に、弾性部 656 の潰れ代の調整について説明する。距離計測工程において、第 1 磁性部 511 の開口部 511 c を基準位置とし、その基準位置から通路形成部材 660 の弁座部 656 b までの距離を計測する。次に、挿入量算出工程において、距離計測工程での計測結果、予め計測されているストッパ 570 の各部寸法、特に、ストッパ 570 の軸方向端面からテーパ面 570 a において、弁体 650 の当接面 654 a と当接する位置までの距離、及び予め定められた弾性部 656 の潰れ代（所定の値）に基づいて、ストッパ 570 の挿入量を算出する。その後、ストッパ 570 を開口部 511 c に算出した挿入量だけ挿入し、ストッパ 570 をレーザ溶接等により第 1 磁性部 511 に結合し、固定する。なお、この実施形態においても、第 5 実施形態と同様に、レーザ溶接等による第 1 磁性部 511 及びストッパ 570 の熱ひずみの発生を加味して挿入量を算出すると良い。

【0186】

なお、本実施形態のストッパ 570 は、ハウジング 510 と一体となっているが、第 5 実施形態のストッパ 570 とハウジング 510 とを別部材としても良い。さらに、本実施形態において通路形成部材 660 の結合方法として、第 7 実施形態のように、通路形成部材 660 をスポット溶接によりハウジング 510 に結合させ、固定させても良い。この場合、通路本体部 661 の径方向外周面にリング 561 を設けると良い。これにより、通路本体部 661 とハウジング 510 とのシール性を確保することができる。

【0187】

なお、本実施形態において、ハウジング 510 が請求項に記載の「本体」に相当し、燃料通路 661 a が請求項に記載の「噴孔に通じる燃料通路」に相当し、通路本体部 661 が請求項に記載の「通路形成部」に相当し、弁体 650 が請求項に記載の「弁部材」に相当し、弾性部 656 が請求項に記載の「弾性部材」に相当し、ストッパ 570 が請求項に記載の「移動規制部」に相当する。

【0188】

（第 9 実施形態）

本発明の第 9 実施形態について説明する。図 15 (a) は第 9 実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図、図 15 (b) は図 15 (a) の燃料噴射弁の要部を示す拡大断面図である。

【0189】

図 15 に示すように、燃料噴射弁は、金属よりなる複数の構成部材を接合して形成された筒状のボデー 1 x を備え、通電時に磁界を形成する円筒状のコイル 2 x がボデー 1 x の外周側に配置され、電磁力によって駆動されて往復動する金属製の弁体 3 x がボデー 1 x 内に配置されている。

【0190】

そして、図示しない燃料供給装置から供給される水素や C N G（圧縮天然ガス）等の気体燃料は、ボデー 1 x における図 15 (a) の紙面上端部からボデー 1 x 内に流入し、ボデー 1 x 内を流れて、ボデー 1 x における図 15 (a) の紙面下端部から図示しない内燃機関の燃焼室に直接噴射されるようになっている。

【0191】

なお、ボデー 1 x、コイル 2 x、および弁体 3 x は、同軸状に配置されており、以下、

10

20

30

40

50

それらの共通軸線を単に軸線といい、それらの共通軸線の方を単に軸方向といい、それらの共通軸線に対して直交する方向を単に径方向という。

【0192】

ボデー1xは、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に沿って順に、円筒ないしは略円筒状の第1～第5筒部10x～14xが配置されている。また、第5筒部14x内に、円筒状の第6筒部15xが配置されている。

【0193】

第1筒部10xには、燃料供給装置から供給される燃料の入口となる燃料入口穴100xが形成されている。第2筒部11xは、磁性体金属よりなり、磁気回路を構成する。第3筒部12xは、非磁性体金属よりなる。第4筒部13xは、磁性体金属よりなり、径方向内側に向かって突出するリフト規制部130xを備え、磁気回路を構成する。

10

【0194】

第2ボデーとしての第5筒部14xは、耐食性に富む金属（例えばステンレス）よりなり、第5筒部14xにおける燃料流れ下流側の端部には、弁体3xの下流側可動シート部（詳細後述）と接離して燃料通路を開閉する下流側ボデーシート部140xが形成されている。この下流側ボデーシート部140xは、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に向かって拡がるテーパになっている。

【0195】

第1ボデーとしての第6筒部15xは、耐食性に富む金属（例えばステンレス）よりなり、下流側ボデーシート部140xよりも燃料流れ上流側に配置されている。第6筒部15xにおける燃料流れ下流側の端部には、弁体3xの上流側可動シート部（詳細後述）と接離して燃料通路を開閉する上流側ボデーシート部150xが形成されている。この上流側ボデーシート部150xは、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に向かって拡がるテーパになっている。

20

【0196】

弁体3xは、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に沿って順に、円柱状の第1～第3軸部30x、31x、32xが形成されている。第1～第3軸部30x、31x、32xのうち、第1軸部30xが最も小径であり、第3軸部32xが最も大径である。

【0197】

第1軸部30xには、燃料流れ上流側の端面から軸方向に延びる燃料通路としての弁体縦穴300x、および径方向に延びてボデー1x内の空間と弁体縦穴300xとを連通する燃料通路としての弁体横穴301xが形成されている。

30

【0198】

第2軸部31xにおける燃料流れ上流側の端部には、金属よりも弾性に富み且つ耐熱性に富む弾性材よりなる環状の上流側可動シート部310xが接合されている。そして、上流側可動シート部310xは、ボデー1xの上流側ボデーシート部150xと接離して燃料通路を開閉するようになっている。

【0199】

なお、上流側可動シート部310xは、具体的には、フッ素ゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、フッ素樹脂、四フッ化エチレン（PTFE）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等を用いることができる。

40

【0200】

ここで、上流側ボデーシート部150xと上流側可動シート部310xとで構成される上流側の弁部は、一方のシート部が弾性材にて構成されているため、以下、上流側の弁部を弾性シール弁部という。

【0201】

第3軸部32xにおける燃料流れ上流側の端部には、ボデー1xの下流側ボデーシート部140xと接離して燃料通路を開閉する下流側可動シート部320xが形成されている。この下流側可動シート部320xは、上流側可動シート部310xよりも燃料流れ下流側に位置している。

50

【0202】

なお、下流側ボデーシート部140×と下流側可動シート部320×とで構成される下流側の弁部は、両シート部がともに金属で構成されているため、以下、下流側の弁部をメタルシール弁部という。

【0203】

ここで、メタルシール弁部の開弁時の流路面積を、弾性シール弁部の開弁時の流路面積よりも小さくし、且つ、弾性シール弁部のシート径D2×をメタルシール弁部のシート径D1×よりも小さくするために、上流側ボデーシート部150×のテーパ角を、下流側ボデーシート部140×のテーパ角よりも大きくしている。

【0204】

上流側可動シート部310×と下流側可動シート部320×は、弁体3×の往復動方向（すなわち軸方向）に沿って配置されている。そして、上流側可動シート部310×から下流側可動シート部320×に向かう向き（すなわち図15の紙面下向き）に弁体3×が移動することにより、燃料通路が開かれるようになっており、換言すると、本実施形態の燃料噴射弁は所謂外開弁として構成されている。

【0205】

第1軸部30×における燃料流れ上流側の端部には、磁性体金属よりなるアーマチャ4×が接合されている。より詳細には、アーマチャ4×は、ボデー1×の第1～第4筒部10×～13にて囲まれた空間、すなわち第4筒部13×のリフト規制部130×よりも燃料流れ上流側に位置している。なお、弁体3×およびアーマチャ4×は、本発明の可動部

【0206】

ボデー1×の第4～第6筒部13×～15×にて囲まれた空間、すなわち第4筒部13×のリフト規制部130×よりも燃料流れ下流側には、弁体3×を閉弁向きに付勢するスプリング5×が配置されている。換言すると、弾性シール弁部およびメタルシール弁部は、スプリング5×よりも燃料流れ下流側に配置されている。なお、スプリング5×は、コイルスプリングであり、弁体3×はこのスプリング5×内を貫通して配置されている。

【0207】

第1軸部30×における軸方向中間部の外周側には、スプリング5×を受けるばね受け6×、およびスプリング5×のセット荷重を調整するためのCリング構造のシム7×が配

【0208】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の作動について説明する。まず、コイル2×に通電すると、電磁力によりアーマチャ4×がリフト規制部130×側に吸引される。そして、アーマチャ4×とともに弁体3×が移動して、上流側可動シート部310×と上流側ボデーシート部150×が離れて弾性シール弁部が開弁状態になると共に、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部140×が離れてメタルシール弁部も開弁状態になり、気体燃料が燃焼室に噴射される。

【0209】

ここで、開弁に必要な吸引力は、弾性シール弁部の受圧面積×燃圧と相関がある。そして、弾性シール弁部のシート径D2×をメタルシール弁部のシート径D1×よりも小さくしているため、弾性シール弁部の受圧面積はメタルシール弁部の受圧面積よりも小さくなり、したがって、開弁に必要な吸引力を小さくすることができる。

【0210】

コイル2×への通電が停止されると、弁体3×はスプリング5×により第1筒部10×側に向かって（すなわち閉弁向きに）付勢される。これにより、まず上流側可動シート部310×と上流側ボデーシート部150×が当接して弾性シール弁部が閉弁状態になり、気体燃料の噴射が停止される。そして、上流側可動シート部310×は弾性材よりなるため、閉弁時の良好なシール性が確保される。また、上流側可動シート部310×が軸方向に圧縮されて、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部140×が当接し、

10

20

30

40

50

メタルシール弁部も閉弁状態になる。

【0211】

ここで、気体燃料を燃焼室に直接噴射する形式の内燃機関では、通常、噴射終了後に点火プラグにより点火して燃料を燃焼させるので、燃焼ガスが燃料噴射弁の内部へ流入しようとする時には、メタルシール弁部が閉弁状態となっている。したがって、メタルシール弁部の閉弁により、高温の燃焼ガスが弾性シール弁部に流れることが防止され、上流側可動シート部310xの溶損が防止される。

【0212】

因みに、燃料噴射中に点火されて燃焼する形式の内燃機関の場合、燃焼ガス圧よりも気体燃料の供給圧力のほうが高く設定されるので、燃焼ガスは上流側可動シート部310xに到達できない。また、メタルシール弁部は、閉弁中であっても多少の漏れが許容される。なぜなら、燃焼ガスは漏れようとする際に膨張して温度が下がり、高温であった燃焼ガスも上流側可動シート部310xに達する時は非常に温度が低い状態になっているので、上流側可動シート部310xを溶損させることはない。

【0213】

なお、弾性シール弁部とメタルシール弁部の軸方向距離を長くするほど、上流側可動シート部310xに対する燃焼ガスの熱の影響を少なくすることができる。また、弾性シール弁部とメタルシール弁部との間に残留した燃料が閉弁中に燃焼室に漏れることは、内燃機関の燃焼を制御する上で望ましくない。したがって、その両者を考慮して、弾性シール弁部とメタルシール弁部の軸方向距離を設定することが望ましい。

【0214】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の製造方法について説明する。

【0215】

ここで、下流側ボデーシート部140xと下流側可動シート部320xとで構成されるメタルシール弁部のセット荷重の目標値をメタルシール弁部セット荷重設定値F1xとし、上流側ボデーシート部150xと上流側可動シート部310xとで構成される弾性シール弁部のセット荷重の目標値を弾性シール弁部セット荷重設定値F2xとし、メタルシール弁部セット荷重設定値F1xと弾性シール弁部セット荷重設定値F2xの和を全セット荷重設定値Fxとする。

【0216】

まず、弁体3xと第5筒部14xを組み付け、図示しない第1治具にて弁体3xを付勢して下流側可動シート部320xを下流側ボデーシート部140xに押しつける。このとき、第1治具は、全セット荷重設定値Fx相当の荷重にて弁体3xを付勢する。

【0217】

続いて、その状態のまま、第6筒部15xを第5筒部14x内に挿入し、図示しない第2治具にて第6筒部15xを付勢して上流側ボデーシート部150xを上流側可動シート部310xに押しつける。このとき、第2治具は、弾性シール弁部セット荷重設定値F2x相当の荷重にて第6筒部15xを付勢する。

【0218】

因みに、この状態では、実際に下流側可動シート部320xが下流側ボデーシート部140xに押しつけられる力は、上流側ボデーシート部150xを上流側可動シート部310xに押しつける力の分だけ第1治具の付勢力よりも減少するため、メタルシール弁部セット荷重設定値F1x相当になる。

【0219】

したがって、このときの第5筒部14xと第6筒部15xの相対位置関係が、メタルシール弁部セット荷重および弾性シール弁部セット荷重を高精度に管理するうえで、第5筒部14xと第6筒部15xの最適位置関係となる。

【0220】

続いて、その状態のまま、第5筒部14xと第6筒部15xを溶接にて一体化する。この際、全周溶接することにより、第5筒部14xと第6筒部15xとの間の気密を確保す

10

20

30

40

50

る。

【0221】

続いて、スプリング5xおよびばね受け6xを組み付け、さらに、スプリング5xのセット荷重が全セット荷重設定値Fx相当の荷重になるように、シム7xにてスプリング5xのセット長を調整する。これにより、メタルシール弁部にはメタルシール弁部セット荷重設定値F1x相当の荷重が作用し、弾性シール弁部には弾性シール弁部セット荷重設定値F2x相当の荷重が作用する。以上説明したように、本実施形態では、組み付け段階において第5筒部14xと第6筒部15xの相対位置を調整することにより、ボデー1xや弁体3xを高精度に加工しなくても、弾性シール弁部のセット荷重、およびメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。

10

【0222】

また、弾性シール弁部のシート径D2xをメタルシール弁部のシート径D1xよりも小さくしているため、開弁に必要な吸引力を小さくすることができる。

【0223】

なお、上記実施形態においては、第5筒部14xと第6筒部15xを全周溶接したが、図16に示す第9実施形態の第1変形例のように、第5筒部14xと第6筒部15xを断続溶接にて一体化し、第5筒部14xと第6筒部15xとの間をシール部材8xにてシールしてもよい。これによると、全周溶接する場合よりも溶接コストを低減することができる。

20

【0224】

また、上記実施形態においては、上流側可動シート部310xを弾性材にて構成し、上流側ボデーシート部150xを金属にて構成したが、図17に示す第9実施形態の第2変形例のように、第6筒部15xにおける燃料流れ下流側の端部に、金属よりも弾性に富み且つ耐熱性に富む弾性材よりなる円板状の上流側ボデーシート部151xを接合し、第2軸部31xにおける燃料流れ上流側の端部に、上流側ボデーシート部151xと接離して燃料通路を開閉する上流側可動シート部311xを形成してもよい。すなわち、上流側ボデーシート部151xを弾性材にて構成し、上流側可動シート部311xを金属にて構成してもよい。

【0225】

なお、上流側ボデーシート部151xは、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に向かって拡がるテーパになっている。また、上流側ボデーシート部151xのテーパ角は、下流側ボデーシート部140xのテーパ角よりも大きくなっている。

30

【0226】

この第2変形例の場合、弁体3xよりもシンプルな形状の第6筒部15xに上流側ボデーシート部151xを接合するため、その接合が容易である。

【0227】

(第10実施形態)

本発明の第10実施形態について説明する。図18は第10実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【0228】

第9実施形態の燃料噴射弁は所謂外開弁として構成されているのに対し、本実施形態の燃料噴射弁は所謂内開弁として構成されている。以下、第9実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

40

【0229】

図18に示すように、ボデー1xは、第2筒部11x内に、円筒状の第4筒部13xが配置され、第5筒部14Ax内に、有底円筒状の第6筒部15Axが配置されている。第4筒部13xは、磁性体金属よりなり、アーマチャ4xに対向して配置されてリフト規制部として機能するものである。

【0230】

第1ボデーとしての第5筒部14Axにおける軸方向中間部には、弁体3xの上流側可

50

動シート部（詳細後述）と接離して燃料通路を開閉する上流側ボデーシート部 141x が形成されている。この上流側ボデーシート部 141x は、燃料流れ下流側から燃料流れ上流側に向かって拡がるテーパになっている。

【0231】

第2ボデーとしての第6筒部 15Ax は、上流側ボデーシート部 141x よりも燃料流れ下流側に配置されている。第6筒部 15Ax における燃料流れ上流側の端部には、弁体 3x の下流側可動シート部（詳細後述）と接離して燃料通路を開閉する下流側ボデーシート部 152x が形成されている。この下流側ボデーシート部 152x は、燃料流れ下流側から燃料流れ上流側に向かって拡がるテーパになっている。

【0232】

第6筒部 15Ax における燃料流れ下流側の端部には、噴孔 153x が形成されている。噴孔 153x は液体燃料の微粒化に有効であり、したがって、本実施形態の燃料噴射弁は液体燃料を用いる場合に好適である。

【0233】

弁体 3x は、燃料流れ上流側から燃料流れ下流側に沿って順に、円柱状の第1～第3軸部 30x、31x、32x が形成されている。第1～第3軸部 30x、31x、32x のうち、第1軸部 30x が最も小径であり、第2軸部 31x が最も大径である。

【0234】

第2軸部 31x における燃料流れ下流側の端部には、金属よりも弾性に富み且つ耐熱性に富む弾性材よりなる環状の上流側可動シート部 310x が接合されている。そして、上流側可動シート部 310x は、ボデー 1x の上流側ボデーシート部 141x と接離して燃料通路を開閉するようになっている。

【0235】

なお、上流側可動シート部 310x は、具体的には、フッ素ゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、フッ素樹脂、四フッ化エチレン（PTFE）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等を用いることができる。

【0236】

ここで、上流側ボデーシート部 141x と上流側可動シート部 310x とで構成される上流側の弁部は、一方のシート部が弾性材にて構成されているため、以下、上流側の弁部を弾性シール弁部という。

【0237】

第3軸部 32x における燃料流れ下流側の端部には、ボデー 1x の下流側ボデーシート部 152x と接離して燃料通路を開閉する下流側可動シート部 320x が形成されている。この下流側可動シート部 320x は、上流側可動シート部 310x よりも燃料流れ下流側に位置している。

【0238】

なお、下流側ボデーシート部 152x と下流側可動シート部 320x とで構成される下流側の弁部は、両シート部がともに金属で構成されているため、以下、下流側の弁部をメタルシール弁部という。

【0239】

上流側可動シート部 310x と下流側可動シート部 320x は、弁体 3x の往復動方向（すなわち軸方向）に沿って配置されている。そして、下流側可動シート部 320x から上流側可動シート部 310x に向かう向き（すなわち図18の紙面上方向き）に弁体 3x が移動することにより、燃料通路が開かれるようになっており、換言すると、本実施形態の燃料噴射弁は所謂内開弁として構成されている。

【0240】

第1軸部 30x における燃料流れ上流側の端部には、磁性体金属よりなるアーマチャ 4x が接合されている。より詳細には、アーマチャ 4x は、ボデー 1x の第2～第5筒部 11x～14x にて囲まれた空間、すなわち第4筒部 13x よりも燃料流れ下流側に位置している。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 1 】

第4筒部13×内に円筒状のばね受け6×が圧入されている。そして、ばね受け6×とアーマチャ4×との間に、弁体3×を閉弁向きに付勢するスプリング5×が配置されている。

【 0 2 4 2 】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の作動について説明する。まず、コイル2×に通電すると、電磁力によりアーマチャ4×が第4筒部13×側に吸引される。そして、アーマチャ4×とともに弁体3×が移動して、上流側可動シート部310×と上流側ボデーシート部141×が離れて弾性シール弁部が開弁状態になると共に、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部152×が離れてメタルシール弁部も開弁状態になり、噴孔153×を介して燃料が燃焼室に噴射される。

10

【 0 2 4 3 】

コイル2×への通電が停止されると、弁体3×はスプリング5×により第6筒部15A×側に向かって(すなわち閉弁向きに)付勢される。これにより、まず上流側可動シート部310×と上流側ボデーシート部141×が当接して弾性シール弁部が閉弁状態になり、燃料の噴射が停止される。そして、上流側可動シート部310×は弾性材よりなるため、閉弁時の良好なシール性が確保される。また、上流側可動シート部310×が軸方向に圧縮されて、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部152×が当接し、メタルシール弁部も閉弁状態になる。

【 0 2 4 4 】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の製造方法について説明する。

20

【 0 2 4 5 】

ここで、下流側ボデーシート部152×と下流側可動シート部320×とで構成されるメタルシール弁部のセット荷重の目標値をメタルシール弁部セット荷重設定値F1×とし、上流側ボデーシート部141×と上流側可動シート部310×とで構成される弾性シール弁部のセット荷重の目標値を弾性シール弁部セット荷重設定値F2×とし、メタルシール弁部セット荷重設定値F1×と弾性シール弁部セット荷重設定値F2×の和を全セット荷重設定値F×とする。

【 0 2 4 6 】

まず、第2筒部11×と第3筒部12×と第5筒部14A×とを接合して一体化し、それに弁体3×を組み付け、図示しない第1治具にて弁体3×を付勢して上流側可動シート部310×を上流側ボデーシート部141×に押しつける。このとき、第1治具は、全セット荷重設定値F×相当の荷重にて弁体3×を付勢する。

30

【 0 2 4 7 】

続いて、その状態のまま、第6筒部15A×を第5筒部14A×内に挿入し、図示しない第2治具にて第6筒部15A×を付勢して下流側ボデーシート部152×を下流側可動シート部320×に押しつける。このとき、第2治具は、メタルシール弁部セット荷重設定値F1×相当の荷重にて第6筒部15A×を付勢する。

【 0 2 4 8 】

因みに、この状態では、実際に上流側可動シート部310×が上流側ボデーシート部141×に押しつけられる力は、下流側ボデーシート部152×を下流側可動シート部320×に押しつける力の分だけ第1治具の付勢力よりも減少するため、弾性シール弁部セット荷重設定値F2×相当になる。

40

【 0 2 4 9 】

したがって、このときの第5筒部14A×と第6筒部15A×の相対位置関係が、メタルシール弁部セット荷重および弾性シール弁部セット荷重を高精度に管理するうえで、第5筒部14A×と第6筒部15A×の最適位置関係となる。

【 0 2 5 0 】

続いて、その状態のまま、第5筒部14A×と第6筒部15A×を溶接にて一体化する。この際、全周溶接することにより、第5筒部14A×と第6筒部15A×との間の気密

50

を確保する。

【0251】

続いて、スプリング5xを組み付け、さらに、スプリング5xのセット荷重が全セット荷重設定値F x相当の荷重になるように、ばね受け6xの圧入量を調整してスプリング5xのセット長を調整する。これにより、メタルシール弁部にはメタルシール弁部セット荷重設定値F1 x相当の荷重が作用し、弾性シール弁部には弾性シール弁部セット荷重設定値F2 x相当の荷重が作用する。

【0252】

なお、燃料圧力により弁体3xを閉弁向きに付勢する荷重をF3としたとき、スプリング5xのセット荷重がF x - F3 xになるように、ばね受け6xの圧入量を調整してスプリング5xのセット長を調整してもよい。これにより、燃料圧力が弁体3xに印加されている状態のときに、メタルシール弁部にはメタルシール弁部セット荷重設定値F1 x相当の荷重が作用し、弾性シール弁部には弾性シール弁部セット荷重設定値F2 x相当の荷重が作用する。

【0253】

以上説明したように、本実施形態では、組み付け段階において第5筒部14Axと第6筒部15Axの相対位置を調整することにより、ボデー1xや弁体3xを高精度に加工しなくても、弾性シール弁部のセット荷重、およびメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。

【0254】

なお、上記実施形態においては、第5筒部14Axと第6筒部15Axを全周溶接したが、図19に示す第10実施形態の第1変形例のように、第5筒部14Axと第6筒部15Axを断続溶接にて一体化し、第5筒部14Axと第6筒部15Axとの間をシール部材8xにてシールしてもよい。これによると、全周溶接する場合よりも溶接コストを低減することができる。

【0255】

(第11実施形態)

本発明の第11実施形態について説明する。図20は第11実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。

【0256】

本実施形態は、弾性シール弁部の位置が第9実施形態と異なっている。なお、その他に関しては第9実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

【0257】

図20に示すように、第6筒部15xに形成された上流側ボデーシート部150x、および、第2軸部31xに接合された上流側可動シート部310xは、いずれもスプリング5x、ばね受け6x、およびシム7xよりも燃料流れ上流側に配置されている。すなわち、上流側ボデーシート部150xと上流側可動シート部310xとで構成される弾性シール弁部は、スプリング5x、ばね受け6x、およびシム7xよりも燃料流れ上流側に配置されている。

【0258】

弁体縦穴300xは、第2軸部31xまで延びており、弁体横穴301xは、第2軸部31xにおいて上流側可動シート部310xよりも燃料流れ下流側に形成されている。

【0259】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の製造方法について説明する。

【0260】

まず、第5筒部14x、弁体3x、スプリング5x、ばね受け6x、およびシム7xを組み付け、スプリング5xにて弁体3xを付勢して下流側可動シート部320xを下流側ボデーシート部140xに押しつける。このとき、スプリング5xのセット荷重が全セット荷重設定値F x相当の荷重になるように、シム7xにてスプリング5xのセット長を調整する。

【0261】

続いて、その状態のまま、第6筒部15xを第5筒部14x内に挿入し、図示しない治具にて第6筒部15xを付勢して上流側ボデーシート部150xを上流側可動シート部310xに押しつける。このとき、治具は、弾性シール弁部セット荷重設定値F2x相当の荷重にて第6筒部15xを付勢する。

【0262】

因みに、この状態では、実際に下流側可動シート部320xが下流側ボデーシート部140xに押しつけられる力は、上流側ボデーシート部150xを上流側可動シート部310xに押しつける力の分だけスプリング5xのセット荷重よりも減少するため、メタルシール弁部セット荷重設定値F1x相当になる。

10

【0263】

続いて、その状態のまま、第5筒部14xと第6筒部15xを溶接にて一体化する。この際、全周溶接することにより、第5筒部14xと第6筒部15xとの間の気密を確保する。

【0264】

これにより、メタルシール弁部にはメタルシール弁部セット荷重設定値F1x相当の荷重が作用し、弾性シール弁部には弾性シール弁部セット荷重設定値F2x相当の荷重が作用する。

【0265】

以上説明したように、本実施形態では、組み付け段階において第5筒部14xと第6筒部15xの相対位置を調整することにより、ボデー1xや弁体3xを高精度に加工しなくても、弾性シール弁部のセット荷重、およびメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。

20

【0266】

また、弾性シール弁部をスプリング5x等よりも燃料流れ上流側に配置し、メタルシール弁部をスプリング5x等よりも燃料流れ下流側に配置することにより、弾性シール弁部とメタルシール弁部の軸方向距離を長くすることができ、上流側可動シート部310xに対する燃焼ガスの熱の影響を一層少なくすることができる。

【0267】

(第12実施形態)

本発明の第12実施形態について説明する。図21は第12実施形態に係る燃料噴射弁を示す断面図である。以下、第9実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

30

【0268】

図21に示すように、弁体3xは、第1軸部30xと第3軸部32xを備え、第2軸部が廃止されている。

【0269】

第1ボデーとしての第6筒部15xは、第1筒部10x内に配置されている。換言すると、第6筒部15xは、第4筒部13xのリフト規制部130xやアーマチャ4xよりも燃料流れ上流側に位置している。第6筒部15xには、燃料通路としての筒部縦穴154xが形成されている。また、第6筒部15xにおける筒部縦穴154xの燃料流れ下流側の端部に、上流側可動シート部(詳細後述)と接離して燃料通路を開閉する上流側ボデーシート部150xが形成されている。

40

【0270】

アーマチャ4xにおける燃料流れ上流側の端部には、金属よりも弾性に富み且つ耐熱性に富む弾性材よりなる上流側可動シート部40xが接合されている。また、アーマチャ4xには、燃料通路としてのアーマチャ横穴41xおよびアーマチャ縦穴42xが形成されている。

【0271】

そして、上流側可動シート部40xは、ボデー1xの上流側ボデーシート部150xと接離して燃料通路を開閉するようになっている。なお、上流側可動シート部40xは、具

50

体的には、フッ素ゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、フッ素樹脂、四フッ化エチレン（PTFE）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等を用いることができる。

【0272】

ここで、上流側ボデーシート部150×と上流側可動シート部40×とで構成される上流側の弁部は、一方のシート部が弾性材にて構成されているため、以下、上流側の弁部を弾性シール弁部という。

【0273】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の作動について説明する。まず、コイル2×に通電すると、電磁力によりアーマチャ4×がリフト規制部130×に吸引される。そして、アーマチャ4×とともに弁体3×が移動して、上流側可動シート部40×と上流側ボデーシート部150×が離れて弾性シール弁部が開弁状態になると共に、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部140×が離れてメタルシール弁部も開弁状態になり、気体燃料が燃焼室に噴射される。

10

【0274】

コイル2×への通電が停止されると、弁体3×はスプリング5×により第1筒部10×および第6筒部15×側に向かって（すなわち閉弁向きに）付勢される。これにより、まず上流側可動シート部40×と上流側ボデーシート部150×が当接して弾性シール弁部が閉弁状態になり、燃料の噴射が停止される。そして、上流側可動シート部40×は弾性材よりなるため、閉弁時の良好なシール性が確保される。また、上流側可動シート部40×が軸方向に圧縮されて、下流側可動シート部320×と下流側ボデーシート部140×が当接し、メタルシール弁部も閉弁状態になる。

20

【0275】

次に、上記構成になる燃料噴射弁の製造方法について説明する。

【0276】

ここで、下流側ボデーシート部140×と下流側可動シート部320×とで構成されるメタルシール弁部のセット荷重の目標値をメタルシール弁部セット荷重設定値F1×とし、上流側ボデーシート部150×と上流側可動シート部40×とで構成される弾性シール弁部のセット荷重の目標値を弾性シール弁部セット荷重設定値F2×とし、メタルシール弁部セット荷重設定値F1×と弾性シール弁部セット荷重設定値F2×の和を全セット荷重設定値F×とする。

30

【0277】

まず、第5筒部14×、弁体3×、スプリング5×、ばね受け6×、およびシム7×を組み付け、スプリング5×にて弁体3×を付勢して下流側可動シート部320×を下流側ボデーシート部140×に押しつける。このとき、スプリング5×のセット荷重が全セット荷重設定値F×相当の荷重になるように、シム7×にてスプリング5×のセット長を調整する。

【0278】

続いて、第2筒部～第4筒部11×～13×を第5筒部14×に接合し、さらに、上流側可動シート部40×が接合されたアーマチャ4×を弁体3×に接合する。

40

【0279】

続いて、予め接合された第1筒部10×と第6筒部15×を第2筒部11×内に挿入し、図示しない治具にて第1筒部10×および第6筒部15×を付勢して上流側ボデーシート部150×を上流側可動シート部40×に押しつける。このとき、治具は、弾性シール弁部セット荷重設定値F2×相当の荷重にて第1筒部10×および第6筒部15×を付勢する。

【0280】

因みに、この状態では、実際に下流側可動シート部320×が下流側ボデーシート部140×に押しつけられる力は、上流側ボデーシート部150×を上流側可動シート部40×に押しつける力の分だけスプリング5×のセット荷重よりも減少するため、メタルシール

50

ル弁部セット荷重設定値 F 1 x 相当になる。

【 0 2 8 1 】

続いて、その状態のまま、第 1 筒部 1 0 x と第 2 筒部 1 1 x を溶接にて一体化する。この際、全周溶接することにより、第 1 筒部 1 0 x と第 2 筒部 1 1 x との間の気密を確保する。

【 0 2 8 2 】

これにより、メタルシール弁部にはメタルシール弁部セット荷重設定値 F 1 x 相当の荷重が作用し、弾性シール弁部には弾性シール弁部セット荷重設定値 F 2 x 相当の荷重が作用する。

【 0 2 8 3 】

ここで、本実施形態では、弾性シール弁部の受圧面積とメタルシール弁部の受圧面積を等しくしている。このようにすれば、弾性シール弁部と弾性シール弁部との間の圧力にかかわらず、弾性シール弁部のセット荷重およびメタルシール弁部のセット荷重を一定にすることができる。

【 0 2 8 4 】

以上説明したように、本実施形態では、組み付け段階において第 1 筒部 1 0 x と第 2 筒部 1 1 x の相対位置を調整することにより、ボデー 1 x や弁体 3 x を高精度に加工しなくても、弾性シール弁部のセット荷重、およびメタルシール弁部のセット荷重を、容易に高精度に管理することができる。

【 0 2 8 5 】

また、弾性シール弁部を第 4 筒部 1 3 x のリフト規制部 1 3 0 x やアーマチャ 4 x よりも燃料流れ上流側に配置し、メタルシール弁部をスプリング 5 x よりも燃料流れ下流側に配置することにより、弾性シール弁部とメタルシール弁部の軸方向距離を長くすることができ、上流側可動シート部 4 0 x に対する燃焼ガスの熱の影響を一層少なくすることができる。

【 0 2 8 6 】

(第 1 3 実施形態)

図 2 2 は、本実施形態に係る燃料噴射弁 1 0 0 0 を示す断面図であり、当該燃料噴射弁 1 0 0 0 は、上記第 1 実施形態に係る燃料噴射弁 1 0 と同様にしてハウジング 1 0、入口部材 2 0、固定コア 3 0、可動コア 4 0、弁体 5 0、弾性部 5 6、ノズル部材 6 0、ストップパ 7 0、及び駆動装置 9 0 等を備えている。なお、図 2 2 中、図 1 と同じ構造部分については同一の符号を付して説明を援用する。

【 0 2 8 7 】

また、第 2 の発明に係る各構成と図 2 2 に記載の各構成との対応関係は次の通りである。すなわち、ストップパ 7 0 (移動規制部) は第 2 の発明に係る「第 1 ボデー」に相当する。ノズル部材 6 0 (通路形成部) は「第 2 ボデー」に相当する。そして、上記各実施形態と同様にして、ストップパ 7 0 とノズル部材 6 0 とは異なる部材で別体に形成され、その形成の後、溶接等により一体化されている。

【 0 2 8 8 】

また、可動コア 4 0 および弁体 5 0 は第 2 の発明に係る「可動部」に相当する。ハウジング 1 0、入口部材 2 0 およびノズル部材 6 0 は「ボデー」に相当する。弾性部 5 6 (弾性部材) は「下流側可動シート部」に相当する。ノズル部材 6 0 の弁座部 6 0 c は「下流側ボデーシート部」に相当する。弁体 5 0 の当接面 5 3 b は「上流側可動シート部」に相当する。ストップパ 7 0 のテーパ面 7 0 e は「上流側ボデーシート部」に相当する。

【 0 2 8 9 】

以下、図 2 2 に示す本実施形態の燃料噴射弁 1 0 0 0 の構造について、図 1 に示す燃料噴射弁 1 0 との違いを中心に説明する。図 1 の燃料噴射弁 1 0 では、弁体 5 0 は可動コア 4 0 と一体となって軸方向に沿って往復移動する。これに対し、図 2 2 の燃料噴射弁 1 0 0 0 では、弁体 5 0 は、可動コア 4 0 に対して相対的に移動可能な状態で当該可動コア 4 0 に連結されている。つまり、弁体 5 0 を移動させることなく可動コア 4 0 は移動可能で

10

20

30

40

50

あり、逆に、可動コア 40 が停止した状態でも弁体 50 は移動可能である。

【0290】

より詳細に説明すると、図 1 の燃料噴射弁 10 では、可動コア 40 の収容部 42 と弁体 50 の連結部 55 とは、レーザ溶接等により結合されている。これに対し、図 22 の燃料噴射弁 1000 では、連結部 55 を弁体 50 から切り離して可動コア 40 に結合した構成としている。詳細には、可動コア 40 の収容部 42 に連結部 55 を溶接して結合するとともに、軸方向に移動可能な状態で収容部 42 内に弁体 50 の端部を収容する。

【0291】

収容部 42 に形成されたコア側係合部 1042 と、弁体 50 に形成された弁体側係合部 1050 との係合により、弁体 50 の閉弁方向への相対移動は規制される。また、連結部 55 の下端面 1055 と弁体 50 の上端面 1051 とが当接することにより、弁体 50 の開弁方向への相対移動は規制される。

10

【0292】

このように相対移動可能に構成された弁体 50 および可動コア 40 の作動に関し、開弁時の作動について図 22 (a) (b) (c) および図 23 を用いて以下に説明する。なお、図 23 の上段は可動コア 40 の移動量を示し、下段は弁体 50 の移動量を示す。弁体 50 が閉弁位置にある状態を移動量ゼロとしており、また、駆動装置 90 の電磁コイル 91 への通電をオフにして可動コア 40 が吸引されていない状態を移動量ゼロとしている。

【0293】

まず、電磁コイル 91 へ通電を開始すると、可動コア 40 が固定コア 30 に吸引されて移動する。図 23 中の符号 t_0 が通電開始時点を示す。この通電開始時点 t_0 では、図 22 (a) に示すようにコア側係合部 1042 と弁体側係合部 1050 とは係合していないので、弁体 50 を閉弁位置から移動させること無く可動コア 40 が移動する。

20

【0294】

その後、可動コア 40 が所定距離だけ移動すると、図 22 (b) に示すようにコア側係合部 1042 が弁体側係合部 1050 に当接し、両係合部 1042、1050 が係合することとなる。そのため、この係合が為された以降は、固定コア 30 に吸引される可動コア 40 に引っ張られて、弁体 50 も開弁方向へ移動することとなる。つまり、可動コア 40 が $200 \mu\text{m}$ だけリフトアップした t_1 時点で両係合部 1042、1050 が係合する。したがって、弁体 50 は t_1 時点でリフトアップを開始する。

30

【0295】

その後、可動コア 40 がさらにリフトアップすると、可動コア 40 の上端面 1043 が固定コア 30 の下端面に当接し、可動コア 40 の移動が停止する。但し、その当接以降も弁体 50 はさらに開弁方向へ移動し続ける。図 23 の例では、可動コア 40 が $300 \mu\text{m}$ だけリフトアップした t_2 時点で可動コア 40 が固定コア 30 に当接し、その t_2 時点以降は可動コア 40 が移動停止した状態で弁体 50 がリフトアップする。

【0296】

なお、 t_2 時点以降に弁体 50 をリフトアップさせる力は、弁体 50 のうち噴孔 60b の側から弁体 50 にかかる燃料圧力（リフトアップ燃圧）によるものである。つまり、弁体 50 が閉弁位置にある時には、弁体 50 のうち当接面 53b より下流側の部分にて弁体 50 にリフトアップ燃圧がかかることはない。しかし、弁体 50 が開弁して当接面 53b より下流側に燃料が流れ込むと、弁体 50 にリフトアップ燃圧がかかるようになる。そのため、可動コア 40 が固定コア 30 に当接して移動停止した状態でも、弁体 50 はリフトアップ可能である。

40

【0297】

その後、図 22 (c) に示すように弁体 50 の上端面 1051 が連結部 55 の下端面 1055 に当接することで、弁体 50 のリフトアップは停止する。図 23 の例では、弁体 50 が $300 \mu\text{m}$ だけリフトアップした t_3 時点で弁体 50 が当接してリフトアップが停止している。なお、電磁コイル 91 への通電をオフしてリフトダウンさせる場合には、可動コア 40 とともに弁体 50 はリフトダウンする。図 23 の例では、通電オフの t_4 時点

50

で可動コア 40 および弁体 50 がともにリフトダウンを開始し、 t_5 時点でリフトダウンが終了し、弾性部 56 がノズル部材 60 へ着座して閉弁される。

【0298】

ここで、可動コア 40 の上端面 1043 と固定コア 30 の下端面とのギャップ G が小さいほど、固定コア 30 が可動コア 40 を吸引する力を大きくできる。換言すれば、駆動装置 90 の体格を小さくできる。図 24 は、ギャップ G を所定距離に維持させた状態で電磁コイル 91 に通電した時の、吸引力の時間変化を試験した結果であり、 $100\ \mu\text{m}$ および $300\ \mu\text{m}$ を所定距離として設定した試験結果である。ギャップ G が $300\ \mu\text{m}$ の場合には吸引力は約 $55\ \text{N}$ であるのに対し、ギャップ G が $100\ \mu\text{m}$ の場合には約 $95\ \text{N}$ である。

10

【0299】

しかし、このようにギャップ G を小さくすると、その背反として弁体 50 のリフトアップ量が小さくなる。燃料噴射弁 1000 はガス燃料を噴射することを想定しているので、密度の大きい液体の燃料を噴射させる場合に比べてリフトアップ量を大きくして、十分な噴射量（質量流量）を確保することが要求される。

【0300】

この点を鑑みた本実施形態では、可動コア 40 のリフトアップ開始時点 t_0 では、弁体 50 をリフトアップさせずに可動コア 40 をリフトアップさせている。そのため、ギャップ G が大きい開始時点 t_0 において、必要となる吸引力を小さくできる。そして、弁体 50 のリフトアップ開始時点 t_1 では、 t_0 時点に比べてギャップ G が小さくなっているの

20

【0301】

また、本実施形態によれば、可動コア 40 のリフトアップ終了時点 t_2 以降も、弁体 50 はさらにリフトアップする。そのため、ギャップ G を大きく設定することなく弁体 50 のリフトアップ量を増大できる。

【0302】

以上により、本実施形態によれば、可動コア 40 に対して相対的に移動可能な状態で弁体 50 を可動コア 40 に連結させる構成により、ギャップ G の増大を抑制して駆動装置 90 の大型化を抑制することと、弁体 50 のリフトアップ量増大との両立を図ることができる。

30

【0303】

（第 14 実施形態）

上記第 13 実施形態に係る燃料噴射弁 1000 は、噴孔 60b を上流側から開閉する内開弁構造であるのに対し、図 25 に示す本実施形態の燃料噴射弁 2000 は、噴孔 570b を下流側から開閉する外開弁構造である。この外開弁構造は図 10 に示す燃料噴射弁 500 と同じである。なお、図 25 中、図 10 と同じ構造部分については同一の符号を付して説明を援用する。

【0304】

但し、本実施形態の燃料噴射弁 2000 では、図 22 の燃料噴射弁 1000 と同様にして、弁体 550 は、可動コア 540 に対して相対的に移動可能な状態で当該可動コア 540 に連結されている。つまり、弁体 550 を移動させることなく可動コア 540 は移動可能であり、逆に、可動コア 540 が停止した状態でも弁体 550 は移動可能である。

40

【0305】

より詳細に説明すると、弁体 550 には下流側係止部 2551 および上流側係止部 2552 が形成されており、これらの係止部 2551、2552 の間に可動コア 540 が位置する。そして、下流側係止部 2551 が可動コア 540 の下端面に当接した図 25 (a) に示す位置から、上流側係止部 2552 が可動コア 540 の上端面に当接した図 25 (c) に示す位置までの範囲内で、弁体 550 は可動コア 540 に対して相対移動可能である。

【0306】

50

次に、燃料噴射弁 2 0 0 0 の開弁作動について説明する。

【 0 3 0 7 】

先ず、電磁コイル 5 9 1 へ通電を開始すると、可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に吸引されて移動する。この通電開始時点では、図 2 5 (a) に示すように下流側係止部 2 5 5 1 が可動コア 5 4 0 に当接しているため、弁体 5 5 0 は可動コア 5 4 0 に押し動かされて開弁方向へ移動する。

【 0 3 0 8 】

その後、図 2 5 (b) に示すように可動コア 4 0 の下端面が固定コア 5 3 0 の上端面に当接し、可動コア 5 4 0 の移動が停止する。但し、その当接以降も弁体 5 5 0 はさらに開弁方向へ移動し続ける。

【 0 3 0 9 】

なお、可動コア 5 4 0 の当接以降に弁体 5 5 0 を移動させる力は、スプリング 2 5 8 0 の弾性力であり、これにより、可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に当接して移動停止した状態でも、弁体 5 5 0 は開弁方向へ移動可能である。その後、図 2 5 (c) に示すように上流側係止部 2 5 5 2 が可動コア 5 4 0 の上端面に当接することで、弁体 5 5 0 の移動は停止する。

【 0 3 1 0 】

以上により、本実施形態によれば、可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に当接して移動終了した以降も、弁体 5 5 0 はさらに開弁方向へ、可動コア 5 4 0 の上端面と上流側係止部 2 5 5 2 とのクリアランス G 2 分だけ移動する。そのため、可動コア 5 4 0 と固定コア 5 3 0 のギャップ G 1 に対する弁体 5 5 0 の開弁移動量を、クリアランス G 2 の分だけ大きくできる。よって、ギャップ G 1 を大きく設定することなく弁体 5 5 0 のリフトアップ量を増大できる。

【 0 3 1 1 】

(第 1 5 実施形態)

図 2 6 に示す本実施形態では、可動コア 5 4 0 を固定コア 5 3 0 から離れる向きへ付勢するスプリング 2 5 8 1 を備える。これによれば、電磁コイル 5 9 1 へ通電を開始する時点において、下流側係止部 2 5 5 1 が可動コア 5 4 0 から離れた状態になる。そのため、通電開始時点では第 1 3 実施形態と同様にして、弁体 5 5 0 を移動させずに可動コア 5 4 0 が移動することとなる。

【 0 3 1 2 】

その後、下流側係止部 2 5 5 1 に可動コア 5 4 0 が当接すると、その時点から弁体 5 5 0 が可動コア 5 4 0 に押し動かされて移動を開始する。その後は、第 1 4 実施形態と同様にして可動コア 5 4 0 が固定コア 5 3 0 に当接した後、上流側係止部 2 5 5 2 が可動コア 5 4 0 の上端面に当接するまで、弁体 5 5 0 は開弁方向への移動を続ける。

【 0 3 1 3 】

以上により、本実施形態によれば、通電開始時点では弁体 5 5 0 を移動させずに可動コア 5 4 0 を移動させている。そのため、ギャップ G 1 が大きい開始時点において、必要となる吸引力を小さくできる。そして、弁体 5 5 0 のリフトアップ開始時点では、可動コア 5 4 0 の移動開始時点に比べてギャップ G 1 が小さくなっているため、図 2 4 の試験結果に示した通り、必要となる吸引力を小さくできる。

【 0 3 1 4 】

また、本実施形態によれば、可動コア 5 4 0 の移動終了以降も、弁体 5 5 0 はさらに移動する。そのため、ギャップ G 1 を大きく設定することなく弁体 5 5 0 の移動量を増大できる。

【 0 3 1 5 】

以上により、本実施形態によれば、可動コア 5 4 0 に対して相対的に移動可能な状態で弁体 5 5 0 を可動コア 5 4 0 に連結させる構成により、ギャップ G 1 の増大を抑制して駆動装置 9 0 の大型化を抑制することと、弁体 5 5 0 のリフトアップ量増大との両立を図ることができる。

10

20

30

40

50

【0316】

(その他の実施形態)

以上、本発明の第1から第8実施形態について説明したが、本発明は、第1から第15実施形態に限定して解釈されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態に適用することができる。例えば、ガス燃料でなく、液体燃料を噴射する燃料噴射弁に本発明を適用しても良い。

【0317】

第11実施形態では第5筒部14xと第6筒部15xを全周溶接し、第12実施形態では第1筒部10xと第2筒部11xを全周溶接したが、それらを断続溶接にて一体化し、それらの間をシール部材にてシールしてもよい。

10

【0318】

上記第1～第8実施形態では、閉弁状態での弾性部材の潰れ代が所定値となる位置で、移動規制部が弁部材と当接することとなるよう、移動規制部を位置決めしているが、前記潰れ代を考慮することなく移動規制部を位置決めするようにしてもよい。

【0319】

上記第9～第12実施形態では、上流側可動シート部40x、310x、311xおよび上流側ボデーシート部141x、150x、151xのうちいずれか一方を弾性材にて構成し、下流側可動シート部320xおよび下流側ボデーシート部140x、152xを金属材にて構成している。これに対し、弾性材と金属材の配置を逆にしてもよい。すなわち、上流側可動シート部40x、310x、311xおよび上流側ボデーシート部141x、150x、151xのうちいずれか一方を金属材にて構成し、下流側可動シート部320xおよび下流側ボデーシート部140x、152xを弾性材にて構成する。

20

【符号の説明】

【0320】

100 燃料噴射弁、10ハウジング(本体)、11第1磁性部、11a小径部、11b段差部、11c開口部、11d大径部、12非磁性部、13第2磁性部、20入口部材、30固定コア、32アジャスティングパイプ、40可動コア、41コア本体部、41a案内部、41b座部、41c貫通孔、42収容部、50弁体、51弁本体部(弁部材)、52支持部、53四角柱部、53a案内部、53b当接面、54円柱部、55連結部、55a燃料通路、56弾性部(弾性部材)、56aシート部、60ノズル部材(通路形成部)、60a燃料通路(燃料通路)、60b噴孔、60c弁座部、61Oリング、70ストッパ(移動規制部)、70a収容孔、70b端面、70c第1内周面、70d第2内周面、70eテーパ面、71燃料通路、72被覆層、80スプリング、90駆動装置、91電磁コイル、92ヨーク、93コネクタ、93aターミナル。

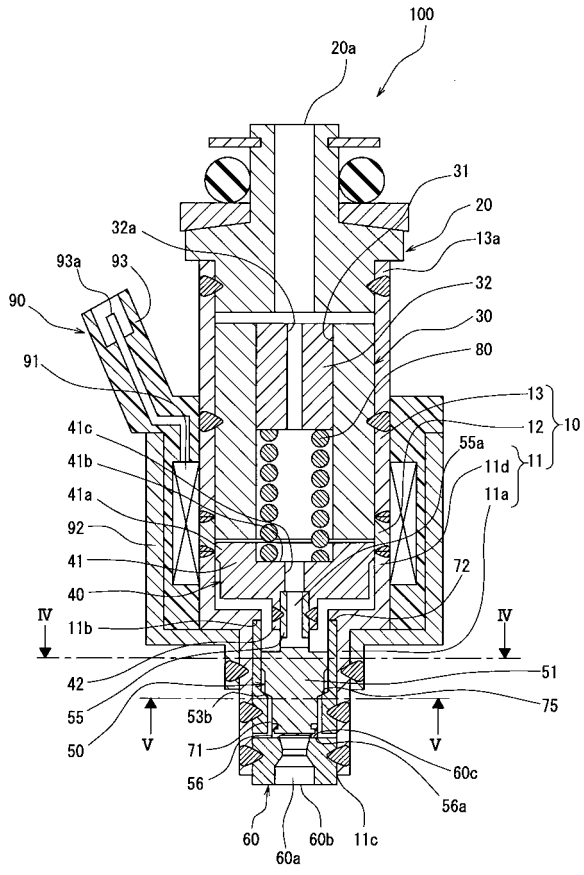
30

【0321】

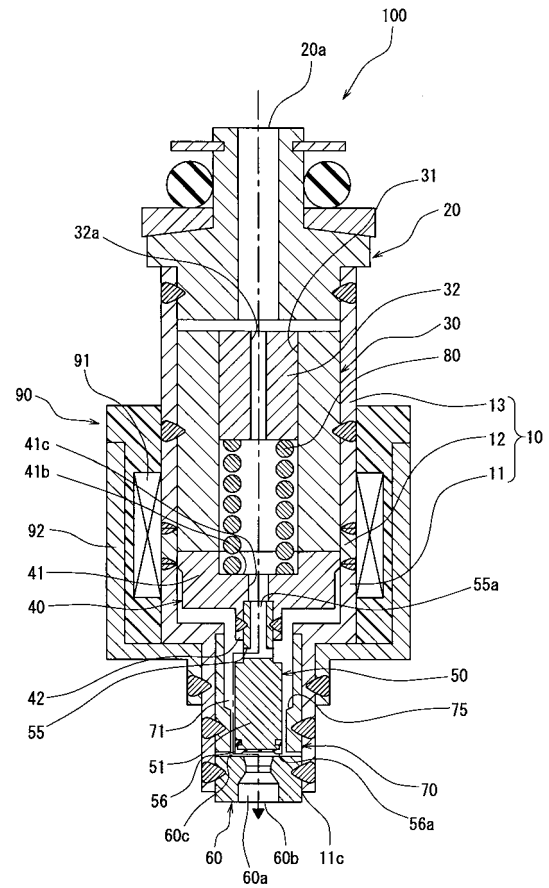
1xボデー、3x弁体(可動部)、4xアーマチャ(可動部)、5xスプリング、14x第5筒部(第2ボデー)、15x第6筒部(第1ボデー)、40x上流側可動シート部、140x下流側ボデーシート部、141x上流側ボデーシート部、150x上流側ボデーシート部、151x上流側ボデーシート部、152x下流側ボデーシート部、310x上流側可動シート部、311x上流側可動シート部、320x下流側可動シート部、14Ax第5筒部(第1ボデー)、15Ax第6筒部(第2ボデー)。

40

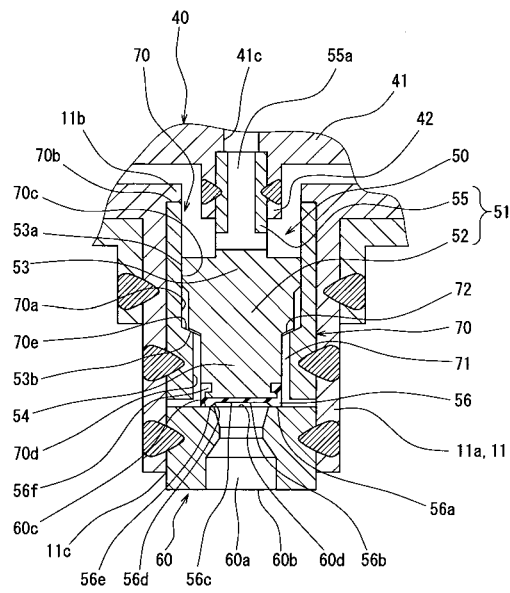
【 図 1 】



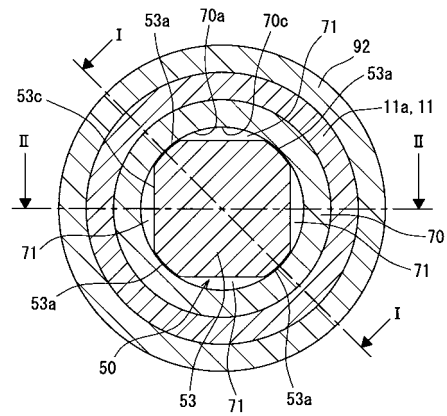
【 図 2 】



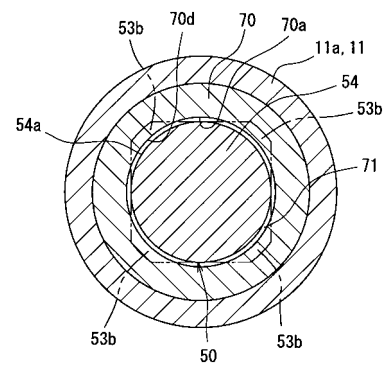
【 図 3 】



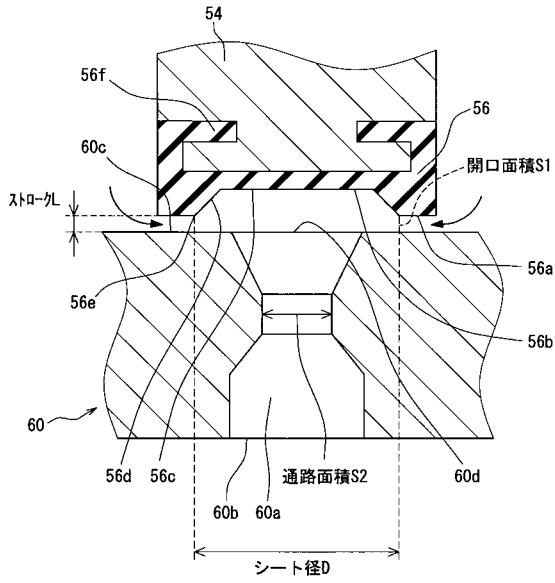
【 図 4 】



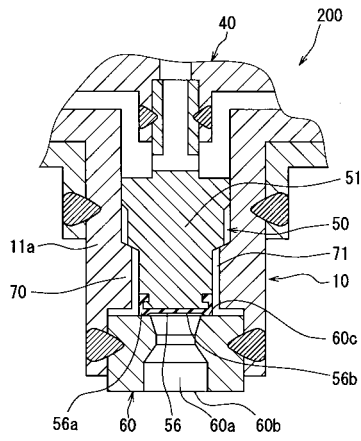
【 図 5 】



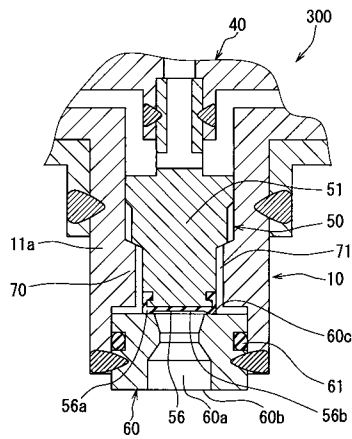
【図6】



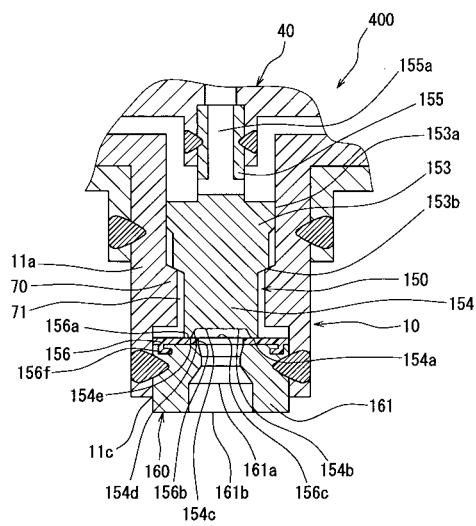
【図7】



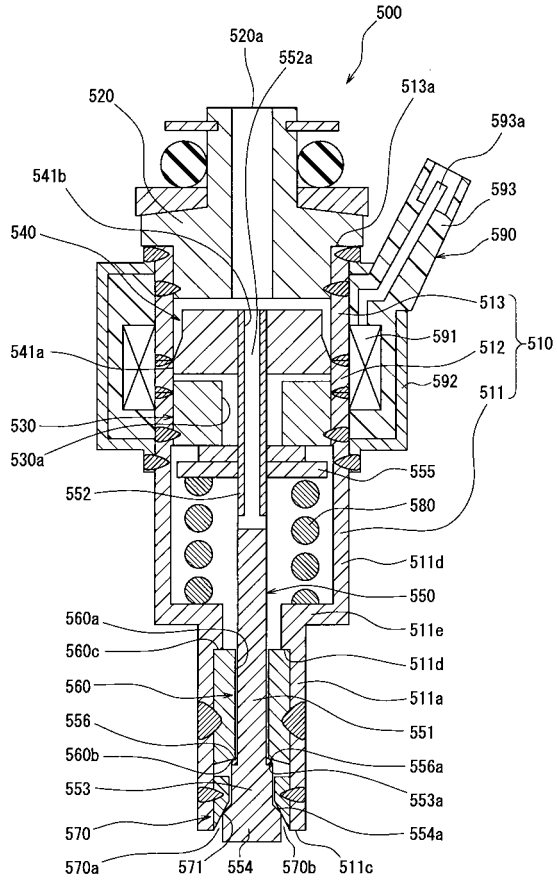
【図8】



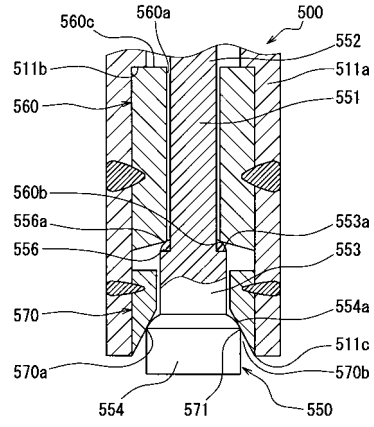
【図9】



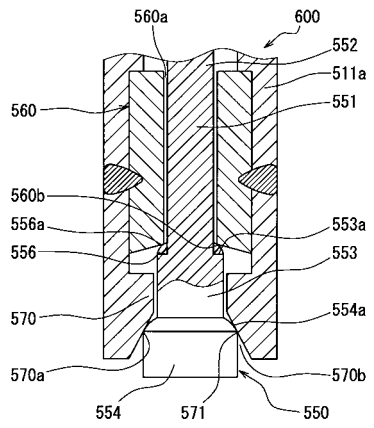
【図10】



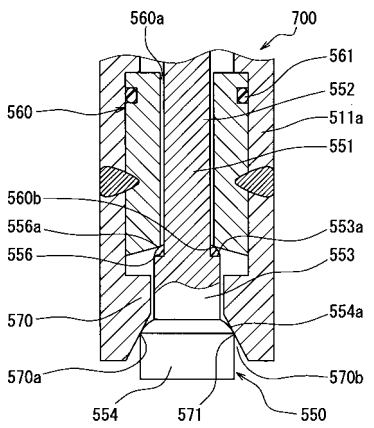
【図11】



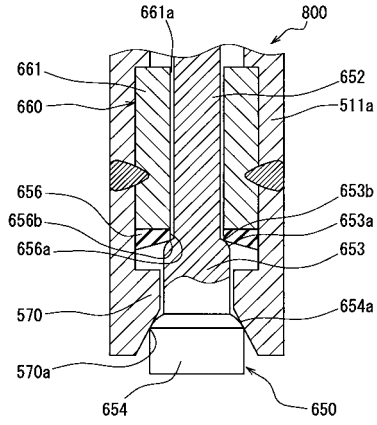
【図12】



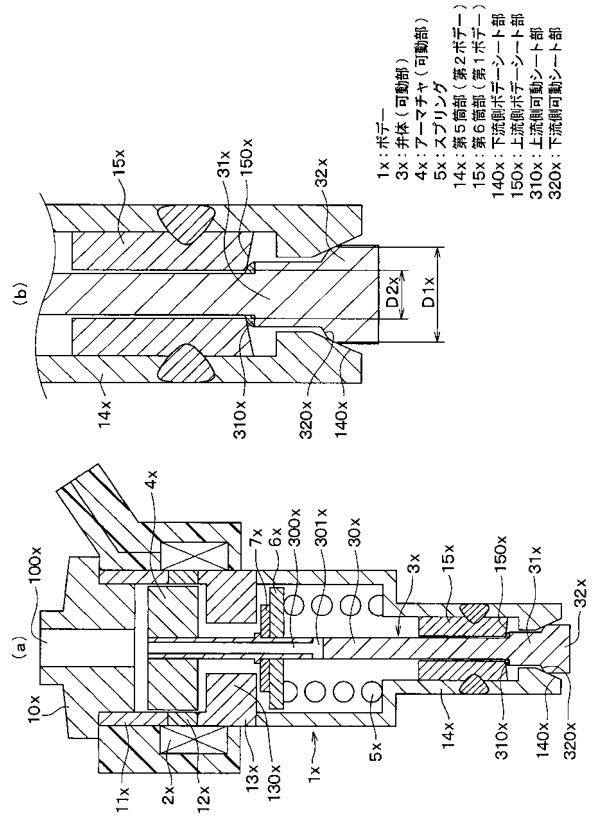
【図13】



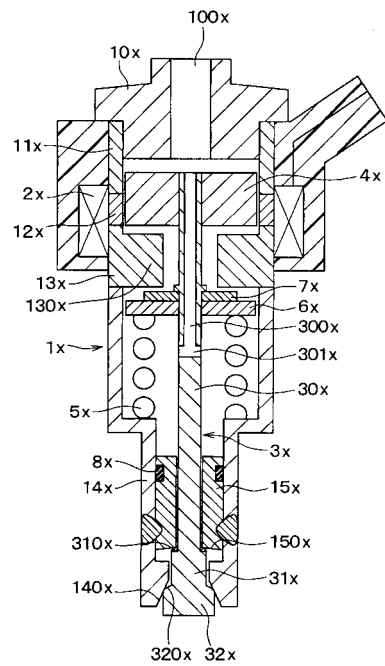
【図14】



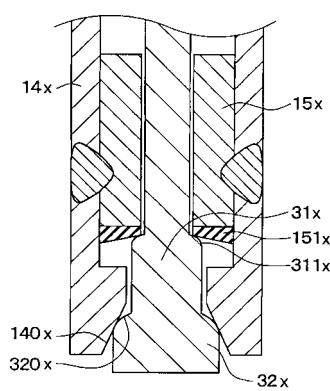
【図15】



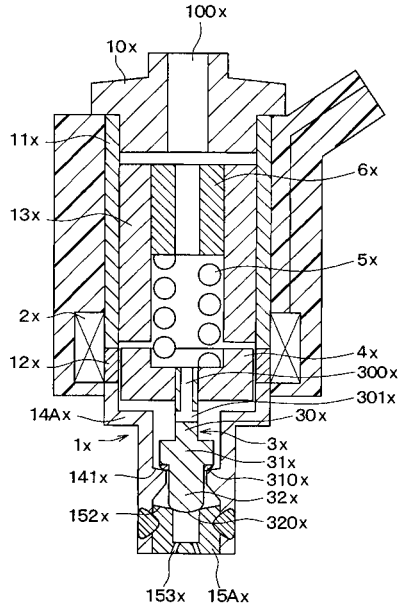
【図16】



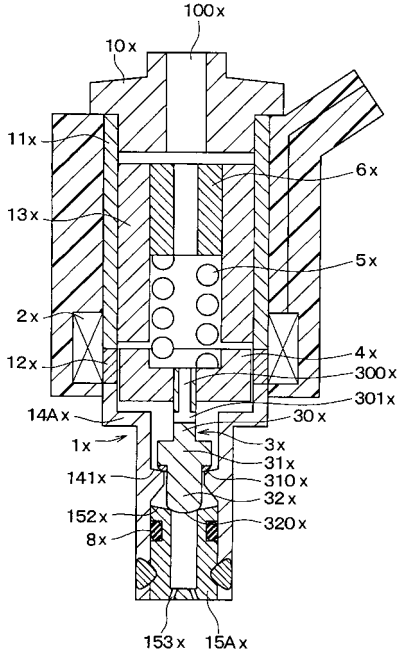
【図17】



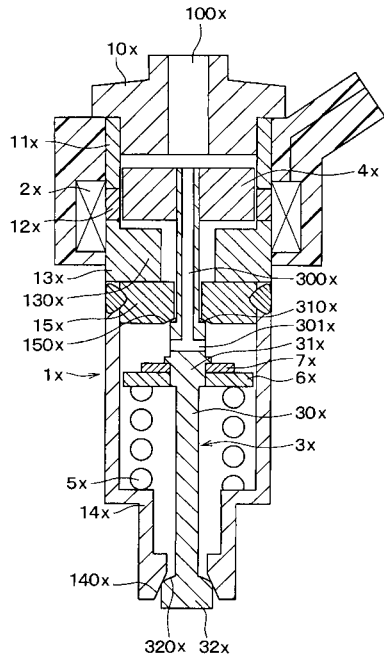
【図18】



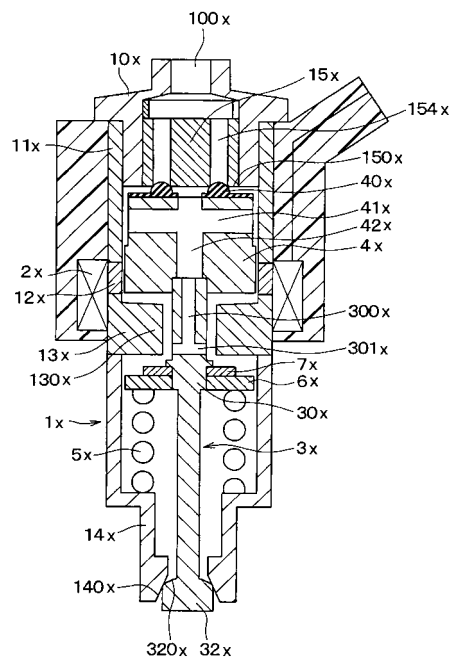
【図19】



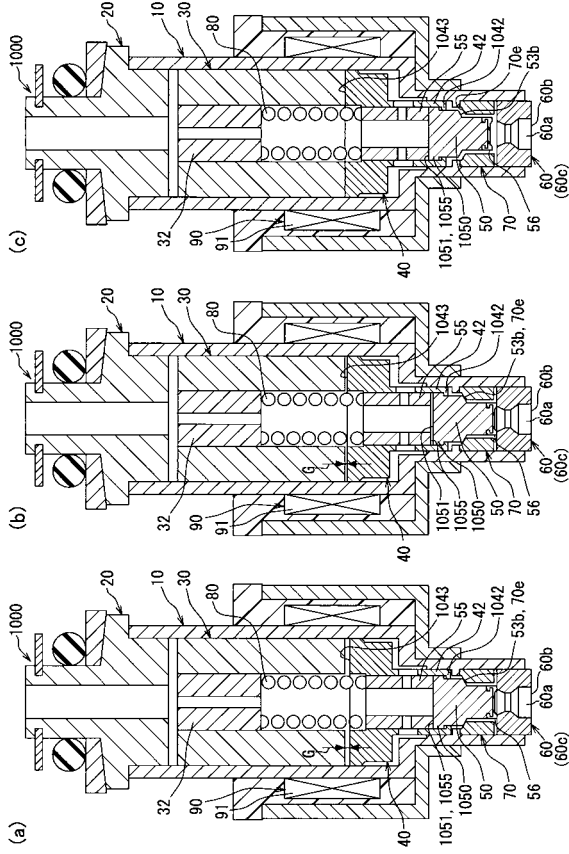
【図20】



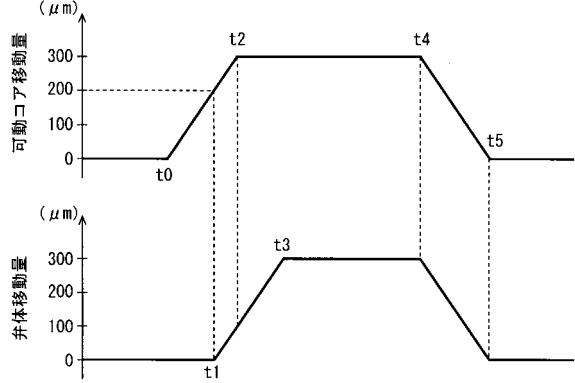
【図21】



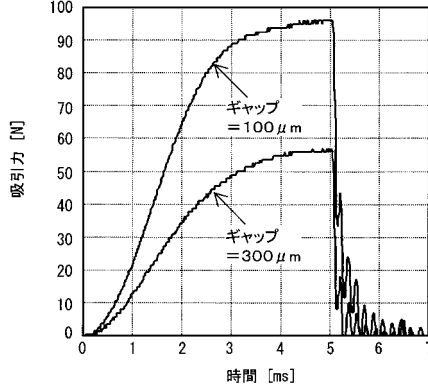
【図22】



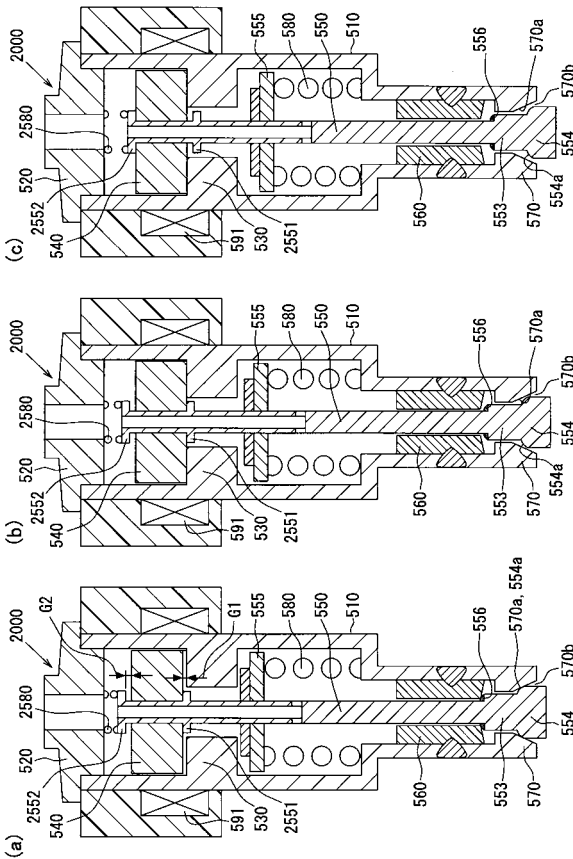
【図23】



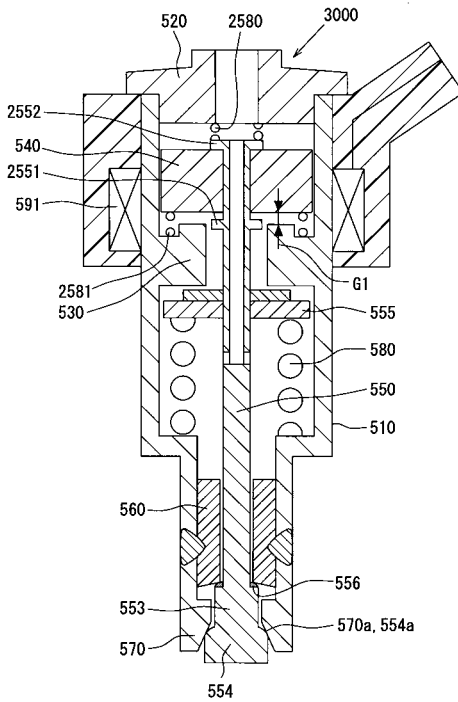
【図24】



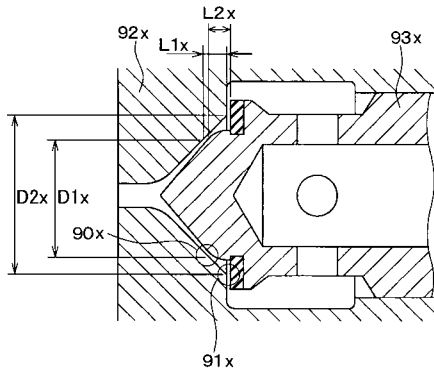
【図25】



【図26】



【図 27】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 51/06 R
F 0 2 M 51/06 U
F 0 2 M 51/08 M

(72)発明者 古川 隆
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

(56)参考文献 特開2002-227742(JP,A)
特開2011-132974(JP,A)
実開平05-6150(JP,U)
特開2009-180137(JP,A)
特開2007-321677(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 M 5 1 / 0 6
F 0 2 M 2 1 / 0 2
F 0 2 M 5 1 / 0 8