

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6677195号
(P6677195)

(45) 発行日 令和2年4月8日 (2020. 4. 8)

(24) 登録日 令和2年3月17日 (2020. 3. 17)

(51) Int.Cl.

F I

FO2M 51/06 (2006.01)

FO2M 51/06 U

FO2M 51/06 A

FO2M 51/06 G

請求項の数 10 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2017-40730 (P2017-40730)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成29年3月3日 (2017. 3. 3)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-145850 (P2018-145850A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成30年9月20日 (2018. 9. 20)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成31年3月6日 (2019. 3. 6)		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	西前 誠
			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	松本 修一
			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】

燃料を噴孔（23a）から噴射する燃料噴射弁（1）であって、
通電により磁束を生じさせるコイル（70）と、
前記磁束の通路になる固定コア（50，51）と、
前記磁束の通路になることで前記固定コアに吸引される可動コア（41）と、
前記固定コアよりも磁性が弱い金属製部材で形成され、前記固定コアに対して、前記固定コアの中心軸線方向にずれて配置される磁束規制部（60）と、
を備え、

前記固定コアと前記磁束規制部との境界部を規制境界部（Q1，Q2）と称し、前記規制境界部を前記可動コア側に向けて延ばした仮想の延長線を境界延長線（N1，N2）と称すると、

前記規制境界部は、その全域が直線状に形成され、
前記規制境界部は、前記境界延長線が前記噴孔から離れるほど前記中心軸線から離れるように、前記中心軸線方向に対して傾斜している、燃料噴射弁。

【請求項 2】

前記規制境界部について前記固定コアと前記磁束規制部とが溶接により一体化された溶接部（101，102）を備え、

前記溶接部は、
前記規制境界部の内側端部（Q1a，Q2a）から外側端部（Q1b，Q2b）に向け

10

20

て延びている内側溶接部（１０１ａ，１０２ａ）と、

前記規制境界部の前記外側端部から前記内側端部に向けて延びている外側溶接部（１０１ｂ，１０２ｂ）と、

を有している、請求項１に記載の燃料噴射弁。

【請求項３】

前記内側溶接部と前記外側溶接部とは、前記規制境界部の中間位置において互いに接続されている、請求項２に記載の燃料噴射弁。

【請求項４】

前記固定コアとして、第１固定コア（５０）と、前記第１固定コアよりも前記噴孔側に設けられた第２固定コア（５１）とを備え、

前記磁束規制部は、前記コイルの軸線方向において前記第１固定コアと前記第２固定コアとの間に設けられており、

前記第１固定コアと前記磁束規制部との境界部を前記規制境界部としての第１境界部（Ｑ１）と称し、前記第２固定コアと前記磁束規制部との境界部を前記規制境界部としての第２境界部（Ｑ２）と称し、前記第１境界部を前記コイルの径方向内側に向けて延ばした仮想の延長線を前記境界延長線としての第１延長線（Ｎ１）と称し、前記第２境界部を前記コイルの径方向内側に向けて延ばした仮想の延長線を前記境界延長線としての第２延長線（Ｎ２）と称すると、

前記第１延長線及び前記第２延長線の少なくとも一方は、前記固定コア及び前記磁束規制部の両方について前記可動コアを挟んで反対側の部分よりも前記噴孔側を通るように、前記コイルの軸線であるコイル軸線（Ｃ）に対して傾斜している、請求項１～３のいずれか１つに記載の燃料噴射弁。

【請求項５】

前記コイル軸線に対する前記第１境界部の傾斜角度（１）が、前記コイル軸線に対する前記第２境界部の傾斜角度（２）に比べて小さい、請求項４に記載の燃料噴射弁。

【請求項６】

前記第１延長線と前記コイル軸線とが交差する第１軸交点（Ｐｎ１）は、前記第２延長線と前記コイル軸線とが交差する第２軸交点（Ｐｎ２）よりも、前記噴孔とは反対側に配置されている、請求項４又は５に記載の燃料噴射弁。

【請求項７】

前記第１固定コアの外周面（５０ｃ）及び前記第２固定コアの外周面（５１ｄ）のうち径方向外側にある方の外周面（５１ｄ）を前記噴孔側に向けて延ばした仮想の延長線を外面延長線（Ｎ３）と称すると、

前記外面延長線と前記第１延長線とが交差する第１外交点（Ｐｎ３）は、前記外面延長線と前記第２延長線とが交差する第２外交点（Ｐｎ４）よりも、前記噴孔側に配置されている、請求項４～６のいずれか１つに記載の燃料噴射弁。

【請求項８】

燃料を噴射する噴孔（２３ａ）と、

通電により磁束を生じさせるコイル（７０）と、

前記磁束の通路になる固定コア（５０，５１）と、

前記磁束の通路になることで前記固定コアに吸引される可動コア（４１）と、

前記固定コアよりも磁性が弱い金属製部材で形成され、前記固定コアに対して、前記固定コアの中心軸線方向にずれて配置される磁束規制部（６０）と、

を備え、

前記固定コアと前記磁束規制部との境界部を規制境界部（Ｑ１，Ｑ２）と称し、前記規制境界部を前記可動コア側に向けて延ばした仮想の延長線を境界延長線（Ｎ１，Ｎ２）と称すると、

前記規制境界部は、その全域が直線状に形成され、

前記規制境界部は、前記境界延長線が前記噴孔から離れるほど前記中心軸線から離れるように、前記中心軸線方向に対して傾斜している、燃料噴射弁（１）を製造する製造方法

10

20

30

40

50

であって、

前記固定コアと前記磁束規制部とを溶接するために、前記規制境界部に対して径方向外側及び径方向内側のそれぞれから熱を加える、燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 9】

前記固定コアと前記磁束規制部との溶接を行った後、前記固定コアについて、前記可動コアに対向する部分を除去することで、前記磁束の通路として前記可動コアに吸引される吸引面（50a, 52a）を形成する、請求項 8 に記載の燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 10】

前記固定コアと前記磁束規制部との溶接を行った後、前記磁束規制部について、前記可動コアに対向する部分を除去することで、前記噴孔に燃料を流通させる流通路（F）の一部を形成する流通路面（50a, 52b, 60c）を形成する、請求項 8 又は 9 に記載の燃料噴射弁の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この明細書による開示は、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】

燃料を噴孔から噴射する燃料噴射弁として、例えば特許文献 1 には、ヨークとして機能し且つ弁体を収容した弁ハウジングと、通電により磁束を生じさせるコイルと、その磁束の通路になる固定コア及び可動コアとを有する燃料噴射弁が開示されている。この燃料噴射弁においては、磁束が固定コア、可動コア及び弁ハウジングを通ることで、固定コアと可動コアとの吸引力が発生する。この燃料噴射弁は、更に、非磁性部材であるシールリングを有している。このシールリングは、コイルの軸線方向において固定コアと弁ハウジングとの間に設けられていることで、磁束が可動コアを通らずに固定コアと弁ハウジングとを短絡的に通ることを規制する。シールリングと固定コアとの境界部には、コイルの軸線方向にほぼ直交して延びた部分が含まれている。また、シールリングや固定コアの内周側には、噴孔に燃料を流通させる流通路が形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 196486 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の構成では、流通路での燃料圧力が高いほど、コイルの軸線方向においてシールリングと固定コアとが離間することや、これらシールリングと固定コアとの間から燃料が外部に漏れ出すことが懸念される。すなわち、燃料噴射弁からの燃料の噴射が適正に行われなことが懸念される。

【0005】

そこで、燃料噴射弁の製造時において、シールリングと固定コアとを溶接することが考えられる。ここで、上記特許文献 1 のように、シールリングと固定コアとの境界部がコイルの軸線方向にほぼ直交した部分を有する構成では、シールリングや固定コアの内部空間が狭小であることに起因して、溶接のための熱を径方向内側から加えることが困難になる。この場合、熱を径方向外側から加えざるを得ず、径方向におけるシールリングと固定コアとの境界部の長さによっては、この境界部の径方向内側の端部にて溶接が適正に行われなことが懸念される。すなわち、シールリングと固定コアとの固定強度が不足して、シールリングと固定コアとの離間や燃料漏れなどの発生が懸念される。

【0006】

本開示の目的は、燃料を適正に噴射することができる燃料噴射弁を提供することにある

10

20

30

40

50

。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、開示された第1の態様は、
燃料を噴孔（23a）から噴射する燃料噴射弁（1）であって、
通電により磁束を生じさせるコイル（70）と、
磁束の通路になる固定コア（50，51）と、
磁束の通路になることで固定コアに吸引される可動コア（41）と、
固定コアよりも磁性が弱い金属製部材で形成され、固定コアに対して、固定コアの中心軸線方向にずれて配置される磁束規制部（60）と、
を備え、

10

固定コアと磁束規制部との境界部を規制境界部（Q1，Q2）と称し、規制境界部を可動コア側に向けて延ばした仮想の延長線を境界延長線（N1，N2）と称すると、
規制境界部は、その全域が直線状に形成され、
規制境界部は、境界延長線が噴孔から離れるほど中心軸線から離れるように、中心軸線方向に対して傾斜している、燃料噴射弁である。

【0008】

第1の態様によれば、固定コアと磁束規制部とが軸方向にずれているため、これら固定コアと磁束規制部とを溶接により接合することができる。このため、コイルの軸線方向において固定コアと磁束規制部とが離間することや、固定コアと磁束規制部との間から燃料

20

【0009】

ここで、燃料噴射弁での燃料圧力が高いほど、その燃料圧力に耐えるために溶接面積を大きくする必要が生じ、コイルの径方向において規制境界部の全体にて固定コアと磁束規制部とを溶接する方法が考えられる。そして、更に溶接面積を大きくするには、コイルの径方向において規制境界部の長さ寸法を大きくする方法が考えられるが、このような場合、径方向外側から熱を加えただけでは規制境界部の内側端部まで適正に溶接できないことが懸念される。

【0010】

これに対して、上記第1の態様によれば、規制境界部に対して径方向外側から溶接のための熱を加えることはもちろんのこと、径方向内側から熱を加えることが容易になる。

30

【0011】

第2の態様は、
燃料を噴射する噴孔（23a）と、
通電により磁束を生じさせるコイル（70）と、
磁束の通路になる固定コア（50，51）と、
磁束の通路になることで固定コアに吸引される可動コア（41）と、
固定コアよりも磁性が弱い金属製部材で形成され、固定コアに対して、固定コアの中心軸線方向にずれて配置される磁束規制部（60）と、
を備え、

40

固定コアと磁束規制部との境界部を規制境界部（Q1，Q2）と称し、規制境界部を可動コア側に向けて延ばした仮想の延長線を境界延長線（N1，N2）と称すると、
規制境界部は、その全域が直線状に形成され、
規制境界部は、境界延長線が噴孔から離れるほど中心軸線から離れるように、軸方向に対して傾斜している、燃料噴射弁（1）を製造する製造方法であって、

固定コアと磁束規制部とを溶接するために、規制境界部に対して径方向外側及び径方向内側のそれぞれから熱を加える、燃料噴射弁の製造方法である。

【0012】

第2の態様によれば、上記第1の態様と同様の効果を奏することができる。

【0013】

50

なお、特許請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、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にすぎず、技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1実施形態における燃料噴射弁の断面図。

【図2】図1の可動コア周辺の拡大図。

【図3】図1の第1溶接部及び第2溶接部周辺の拡大図。

【図4】境界部の延長線について説明するための図。

【図5】コアユニットについて説明するための図。

【図6】燃料噴射弁の製造方法について説明するための図。

【図7】コアユニットの溶接手順について説明するための図。

【図8】コアユニットの余剰部について説明するための図。

【図9】第2実施形態におけるコアユニットについて説明するための図。

【図10】第3実施形態におけるコアユニットについて説明するための図。

【図11】第4実施形態における第1溶接部及び第2溶接部周辺の拡大図。

【図12】変形例12における覆い体周辺の拡大図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施例の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成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複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

【0016】

(第1実施形態)

図1に示す燃料噴射弁1は、点火式の内燃機関であるガソリンエンジンに搭載されており、多気筒エンジンの各燃焼室へ直接燃料を噴射するものである。燃料噴射弁1へ供給される燃料は、図示しない燃料ポンプにより圧送され、燃料ポンプはエンジンの回転駆動力により駆動する。燃料噴射弁1は、ケース10、ノズルボデー20、弁体30、可動コア41、固定コア50、51、非磁性部材60、コイル70、配管接続部80等を備えて構成されている。

【0017】

ケース10は、金属製であり、コイル70の中心線であるコイル軸線Cが延びる方向(以下、軸線方向と記載)に延びる円筒形状である。なお、コイル70のコイル軸線Cと、ケース10、ノズルボデー20、弁体30、可動コア41、固定コア50、51および非磁性部材60の中心軸線とは一致する。なお、軸線方向が軸方向に相当する。

【0018】

ノズルボデー20は、金属製であり、ケース10内に挿入配置されてケース10と係合するボデー本体部21と、ボデー本体部21からケース10外部に延出するノズル部22とを有する。ボデー本体部21及びノズル部22は、いずれも軸線方向に延びる円筒形状であり、ノズル部22の先端には噴孔部材23が取り付けられている。

【0019】

噴孔部材23は、金属製であり、ノズル部22に溶接で固定されている。噴孔部材23は軸線方向に延びる有底の円筒形状であり、噴孔部材23の先端には、燃料を噴射する噴孔23aが形成されている。噴孔部材23の内周面には、弁体30が離着座する着座面23sが形成されている。

【0020】

弁体 30 は、金属製であり、軸線方向に沿って延びる円柱形状である。弁体 30 は、軸線方向に移動可能な状態でノズルボデー 20 の内部に組み付けられており、弁体 30 の外周面 30 a とノズルボデー 20 の内周面 20 a との間で、軸線方向に延びる環状の流通路が形成されている。この流通路を下流通路 F 30 と称する。弁体 30 の噴孔 23 a 側の端部には、着座面 23 s に離着座する、環状のシート面 30 s が形成されている。

【0021】

弁体 30 のうち噴孔 23 a の反対側（以下、反噴孔側と記載）の端部には、連結部材 31 が溶接等により固定して取り付けられている。さらに、連結部材 31 の反噴孔側端部には、オリフィス部材 32 および可動コア 41 が取り付けられている。

【0022】

図 2、図 3 に示すように、連結部材 31 は軸線方向に延びる円筒形状であり、円筒内部が燃料を流通させる流通路 F 23 として機能する。オリフィス部材 32 は、連結部材 31 の円筒内周面に溶接等により固定され、可動コア 41 は、連結部材 31 の円筒外周面に溶接等により固定されている。連結部材 31 の反噴孔側端部には、径方向に拡大する拡径部 31 a が形成されている。拡径部 31 a の噴孔側端面が可動コア 41 と係合することで、連結部材 31 が可動コア 41 に対して噴孔側に抜け出ることを防止している。

【0023】

オリフィス部材 32 は軸線方向に延びる円筒形状であり、円筒内部が燃料を流通させる流通路 F 21 として機能する。オリフィス部材 32 の噴孔側端部には、流通路 F 21 の通路面積を部分的に狭くして流量を絞る絞り部としてのオリフィス 32 a が形成されている。流通路 F 21 のうちオリフィス 32 a により絞られた部分を絞り流通路 F 22 と呼ぶ。

【0024】

絞り流通路 F 22 は弁体 30 の中心軸線上に位置する。絞り流通路 F 22 の流路長さは絞り流通路 F 22 の直径よりも短い。オリフィス部材 32 の反噴孔側端部には、径方向に拡大する拡径部 32 b が形成されている。拡径部 32 b の噴孔側端面が連結部材 31 と係合することで、オリフィス部材 32 が連結部材 31 に対して噴孔側に抜け出ることを防止している。

【0025】

可動構造体 M は、移動部材 35 及び押付用弾性部材 S P 2 を有している。移動部材 35 は、オリフィス部材 32 に対して軸線方向に相対移動可能な状態で、連結部材 31 の内部の流通路 F 23 に配置されている。

【0026】

移動部材 35 は、軸線方向に延びる金属製の円柱形状であり、オリフィス部材 32 の下流側に配置されている。移動部材 35 の円柱中心部分には軸線方向に貫通する貫通穴が形成されている。この貫通穴は、流通路 F の一部であり絞り流通路 F 22 と連通し、絞り流通路 F 22 よりも通路面積が小さいサブ絞り流通路 38 として機能する。移動部材 35 は、絞り流通路 F 22 を覆うシール面 36 a が形成されたシール部 36 と、押付用弾性部材 S P 2 と係合する係合部 37 とを有する。

【0027】

係合部 37 はシール部 36 よりも小径であり、コイル形状の押付用弾性部材 S P 2 が係合部 37 に嵌め込まれている。これにより、押付用弾性部材 S P 2 の径方向への移動が係合部 37 で規制される。押付用弾性部材 S P 2 の一端はシール部 36 の下端面に支持され、押付用弾性部材 S P 2 の他端は連結部材 31 に支持される。押付用弾性部材 S P 2 は、軸線方向に弾性変形して弾性力を移動部材 35 へ付与し、移動部材 35 のシール面 36 a は、オリフィス部材 32 の下端面に弾性力で押し付けられて密着する。

【0028】

可動コア 41 は、金属製の円環状部材である。可動コア 41 は、可動内側部 42 及び可動外側部 43 を有しており、いずれも円環状になっている。可動内側部 42 は可動コア 41 の内周面を形成し、可動外側部 43 は可動内側部 42 の径方向外側に配置されている。可動コア 41 は、反噴孔側を向いた可動上面 41 a を有しており、可動上面 41 a は、可

10

20

30

40

50

動コア 4 1 の上端面を形成している。可動上面 4 1 a には段差が形成されている。具体的には、可動外側部 4 3 は反噴孔側を向いた可動外側上面 4 3 a を有し、可動内側部 4 2 は反噴孔側を向いた可動内側上面 4 2 a を有しており、可動外側上面 4 3 a が可動内側上面 4 2 a よりも噴孔側にあることで、可動上面 4 1 a に段差が形成されている。可動内側上面 4 2 a 及び可動外側上面 4 3 a は、いずれも軸線方向に直交している。

【 0 0 2 9 】

可動コア 4 1 は、噴孔側を向いた可動下面 4 1 b を有しており、この可動下面 4 1 b は、径方向において可動内側部 4 2 と可動外側部 4 3 とに跨った状態で、可動コア 4 1 において平坦な下端面を形成している。可動下面 4 1 b においては、可動内側部 4 2 と可動外側部 4 3 との境界部に段差が形成されていない。軸線方向においては、可動外側部 4 3 の高さ寸法が可動内側部 4 2 の高さ寸法より小さくなっており、可動コア 4 1 は、可動外側部 4 3 が可動内側部 4 2 から外周側に突出したような形状になっている。

10

【 0 0 3 0 】

可動コア 4 1 は、連結部材 3 1、弁体 3 0、オリフィス部材 3 2、および以下に説明する摺動部材 3 3 と一体となって軸線方向に移動する。これらの可動コア 4 1、連結部材 3 1、弁体 3 0、オリフィス部材 3 2 および摺動部材 3 3 は、一体となって軸線方向に移動する可動構造体 M に相当する。

【 0 0 3 1 】

摺動部材 3 3 は、可動コア 4 1 とは別体であるが、溶接等により可動コア 4 1 に固定されている。摺動部材 3 3 を可動コア 4 1 と別体にするすることで、摺動部材 3 3 を可動コア 4 1 とは材質や材料が異なる構成を容易に実現できるようにしている。可動コア 4 1 には、摺動部材 3 3 に比べて高磁性の材料が用いられており、摺動部材 3 3 には、可動コア 4 1 に比べて耐摩耗性の高い材料が用いられている。

20

【 0 0 3 2 】

摺動部材 3 3 は円筒形状であり、摺動部材 3 3 の円筒外周面は、ノズルボデー 2 0 側の部材に対して摺動する摺動面 3 3 a として機能する。摺動部材 3 3 の反噴孔側の面は、可動コア 4 1 の噴孔側の面に溶接等により接合されており、摺動部材 3 3 と可動コア 4 1 との間を燃料が通過しないようになっている。摺動部材 3 3 の反噴孔側端部には、径方向に縮小する縮径部 3 3 c が形成されている。ボデー本体部 2 1 には支持部材 2 4 が固定されており、支持部材 2 4 には、径方向に縮小する縮径部 2 4 a が形成されている。摺動部材 3 3 と支持部材 2 4 とは軸線方向において並べて配置されており、可動構造体 M の移動に伴って摺動部材 3 3 と支持部材 2 4 との離間距離は増減する。この離間距離は、弁体 3 0 が閉弁状態にある場合に最小になるが、この場合でも摺動部材 3 3 は支持部材 2 4 から反噴孔側に離間している。

30

【 0 0 3 3 】

可動構造体 M には、ノズルボデー 2 0 に対して可動構造体 M を軸線方向に移動可能に摺動させつつ径方向に支持するガイド部が設けられている。ガイド部は、軸線方向の 2 箇所設けられており、軸線方向のうち噴孔 2 3 a の側に位置するガイド部を噴孔側ガイド部 3 0 b (図 1 参照) と呼び、反噴孔側に位置するガイド部を反噴孔側ガイド部 3 1 b と呼ぶ。噴孔側ガイド部 3 0 b は、弁体 3 0 の外周面に形成され、噴孔部材 2 3 の内周面に摺動可能に支持される。反噴孔側ガイド部 3 1 b は、連結部材 3 1 の外周面に形成され、支持部材 2 4 の内周面に摺動可能に支持される。

40

【 0 0 3 4 】

固定コア 5 0 , 5 1 は、ケース 1 0 の内部に固定して配置されている。固定コア 5 0 , 5 1 は、軸線方向の周りに延びる環状の金属製である。第 1 固定コア 5 0 は、コイル 7 0 の内周側に設けられており、第 1 固定コア 5 0 の外周面とコイル 7 0 の内周面とが対向している。第 1 固定コア 5 0 は、噴孔側を向いた第 1 下面 5 0 a を有しており、この第 1 下面 5 0 a は、第 1 固定コア 5 0 の下端面を形成し、軸線方向に直交している。第 1 固定コア 5 0 は、可動コア 4 1 の反噴孔側に設けられており、第 1 下面 5 0 a は可動コア 4 1 の可動内側上面 4 2 a に対向している。また、第 1 固定コア 5 0 は、第 1 傾斜面 5 0 b 及び

50

第1外面50cを有している。第1傾斜面50bは、第1下面50aの外周側端部から反噴孔側に向けて斜めに延びている。第1外面50cは、第1固定コア50の外周面であり、第1傾斜面50bの反噴孔側の上端部から軸線方向に延びている。第1固定コア50は、第1下面50aと第1外面50cとの出隅部分が第1傾斜面50bにより面取りされたような形状になっている。

【0035】

第2固定コア51は、コイル70の噴孔側に設けられており、全体として円環状になっている。第2内側部52及び第2外側部53を有しており、いずれも円環状になっている。第2外側部53は第2固定コア51の外周面を形成しており、第2内側部52は第2外側部53の内周側に配置されている。第2固定コア51は噴孔側を向いた第2下面51aを有しており、第2下面51aは、第2固定コア51の下端面を形成し、軸線方向に直交している。第2下面51aには段差が形成されている。具体的には、第2内側部52は噴孔側を向いた第2内側下面52aを有し、第2外側部53は噴孔側を向いた第2外側下面53aを有しており、第2内側下面52aが第2外側下面53aよりも反噴孔側にあることで、第2下面51aに段差が形成されている。軸線方向においては、第2内側部52の高さ寸法が第2外側部53の高さ寸法より小さくなっており、第2固定コア51は、第2内側部52が第2外側部53から内周側に突出したような形状になっている。

10

【0036】

第2固定コア51の第2内側部52は、可動コア41の可動外側部43よりも反噴孔側に配置されており、これら第2内側部52と可動外側部43とは軸線方向に並んでいる。この場合、軸線方向において第2内側下面52aと可動外側上面43aとが対向している。

20

【0037】

第2固定コア51においては、第2外側部53がボデー本体部21の反噴孔側に設けられている。ここで、ボデー本体部21は、径方向外側の端部から反噴孔側に向けて延びた円環状の外側延出部211を有している。外側延出部211は、ボデー本体部21の上端面において径方向内側の端部から離間していることで、ボデー本体部21の上端面に段差を形成している。ボデー本体部21は、本体内側上面21a、本体外側上面21b、本体外側内面21c、本体内側内面21dを有しており、本体内側上面21a及び本体外側上面21bは反噴孔側を向き、本体外側内面21c及び本体内側内面21dは径方向内側を向いている。本体外側上面21bは外側延出部211の上端面であり、本体外側内面21cは外側延出部211の内周面である。本体内側内面21dは、本体内側上面21aの径方向内側の端部から噴孔側に向けて延びており、ボデー本体部21の内周面である。本体内側上面21aは、ボデー本体部21の上端面のうち本体外側内面21cよりも径方向内側の部分である。本体内側上面21a及び本体外側上面21bは軸線方向に直交しており、本体外側内面21cは軸線方向に平行に延びている。

30

【0038】

第2固定コア51においては、第2外側下面53aが本体外側上面21bに重ねられており、この重ねられた部分において第2固定コア51とボデー本体部21とが溶接により接合されている。溶接が行われる前の状態においては、第2外側下面53a及び本体外側上面21bが第2固定コア51とボデー本体部21との境界部である固定境界部Qに含まれている。径方向において、第2外側下面53aの幅寸法と本体外側上面21bの幅寸法とは同じになっており、これら第2外側下面53aと本体外側上面21bとはそれぞれの全体が互いに重なっている。第2外側部53の外周面及びボデー本体部21の外周面はそれぞれケース10の内周面に重なっている。

40

【0039】

第2固定コア51は、第2上面51b及び第2傾斜面51cを有している。第2傾斜面51cは、第2内側部52の内周面である第2内側内面52bから反噴孔側に向けて斜めに延びており、第2上面51bは、第2傾斜面51cの上端部から径方向に延びている。この場合、第2上面51b及び第2傾斜面51cは、第2固定コア51の上端面を形成し

50

ている。第2傾斜面51cは、径方向において第2内側部52と第2外側部53とに跨った状態になっている。第2固定コア51は、第2上面51bと外周面との出隅部分が第2傾斜面51cにより面取りされたような形状になっている。

【0040】

また、第2固定コア51は、第2外面51dを有している。第2外面51dは、第2固定コア51の外周面であり、軸線方向に延びていることで第2下面51aと第2上面51bとを接続している。第2外面51dは、コイル軸線Cと平行に延びている。なお、第2外側部53の外周面は第2外面51dにより形成されている。

【0041】

非磁性部材60は、軸線方向の周りに延びる環状の金属製部材であり、第1固定コア50と第2固定コア51との間に設けられている。非磁性部材60は、固定コア50、51や可動コア41よりも磁性が弱く、例えば非磁性体により形成されている。この非磁性部材60と同様に、ボデー本体部21も、固定コア50、51や可動コア41に比べて磁性が弱く、例えば非磁性体により形成されている。一方、固定コア50、51及び可動コア41は磁性を有しており、例えば強磁性体により形成されている。

【0042】

なお、非磁性部材60は、磁束が可動コア41や固定コア50、51を避けて通ることを規制する磁束規制部に相当する。非磁性部材60については、磁束が可動コア41を通らずに固定コア50、51を磁氣的に短絡して通ることを規制する短絡規制部と称することもできる。また、固定コア50、51及び可動コア41を、磁束の通路になりやすい磁束通路部材と称することもできる。ノズルボデー20については、ボデー本体部21及びノズル部22が金属材料により一体成型されていることで、ボデー本体部21及びノズル部22の両方が磁性の弱くなっている。

【0043】

非磁性部材60は、上傾斜面60a及び下傾斜面60bを有している。上傾斜面60aは軸線方向に対して傾斜した状態で反噴孔側を向いており、下傾斜面60bは軸線方向に対して傾斜した状態で噴孔側を向いている。第1傾斜面50bと第2傾斜面51cとは、それぞれの少なくとも一部が軸線方向に並んでおり、非磁性部材60は、少なくとも軸線方向においてこれら傾斜面50b、51cの間に入り込んだ状態になっている。

【0044】

また、非磁性部材60は、非磁性内面60c及び非磁性外面60dを有している。非磁性内面60cは、上傾斜面60a及び下傾斜面60bのそれぞれの径方向内側の端部同士を接続しており、径方向内側を向いていることで非磁性部材60の内周面を形成している。非磁性外面60dは、上傾斜面60a及び下傾斜面60bのそれぞれの径方向外側の端部同士を接続しており、径方向外側を向いていることで非磁性部材60の外周面を形成している。

【0045】

図3に示すように、上傾斜面60aは、第1固定コア50の第1傾斜面50bに重ねられており、これら上傾斜面60aと第1傾斜面50bとはレーザ溶接等の溶接により接合されている。溶接が行われる前の状態においては、上傾斜面60a及び第1傾斜面50bが、第1固定コア50と非磁性部材60との境界部である第1境界部Q1に含まれている。ここで、第1固定コア50と非磁性部材60とが溶接された部分を第1溶接部101と称すると、この第1溶接部101には第1境界部Q1の全体が含まれている。すなわち、第1溶接部101には、第1境界部Q1の両端部がそれぞれ含まれている。第1溶接部101は、第1固定コア50及び非磁性部材60のうち、加熱されることで溶融して混じり合った後に冷えて固化した部分である。

【0046】

下傾斜面60bは、第2固定コア51の第2傾斜面51cに重ねられており、これら下傾斜面60bと第2傾斜面51cとはレーザ溶接等の溶接により接合されている。溶接が行われる前の状態においては、下傾斜面60b及び第2傾斜面51cが、第2固定コア5

10

20

30

40

50

1 と非磁性部材 6 0 との境界部である第 2 境界部 Q 2 に含まれている。ここで、第 2 固定コア 5 1 と非磁性部材 6 0 とが溶接された部分を第 2 溶接部 1 0 2 と称すると、この第 2 溶接部 1 0 2 には第 2 境界部 Q 2 の全体が含まれている。すなわち、第 2 溶接部 1 0 2 には、第 2 境界部 Q 2 の両端部のそれぞれが含まれている。また、第 2 溶接部 1 0 2 は、軸線方向において第 1 溶接部 1 0 1 よりも噴孔側に配置されている。第 2 溶接部 1 0 2 は、第 2 固定コア 5 1 及び非磁性部材 6 0 のうち、加熱されることで溶融して混じり合った後に冷えて固化した部分である。

【 0 0 4 7 】

溶接部 1 0 1 , 1 0 2 については、図 3 に網点で図示し、この図 3 においては境界部 Q 1 , Q 2 を仮想線で図示している。その一方で、図 3 以外の図 2 等では、溶接部 1 0 1 , 1 0 2 の図示を省略しているが、実際には、図 3 に示すように、固定コア 5 0 , 5 1 及び非磁性部材 6 0 の各一部と境界部 Q 1 , Q 2 とは溶接部 1 0 1 , 1 0 2 により消失している。

10

【 0 0 4 8 】

図 4、図 5 に示すように、第 1 境界部 Q 1 及び第 2 境界部 Q 2 は、コイル軸線 C に対して傾斜した状態で真っ直ぐに延びている。第 1 境界部 Q 1 をコイル軸線 C 側及び反対側に向けて延長させた延長線を第 1 延長線 N 1 と称すると、この第 1 延長線 N 1 とコイル軸線 C との間の第 1 角度 θ_1 は 90 度より小さくなっている。第 2 境界部 Q 2 をコイル軸線 C 側及び反対側に向けて延長させた延長線を第 2 延長線 N 2 と称すると、この第 2 延長線 N 2 とコイル軸線 C との間の第 2 角度 θ_2 も 90 度より小さくなっている。第 1 角度 θ_1 は第 2 角度 θ_2 より小さくあり、第 1 延長線 N 1 と第 2 延長線 N 2 とは延長交点 P n にて交差している。

20

【 0 0 4 9 】

なお、第 1 境界部 Q 1 及び第 2 境界部 Q 2 は規制境界部に相当し、第 1 延長線 N 1 及び第 2 延長線 N 2 は境界延長線に相当し、第 1 角度 θ_1 及び第 2 角度 θ_2 が傾斜角度に相当する。また、第 2 延長線 N 2 が延びる方向における第 2 境界部 Q 2 の長さ寸法は、第 1 延長線 N 1 が延びる方向における第 1 境界部 Q 1 の長さ寸法より大きくなっている。コイル軸線 C と直交する径方向においても、第 2 境界部 Q 2 の長さ寸法は第 1 境界部 Q 1 の長さ寸法より大きくなっている。

【 0 0 5 0 】

延長線 N 1 , N 2 は、コイル軸線 C を挟んでこれら延長線 N 1 , N 2 の基端部とは反対側において、固定コア 5 0 , 5 1 及び非磁性部材 6 0 のいずれよりも噴孔側に配置されている。すなわち、延長線 N 1 , N 2 は、境界部 Q 1 , Q 2 とは異なる位置において、固定コア 5 0 , 5 1 及び非磁性部材 6 0 のいずれとも交差しないようになっている。

30

【 0 0 5 1 】

具体的には、第 1 延長線 N 1 の第 1 角度 θ_1 は、あらかじめ定められた第 1 基準角度 θ_{1n} より大きくなっている。ここで、第 1 境界部 Q 1 の噴孔側端部と第 2 固定コア 5 1 の噴孔側端部とを結んだ仮想線を第 1 基準線 L 1 n と称し、この第 1 基準線 L 1 n とコイル軸線 C との角度を第 1 基準角度 θ_{1n} としている。本実施形態では、径方向において第 1 境界部 Q 1 の内側端部 Q 1 a と、コイル軸線 C を挟んで反対側の第 2 外側下面 5 3 a の内側端部との離間距離を D 1 とし、軸線方向において第 1 境界部 Q 1 の内側端部 Q 1 a と第 2 外側下面 5 3 a との離間距離を H 1 と称する。そして、数式 $\tan \theta_{1n} = H 1 / D 1$ を用いることで第 1 基準角度 θ_{1n} を算出し、第 1 角度 θ_1 を $\theta_1 > \theta_{1n}$ になる値に設定する。これにより、第 1 角度 θ_1 の上限値が定められることになる。

40

【 0 0 5 2 】

同様に、第 2 延長線 N 2 の第 2 角度 θ_2 は、あらかじめ定められた第 2 基準角度 θ_{2n} より大きくなっている。ここで、第 2 境界部 Q 2 の噴孔側端部と第 2 固定コア 5 1 の噴孔側端部とを結んだ仮想線を第 2 基準線 L 2 n と称し、この第 2 基準線 L 2 n とコイル軸線 C との角度のうち最も小さい角度を第 2 基準角度 θ_{2n} としている。本実施形態では、径方向において第 2 境界部 Q 2 の内側端部 Q 2 a と、コイル軸線 C を挟んで反対側の第 2 外

50

側下面 5 3 a の内側端部との離間距離を D_2 とし、軸線方向において第 2 境界部 Q 2 の内側端部 Q 2 a と第 2 外側下面 5 3 a との離間距離を H_2 と称する。そして、数式 $\tan 2n = H_2 / D_2$ を用いることで第 2 基準角度 $2n$ を算出し、第 1 角度 1 を $1 > 2n$ になる値に設定する。これにより、第 2 角度 2 の上限値が定められることになる。
【0053】

なお、第 1 角度 1 及び第 2 角度 2 は、延長線 N_1 , N_2 が弁体 3 0 に交差しない程度に大きい角度になっている。これにより、第 1 角度 1 及び第 2 角度 2 の下限値が定められることになる。ここでは、弁体 3 0 が開弁状態にある場合を想定している。また、第 1 境界部 Q 1 に関する離間距離 D_1 と、第 2 境界部 Q 2 に関する離間距離 D_2 とは同じ値になっているが、これら離間距離 D_1 , D_2 は互いに異なる値になっていてもよい。

10

【0054】

第 2 固定コア 5 1 について、軸線方向において第 2 外面 5 1 d を噴孔側に向けて延長させた延長線を外面延長線 N_3 と称すると、延長交点 P_n は、コイル 7 0 の径方向においてコイル軸線 C と外面延長線 N_3 との間に配置されている。この場合、第 2 境界部 Q 2 が第 1 境界部 Q 1 より噴孔側に配置されていることに起因して、第 2 延長線 N_2 とコイル軸線 C とが交差する第 2 軸交点 P_{n2} は、第 1 延長線 N_1 とコイル軸線 C とが交差する第 1 軸交点 P_{n1} より噴孔側に配置されている。また、第 2 延長線 N_2 と外面延長線 N_3 とが交差する第 2 外交点 P_{n4} は、第 1 延長線 N_1 と外面延長線 N_3 とが交差する第 1 外交点 P_{n3} より噴孔側ではなく反噴孔側に配置されている。

【0055】

20

図 2、図 3 に示すように、第 1 固定コア 5 0 の内周面には、円筒形状かつ金属製のストッパ 5 5 が固定されている。ストッパ 5 5 は、可動構造体 M の連結部材 3 1 と当接することで可動構造体 M が反噴孔側へ移動することを規制する部材であり、ストッパ 5 5 の下端面が連結部材 3 1 の拡径部 3 1 a の上端面に当接することで、可動構造体 M の移動が規制される。ストッパ 5 5 は、第 1 固定コア 5 0 よりも噴孔側に突出している。このため、ストッパ 5 5 により可動構造体 M の移動が規制された状態でも、固定コア 5 0 , 5 1 と可動コア 4 1 との間に所定のギャップが形成されている。このギャップは、第 1 下面 5 0 a と可動内側上面 4 2 a との間や、第 2 内側下面 5 2 a と可動外側上面 4 3 a との間に形成されている。図 3 等では、これらギャップを明確に図示するために、第 1 下面 5 0 a と可動内側上面 4 2 a との離間距離や、第 2 内側下面 5 2 a と可動外側上面 4 3 a との離間距離を実際よりも大きめに図示している。

30

【0056】

非磁性部材 6 0 および固定コア 5 0 の径方向外側には、コイル 7 0 が配置されている。コイル 7 0 は、樹脂製のボビン 7 1 に巻き回されている。ボビン 7 1 は、軸線方向を中心とした円筒形状である。したがって、コイル 7 0 は、軸線方向の周りに延びる環状に配置されることになる。ボビン 7 1 は、第 1 固定コア 5 0 及び非磁性部材 6 0 に当接している。ボビン 7 1 の外周側の開口部、上端面及び下端面は、樹脂製のカバー 7 2 で覆われている。

【0057】

カバー 7 2 とケース 1 0 との間には、ヨーク 7 5 が設けられている。ヨーク 7 5 は、第 2 固定コア 5 1 の反噴孔側に配置されており、第 2 固定コア 5 1 の第 2 上面 5 1 b に当接している。ヨーク 7 5 は、固定コア 5 0 , 5 1 や可動コア 4 1 と同様に磁性を有しており、例えば強磁性体により形成されている。なお、固定コア 5 0 , 5 1 や可動コア 4 1 は、流通路を形成するなど燃料に触れる位置に配置されており、耐油性を有している。これに対して、ヨーク 7 5 は、流通路を形成していないなど燃料に触れない位置に配置されており、耐油性を有していない。このため、ヨーク 7 5 は、固定コア 5 0 , 5 1 や可動コア 4 1 よりも更に高い磁性を有している。

40

【0058】

本実施形態では、第 2 固定コア 5 1 とボデー本体部 2 1 との固定境界部 Q を覆う覆い体 9 0 が、第 2 固定コア 5 1 及びボデー本体部 2 1 の内周側に設けられている。覆い体 9 0

50

は、環状であり、第2固定コア51の周方向において固定境界部Qの全体を覆っている。覆い体90は、固定境界部Qを軸線方向に跨いだ状態で、第2固定コア51及びボデー本体部21から径方向内側に突出している。ここで、ボデー本体部21は本体切欠部N21を有し、第2固定コア51は第2切欠部N51を有しており、覆い体90は、これら切欠部N21、N51に入り込んだ状態になっている。

【0059】

ボデー本体部21においては、本体切欠部N21が本体外側内面21c及び本体内側上面21aにより形成されている。本体切欠部N21は、軸線方向において噴孔側に開放されているとともに、径方向内側に開放されている。本体切欠部N21は、本体外側内面21cと本体内側上面21aとを接続する切欠傾斜面N21aを有しており、この切欠傾斜面N21aにより入隅部分が面取りされたような形状になっている。

10

【0060】

第2固定コア51においては、第2切欠部N51が第2内側下面52a及び第2外側内面53bにより形成されている。第2外側内面53bは、径方向内側を向いた状態で軸線方向に延びており、第2外側部53の内周面を形成している。第2切欠部N51は、第2固定コア51の第2下面51aの段差により形成されており、軸線方向において反噴孔側に開放されているとともに、径方向内側に開放されている。第2切欠部N51は、第2内側下面52aと第2外側内面53bとを接続する切欠傾斜面N51aを有しており、この切欠傾斜面N51aにより入隅部分が面取りされたような形状になっている。

【0061】

20

本体切欠部N21と第2切欠部N51とは軸線方向に連通されており、覆い体90は、これら切欠部N21、N51において第2内側下面52aと本体内側上面21aとの間に配置されている。ボデー本体部21の本体外側内面21cと第2固定コア51の第2外側内面53bとは、軸線方向において同一平面を形成している。覆い体90の外周面である覆い外面90aは、固定境界部Qを内側から覆った状態で本体外側内面21c及び第2外側内面53bの両方に重ねられている。ただし、覆い外面90aは、切欠傾斜面N21a、N51aには重なっていない。

【0062】

覆い体90は、覆い内側部92及び覆い外側部91を有している。覆い外側部91は覆い外面90aを形成しており、覆い内側部92は覆い外側部91の径方向内側に配置されている。覆い体90は、反噴孔側を向いた覆い上面90bと、噴孔側を向いた覆い下面90cとを有している。これら覆い上面90bと覆い下面90cとは同じ面積になっている。

30

【0063】

覆い上面90bには、覆い内側部92の反噴孔側の上端面が覆い外側部91の反噴孔側の上端面より噴孔側に配置されていることで段差が形成されている。覆い下面90cは、覆い体90の噴孔側の平坦な下端面を形成しており、覆い下面90cにおいては、覆い内側部92と覆い外側部91との境界部に段差が形成されていない。

【0064】

覆い体90においては、覆い上面90bにある段差により覆い切欠部N90が形成されている。覆い切欠部N90には、可動コア41の噴孔側であって外周側の出隅部分が入り込んでいる。この場合、覆い外側部91の反噴孔側の端部は、径方向において可動外側部と第2外側部53との間に配置されている。また、覆い内側部92は、軸線方向において第2外側部53の噴孔側に配置されている。

40

【0065】

覆い体90においては、覆い上面90bが可動コア41の可動下面41b及び第2固定コア51の第2内側下面52aから噴孔側に離間しているとともに、覆い下面90cがボデー本体部21の本体内側上面21aから反噴孔側に離間している。覆い外側部91は、径方向において第2外側部53と可動外側部43との間に入り込んでおり、覆い内側部92は、軸線方向において可動コア41と本体内側上面21aとの間に入り込んでいる。

50

【 0 0 6 6 】

軸線方向において覆い内側部 9 2 と可動コア 4 1 との離間距離は、可動構造体 M の移動に伴って増減するが、弁体 3 0 が着座面 2 3 s に着座することで、これら覆い内側部 9 2 と可動コア 4 1 とは接触しないようになっている。本実施形態では、覆い上面 9 0 b と可動コア 4 1 及び第 2 固定コア 5 1 との間の空間を覆い上室 S 1 と称し、覆い下面 9 0 c とボデー本体部 2 1 との間の空間を覆い下室 S 2 と称する。これら覆い上室 S 1 及び覆い下室 S 2 は、覆い体 9 0 が本体切欠部 N 2 1 及び第 2 切欠部 N 5 1 の内部に入り込んだ状態になっていることで形成されている。覆い上室 S 1 は、後述する流通路 F 2 6 s に含まれており、覆い下室 S 2 は、後述する流通路 F 3 1 に含まれている。

【 0 0 6 7 】

覆い体 9 0 は、覆い部材 9 3 及び対向部材 9 4 により形成されている。これら覆い部材 9 3 及び対向部材 9 4 は、いずれも金属製の円環状部材であり、覆い部材 9 3 の内周側に対向部材 9 4 が設けられている。対向部材 9 4 は覆い部材 9 3 の内周面に嵌合された状態になっており、これら対向部材 9 4 と覆い部材 9 3 とは、互いの境界部において溶接等により接合されている。覆い部材 9 3 は、覆い外側部 9 1 に含まれる外周面寄りの部分と、覆い内側部 9 2 に含まれる内周面寄りの部分とを有している。これに対して、対向部材 9 4 は、その全体が覆い内側部 9 2 に含まれている。対向部材 9 4 は、対向部を構成しており、覆い部材 9 3 により支持されている。

【 0 0 6 8 】

対向部材 9 4 は、対向内面 9 4 a を有しており、径方向において摺動部材 3 3 の外周側に配置されている。対向内面 9 4 a は、径方向において摺動部材 3 3 の摺動面 3 3 a に対向しており、摺動部材 3 3 の摺動面 3 3 a が対向内面 9 4 a に対して摺動する。この場合、上述した、摺動面 3 3 a を摺動させるノズルボデー 2 0 側の部材が、対向部材 9 4 になっている。対向内面 9 4 a は、対向部材 9 4 の内周面であり、軸線方向において、対向内面 9 4 a の高さ寸法は摺動面 3 3 a の高さ寸法より小さくなっている。対向内面 9 4 a 及び摺動面 3 3 a は、いずれも軸線方向に平行に延びている。摺動面 3 3 a の直径は、対向内面 9 4 a の直径よりも僅かに小さくなっている。つまり、摺動部材 3 3 の摺動方向に直交する方向における摺動面 3 3 a の位置は、対向内面 9 4 a の最外周位置よりも内側、つまりコイル軸線 C の側に位置する。

【 0 0 6 9 】

対向部材 9 4 は、摺動部材 3 3 がこの対向部材 9 4 に摺動することで可動構造体 M の移動方向を案内するガイド部としての機能も発揮することになる。この場合、対向内面 9 4 a を案内面やガイド面と称することもできる。また、対向部材 9 4 が案内部を構成している。

【 0 0 7 0 】

覆い部材 9 3 及び対向部材 9 4 は、非磁性部材 6 0 やボデー本体部 2 1 と同様に、固定コア 5 0 , 5 1 や可動コア 4 1 に比べて磁性が弱く、例えば非磁性体により形成されている。このため、覆い部材 9 3 及び対向部材 9 4 は、磁束の通路になりにくくなっている。ただし、対向部材 9 4 は、摺動部材 3 3 の摺動が行われても対向内面 9 4 a の摩耗や変形が生じにくいように、硬度や強度の高い材料を用いて形成されることが好ましい。本実施形態では、対向部材 9 4 の材料について硬度や強度の高さを優先しており、覆い部材 9 3 や非磁性部材 6 0 、ボデー本体部 2 1 に比べて対向部材 9 4 の磁性が強くなっている。この場合、対向部材 9 4 は、覆い部材 9 3 等に比べると磁束の通路になりやすくなっているが、それでも、対向部材 9 4 の磁性は、固定コア 5 0 , 5 1 や可動コア 4 1 の磁性に比べて弱くなっており、固定コア 5 0 , 5 1 等に比べると磁束の通路になりにくい。

【 0 0 7 1 】

図 1 の説明に戻り、第 1 固定コア 5 0 の反噴孔側には、燃料の流入口 8 0 a を形成して外部の配管と接続される配管接続部 8 0 が配置されている。配管接続部 8 0 は金属製であり、固定コア 5 0 と一体の金属部材で形成されている。高圧ポンプで加圧された燃料は、流入口 8 0 a から燃料噴射弁 1 へ供給される。配管接続部 8 0 の内部には、軸線方向に延

10

20

30

40

50

びる燃料の流通路 F 1 1 が形成されており、その流通路 F 1 1 には圧入部材 8 1 が圧入固定されている。

【 0 0 7 2 】

圧入部材 8 1 の噴孔側には、弾性部材 S P 1 が配置されている。弾性部材 S P 1 の一端は圧入部材 8 1 に支持され、弾性部材 S P 1 の他端はオリフィス部材 3 2 の拡径部 3 2 b に支持される。したがって、圧入部材 8 1 の圧入量、つまり軸線方向における固定位置に応じて、弁体 3 0 がフルリフト位置まで開弁した時、つまりストッパ 5 5 に連結部材 3 1 が当接した時における弾性部材 S P 1 の弾性変形量が特定される。つまり、弾性部材 S P 1 によるセット荷重としての閉弁力が、圧入部材 8 1 の圧入量で調整されている。

【 0 0 7 3 】

配管接続部 8 0 の外周面には、締結部材 8 3 が配置されている。締結部材 8 3 の外周面に形成されたネジ部を、ケース 1 0 の内周面に形成されたネジ部に締結することで、締結部材 8 3 はケース 1 0 に締結される。この締結で生じる軸力により、ケース 1 0 の底面と締結部材 8 3 との間に、配管接続部 8 0、固定コア 5 0、5 1、非磁性部材 6 0 およびボデー本体部 2 1 が挟み付けられている。

【 0 0 7 4 】

これらの配管接続部 8 0、固定コア 5 0、非磁性部材 6 0、ノズルボデー 2 0 および噴孔部材 2 3 は、流入口 8 0 a へ供給された燃料を噴孔 2 3 a へ流通させる流通路 F を有するボデー B に相当する。先述した可動構造体 M は、ボデー B の内部に摺動可能な状態で收容されていると言える。

【 0 0 7 5 】

次に、燃料噴射弁 1 の作動について説明する。

【 0 0 7 6 】

コイル 7 0 へ通電すると、コイル 7 0 の周りに磁界が発生する。例えば、図 4 に破線で示すように、固定コア 5 0、5 1、可動コア 4 1 およびヨーク 7 5 に磁束が通る磁界回路が通電に伴い形成され、磁気回路により生じた磁気力により可動コア 4 1 が固定コア 5 0、5 1 へ吸引される。この場合、第 1 固定コア 5 0 及び可動コア 4 1 について、第 1 下面 5 0 a と可動内側上面 4 2 a とが磁束の通路になることで互いに吸引される。同様に、第 2 固定コア 5 1 及び可動コア 4 1 について、第 2 内側下面 5 2 a と可動外側上面 4 2 b とが磁束の通路になることで互いに吸引される。したがって、これら第 1 下面 5 0 a、可動内側上面 4 2 a、第 2 内側下面 5 2 a 及び可動外側上面 4 2 b を、それぞれ吸引面と称することもできる。特に、可動内側上面 4 2 a は第 1 吸引面に相当し、可動外側上面 4 3 a は第 2 吸引面に相当する。

【 0 0 7 7 】

非磁性部材 6 0 は、磁束の通路にならないことで、第 1 固定コア 5 0 と第 2 固定コア 5 1 とが磁氣的に短絡することを防止することになる。可動コア 4 1 と第 1 固定コア 5 0 との吸引力は、可動内側上面 4 2 a 及び第 1 下面 5 0 a を通る磁束により生じ、可動コア 4 1 と第 2 固定コア 5 1 との吸引力は、可動外側上面 4 3 a 及び第 2 下面 5 1 a を通る磁束により生じる。なお、固定コア 5 0、5 1 及び可動コア 4 1 を通る磁束には、ヨーク 7 5 だけでなくケース 1 0 を通る磁束も含まれる。

【 0 0 7 8 】

また、ボデー本体部 2 1 及び覆い体 9 0 の磁性が固定コア 5 0、5 1 等に比べて弱いことに起因して、磁束がボデー本体部 2 1 や覆い体 9 0 を通るということが抑制される。上述したように、対向部材 9 4 については、摺動部材 3 3 の摺動に耐え得る硬度や強度を優先することで磁性がある程度強くなってしまいが、覆い部材 9 3 の磁性が十分に弱い。このため、第 2 固定コア 5 1 を通る磁束が対向部材 9 4 に到達することが覆い部材 9 3 により抑制される。

【 0 0 7 9 】

可動構造体 M には、上述した磁束による吸引力に加えて、弾性部材 S P 1 による閉弁力と、燃料圧力による閉弁力と、上述した磁気力による開弁力とが作用する。これらの閉弁

10

20

30

40

50

力よりも開弁力の方が大きくなるように設定されているため、通電に伴い磁気力を生じさせると、可動コア 4 1 は、弁体 3 0 と共に反噴孔側に移動する。これにより、弁体 3 0 が開弁作動して、シート面 3 0 s が着座面 2 3 s から離座し、高圧燃料が噴孔 2 3 a から噴射されることになる。

【 0 0 8 0 】

コイル 7 0 への通電を停止させると、上述した磁気力による開弁力が無くなるので、弾性部材 S P 1 による閉弁力で、可動コア 4 1 と共に弁体 3 0 は閉弁作動して、シート面 3 0 s が着座面 2 3 s に着座する。これにより、弁体 3 0 が閉弁作動して、噴孔 2 3 a からの燃料噴射が停止される。

【 0 0 8 1 】

次に、噴孔 2 3 a から燃料が噴射されている時の燃料の流れについて、図 1、図 2 を参照しつつ説明する。

【 0 0 8 2 】

高圧ポンプから燃料噴射弁 1 へ供給される高圧燃料は、流入口 8 0 a から流入し、配管接続部 8 0 の円筒内周面に沿う流通路 F 1 1、圧入部材 8 1 の円筒内周面に沿う流通路 F 1 2、弾性部材 S P 1 が収容されている流通路 F 1 3 を順に流れる（図 1 参照）。これらの流通路 F 1 1、F 1 2、F 1 3 を総称して上流通路 F 1 0 と呼び、上流通路 F 1 0 は、燃料噴射弁 1 の内部に存在する流通路 F 全体のうち可動構造体 M の外部かつ上流側に位置する。また、流通路 F 全体のうち、可動構造体 M により形成される流通路を可動流通路 F 2 0 と呼び、可動流通路 F 2 0 の下流側に位置する流通路を下流通路 F 3 0 と呼ぶ。

【 0 0 8 3 】

可動流通路 F 2 0 は、流通路 F 1 3 から流出した燃料を以下に説明するメイン通路およびサブ通路に分岐して流れる。メイン通路およびサブ通路は独立して配置されている。具体的にはメイン通路およびサブ通路は並列して配置され、各々に分岐して流れた燃料は下流通路 F 3 0 で合流する。

【 0 0 8 4 】

メイン通路は、オリフィス部材 3 2 の円筒内周面に沿う流通路 F 2 1、オリフィス 3 2 a による絞り流通路 F 2 2、連結部材 3 1 の円筒内周面に沿う流通路 F 2 3 の順に燃料を流通させる通路である。そして、流通路 F 2 3 の燃料は、連結部材 3 1 を径方向に貫通する貫通穴を通じて、連結部材 3 1 の円筒外周面に沿う流通路 F 3 1 である下流通路 F 3 0 へ流入する。下流通路 F 3 0 は、覆い体 9 0 の噴孔側にある覆い下室 S 2 を有しており、この覆い下室 S 2 は、支持部材 2 4 と摺動部材 3 3 との間の離間部分に連通している。

【 0 0 8 5 】

サブ通路は、オリフィス部材 3 2 の円筒外周面に沿う流通路 F 2 4 s、可動コア 4 1 と固定コア 5 0 とのギャップである流通路 F 2 5 s、可動コア 4 1 の外周側を延びる流通路 F 2 6 s、摺動面 3 3 a に沿う摺動流通路 F 2 7 s の順に燃料を流通させる通路である。流通路 F 2 6 s は、覆い体 9 0 の反噴孔側にある覆い上室 S 1 を有している。流通路 F 2 6 s には、可動コア 4 1 と第 1 固定コア 5 0、非磁性部材 6 0、第 2 固定コア 5 1 及び覆い体 9 0 との隙間部分が含まれている。流通路 F 2 6 s において、第 1 下面 5 0 a と可動内側上面 4 2 a との隙間部分、及び第 2 内側下面 5 2 a と可動外側上面 4 3 a との隙間部分は、上述したようにギャップにも含まれている。サブ通路は、ボデー本体部 2 1 と可動構造体 M との間に形成されており、ボデー本体部 2 1 は、サブ通路を形成する通路形成部に相当する。

【 0 0 8 6 】

摺動流通路 F 2 7 s は別流通路と称することもでき、摺動流通路 F 2 7 s の燃料は、連結部材 3 1 の円筒外周面に沿う流通路 F 3 1 である下流通路 F 3 0 へ流入する。摺動流通路 F 2 7 s の通路面積は、可動コア 4 1 の外周側を延びる流通路 F 2 6 s の通路面積よりも小さい。つまり、摺動流通路 F 2 7 s での絞り度合は流通路 F 2 6 s での絞り度合よりも大きく設定されている。

【 0 0 8 7 】

ここで、サブ通路の上流側は、絞り流通路 F 2 2 よりも上流側と接続されている。そして、サブ流路の下流側は、絞り流通路 F 2 2 の下流側と接続されている。すなわち、サブ流路は絞り流通路 F 2 2 を介さずに、絞り流通路 F 2 2 の上流側と下流側とを接続している。

【 0 0 8 8 】

また、流通路 F 2 3 の上流側は、絞り流通路 F 2 2 よりも上流側と接続されている。流通路 F 2 3 の下流側は、絞り流通路 F 2 2 よりも下流側と接続されている。すなわち、流通路 F 2 3 は絞り流通路 F 2 2 を介さずに、絞り流通路 F 2 2 の上流側と下流側とを接続している。

【 0 0 8 9 】

要するに、上流通路 F 1 0 である流通路 F 1 3 から可動流通路 F 2 0 へ流入した燃料は、メイン通路の上流端である流通路 F 2 1 とサブ通路の上流端である流通路 F 2 4 s とに分岐し、その後、下流通路 F 3 0 である流通路 F 3 1 で合流する。

【 0 0 9 0 】

また、可動コア 4 1、連結部材 3 1 およびオリフィス部材 3 2 の各々には、径方向に貫通する貫通孔 4 5 が形成されている。これらの貫通孔 4 5 は、オリフィス部材 3 2 の内周面に沿う流通路 F 2 1 と可動コア 4 1 外周面に沿う流通路 F 2 6 s とを連通させる流通路 F 2 8 s として機能する。この流通路 F 2 8 s は、ストッパ 5 5 に連結部材 3 1 が当接して流通路 F 2 4 s と流通路 F 2 5 s との連通が遮断された場合に、摺動流通路 F 2 7 s を流れる燃料の流量、つまりサブ通路の流量を確保するための通路である。流通路 F 2 8 s が流通路 F 2 2 の上流側に位置することで、流通路 F 2 5 s、F 2 6 s、F 2 8 s が後述する上流側領域となり、下流側領域との圧力差が生じる。

【 0 0 9 1 】

可動流通路 F 2 0 から流出した燃料は、連結部材 3 1 の円筒外周面に沿う流通路 F 3 1 へ流入し、その後、支持部材 2 4 の縮径部 2 4 a を軸線方向に貫通する貫通穴である流通路 F 3 2、弁体 3 0 の外周面に沿う流通路 F 3 3 を順に流れる（図 2 参照）。そして、以下に説明するように弁体 3 0 が開弁作動すると、流通路 F 3 3 内の高圧燃料が、シート面 3 0 s および着座面 2 3 s の間を通過して、噴孔 2 3 a から噴射される。

【 0 0 9 2 】

上述した摺動面 3 3 a に沿う流通路を摺動流通路 F 2 7 s と呼び、摺動流通路 F 2 7 s の通路面積は、絞り流通路 F 2 2 の通路面積よりも小さい。つまり、摺動流通路 F 2 7 s での絞り度合は絞り流通路 F 2 2 での絞り度合よりも大きく設定されている。そして、メイン通路では絞り流通路 F 2 2 の通路面積が最も小さく、サブ通路では摺動流通路 F 2 7 s での通路面積が最も小さい。

【 0 0 9 3 】

したがって、可動流通路 F 2 0 内におけるメイン通路とサブ通路とでは、メイン通路の方が流れやすくなっており、メイン通路の絞り度合はオリフィス 3 2 a での絞り度合により特定され、メイン通路の流量はオリフィス 3 2 a により調整される。換言すれば、可動流通路 F 2 0 の絞り度合はオリフィス 3 2 a での絞り度合により特定され、可動流通路 F 2 0 の流量はオリフィス 3 2 a により調整される。

【 0 0 9 4 】

流通路 F のうちシート面 3 0 s での通路面積であって、弁体 3 0 が開弁方向へ最も移動したフルリフト状態での通路面積をシート通路面積と呼ぶ。オリフィス 3 2 a による絞り流通路 F 2 2 の通路面積は、シート通路面積よりも大きく設定されている。つまり、オリフィス 3 2 a による絞り度合は、フルリフト時のシート面 3 0 s での絞り度合よりも小さく設定されている。

【 0 0 9 5 】

また、シート通路面積は、噴孔 2 3 a の通路面積よりも大きく設定されている。つまり、オリフィス 3 2 a による絞り度合およびシート面 3 0 s での絞り度合は、噴孔 2 3 a での絞り度合よりも小さく設定されている。なお、噴孔 2 3 a が複数形成されている場合に

10

20

30

40

50

は、全ての噴孔 2 3 a の通路面積の合計よりもシート通路面積は大きく設定されている。

【 0 0 9 6 】

ここでは、移動部材 3 5 に関する説明を行う。弁体 3 0 が開弁方向へ移動することに伴い、移動部材 3 5 の上流側燃圧が下流側燃圧よりも所定以上高くなると、押付用弾性部材 S P 2 の弾性力に抗して移動部材 3 5 はオリフィス部材 3 2 から離座する。弁体 3 0 が閉弁方向へ移動することに伴い、移動部材 3 5 の下流側燃圧が上流側燃圧よりも所定以上高くなると、移動部材 3 5 はオリフィス部材 3 2 に着座する。

【 0 0 9 7 】

移動部材 3 5 が離座している状態では、移動部材 3 5 の外周面と連結部材 3 1 の内周面との隙間に、燃料が流れる流通路が形成される。外周側流通路 F 2 3 a とサブ絞り流通路 3 8 とは並列に位置し、移動部材 3 5 が離座している状態では、絞り流通路 F 2 2 から流通路 F 2 3 へ流出した燃料は、サブ絞り流通路 3 8 と外周側流通路 F 2 3 a とに分岐して流れる。サブ絞り流通路 3 8 と外周側流通路 F 2 3 a とを合わせた通路面積は、絞り流通路 F 2 2 の通路面積よりも大きい。よって、移動部材 3 5 が離座している状態では、可動流通路 F 2 0 の流量は絞り流通路 F 2 2 での絞り度合により特定される。

10

【 0 0 9 8 】

一方、移動部材 3 5 が着座している状態では、絞り流通路 F 2 2 から流通路 F 2 3 へ流出した燃料は、サブ絞り流通路 3 8 を流れ、外周側流通路 F 2 3 a には流れない。そして、サブ絞り流通路 3 8 の通路面積は絞り流通路 F 2 2 の通路面積よりも小さい。よって、移動部材 3 5 が着座している状態では、可動流通路 F 2 0 の流量はサブ絞り流通路 3 8 での絞り度合により特定される。したがって、移動部材 3 5 は、オリフィス部材 3 2 に着座することで絞り流通路 F 2 2 を覆って絞り度合を大きくし、オリフィス部材 3 2 から離座することで絞り流通路 F 2 2 を開放して絞り度合を小さくする。

20

【 0 0 9 9 】

弁体 3 0 が開弁方向へ移動中の状態であれば、移動部材 3 5 の上流側燃圧が下流側燃圧よりも所定以上高くなって移動部材 3 5 が離座する蓋然性が高い。但し、弁体 3 0 が開弁方向へ最も移動したフルリフト状態となり弁体 3 0 が移動停止した状態であれば、移動部材 3 5 が着座する蓋然性が高い。

【 0 1 0 0 】

弁体 3 0 が閉弁方向へ移動中の状態であれば、移動部材 3 5 の下流側燃圧が上流側燃圧よりも所定以上高くなって移動部材 3 5 が着座する蓋然性が高い。但し、開弁期間を短くして噴孔 2 3 a からの噴射量を少なくする場合等、弁体 3 0 がフルリフト位置まで移動せずに開弁作動から閉弁作動に切り替える噴射としてパーシャルリフト噴射を実施する場合がある。この場合には、閉弁作動に切り替わった直後には移動部材 3 5 が離座している蓋然性が高い。但し、その後の閉弁直前の期間においては、移動部材 3 5 の下流側燃圧が上流側燃圧よりも所定以上高くなって移動部材 3 5 が着座する蓋然性が高い。

30

【 0 1 0 1 】

要するに、弁体 3 0 の開弁作動中に移動部材 3 5 が常時開弁しているとは限らず、弁体 3 0 が開弁方向へ移動する上昇期間のうち少なくとも開弁直後の期間では、移動部材 3 5 は着座している。また、弁体 3 0 の閉弁作動中に移動部材 3 5 が常時着座しているとは限らず、弁体 3 0 が閉弁方向へ移動する下降期間のうち少なくとも閉弁直前の期間では、移動部材 3 5 は着座している。したがって、開弁直後の期間および閉弁直前の期間では、移動部材 3 5 は着座して、燃料の全量がサブ絞り流通路 3 8 を流通するので、移動部材 3 5 が離座している期間に比べて可動流通路 F 2 0 での絞り度合が大きくなる。

40

【 0 1 0 2 】

次に、可動構造体 M が移動する際に発生する圧力について図 4 を参照しつつ説明する。

【 0 1 0 3 】

本実施形態では、絞り流通路 F 2 2 と摺動流通路 F 2 7 s とは並列し、かつ、摺動流通路 F 2 7 s の通路面積は絞り流通路 F 2 2 の通路面積よりも小さく設定されている。そのため、流通路 F は、オリフィス 3 2 a および摺動流通路 F 2 7 s を境に上流側領域と下流

50

側領域とに区分される。

【0104】

上流側領域は、オリフィス32aに対して、噴射時の燃料流れ上流側の領域である。なお、可動流通路F20のうち摺動面33aの上流側も上流側領域に属する。よって、可動流通路F20のうちの流通路F21、F24s、F25s、F26s、F28s、および上流通路F10が上流側領域に該当する。下流側領域は、オリフィス32aに対して、噴射時の燃料流れ下流側の領域である。なお、可動流通路F20のうち摺動面33aの下流側も下流側領域に属する。よって、可動流通路F20のうちの流通路F23および下流通路F30が下流側領域に該当する。

【0105】

要するに、絞り流通路F22を燃料が流れると、可動流通路F20を流れる燃料の流量がオリフィス32aで絞られることに起因して、上流側領域の燃料圧力である上流燃圧PHと、下流側領域の燃料圧力である下流燃圧PLとの間に圧力差が生じる(図4参照)。したがって、弁体30が閉弁状態から開弁状態に変化している時、開弁状態から閉弁状態に変化している時、および弁体30がフルリフト位置に保持されている時には、絞り流通路F22に燃料が流れて上記圧力差が生じる。

【0106】

そして、弁体30の開弁により生じる上記圧力差は、開弁から閉弁に切り替わると同時に無くなるわけではなく、閉弁してから所定時間が経過すると、上流燃圧PHと下流燃圧PLとは同じになる。一方、上記圧力差が生じていない状態で閉弁から開弁に切り替わると、その切り替わったタイミングで上記圧力差が直ぐに生じる。

【0107】

可動構造体Mが開弁方向に移動する最中では、上流側領域の燃料が可動構造体Mに押されて圧縮されるので、上流燃圧PHが上昇する。その一方で、可動構造体Mに押された上流側領域の燃料は、オリフィス32aで絞られながら下流側領域へ押し出されるので、下流燃圧PLの方が上流燃圧PHよりも低くなる。開弁作動時には絞り流通路F22を噴孔側へ燃料が流れる。

【0108】

可動構造体Mが閉弁方向に移動する最中では、下流側領域の燃料が可動構造体Mに押されて圧縮されるので、下流燃圧PLが上昇する。その一方で、可動構造体Mに押された下流側領域の燃料は、オリフィス32aで絞られながら上流側領域へ押し出されるので、上流燃圧PHの方が下流燃圧PLよりも低くなる。閉弁作動時には絞り流通路F22を反噴孔側へ燃料が流れる。

【0109】

燃料噴射弁1の製造方法について図6、図7を参照しつつ説明する。ここでは、各部品を製造した後の組み付け手順について主に説明する。

【0110】

図6において、まず、(a)に示すようにノズルボデー20のボデー本体部21に支持部材24を取り付ける。ここでは、ボデー本体部21の内側に支持部材24を挿入し、これらボデー本体部21と支持部材24とを溶接等により固定する。

【0111】

次に、(b)に示すように、ボデー本体部21に覆い体90を取り付ける。ここでは、覆い部材93の内側に対向部材94を挿入し、これら覆い部材93と対向部材94とを溶接等により固定することで、あらかじめ覆い体90を製造しておく。そして、覆い体90をボデー本体部21の内部に挿入する。この場合、覆い体90において、ボデー本体部21内に入り込んだ部分の長さ寸法と、ボデー本体部21から突出した部分の長さ寸法とが、ほぼ同じになるようにしておく。

【0112】

その後、(c)に示すように、ノズルボデー20に可動構造体Mを装着する。可動構造体Mについては、可動コア41、連結部材31、弁体30、オリフィス部材32、摺動部

10

20

30

40

50

材 3 3、移動部材 3 5 及び押付用弾性部材 S P 2 を組み付けることで、あらかじめ製造しておく。ここでは、弁体 3 0 をノズル部 2 2 の内部に挿入しつつ、覆い体 9 0 の内側に摺動部材 3 3 を挿入することで、可動構造体 M をノズルボデー 2 0 に装着する。

【 0 1 1 3 】

続いて、(d) に示すように、ノズルボデー 2 0 に固定コア 5 0 , 5 1 及び非磁性部材 6 0 を取り付ける。ここでは、非磁性部材 6 0 に固定コア 5 0 , 5 1 を装着し、これら非磁性部材 6 0 と固定コア 5 0 , 5 1 とを溶接等により固定することで、あらかじめコアユニット 1 0 5 を製造しておく。コアユニット 1 0 5 の製造手順については後述する。そして、このコアユニット 1 0 5 をノズルボデー 2 0 に装着することで、第 2 固定コア 5 1 をボデー本体部 2 1 及び覆い体 9 0 に装着する。この場合、第 2 固定コア 5 1 の内側に覆い体 9 0 の端部を入り込ませつつ、第 2 固定コア 5 1 の第 2 下面 5 1 a をボデー本体部 2 1 の本体外側上面 2 1 b に重ねる。これにより、第 2 固定コア 5 1 とボデー本体部 2 1 との間に固定境界部 Q が存在することになる。

10

【 0 1 1 4 】

その後、固定境界部 Q に対して溶接を行う。この場合、溶接に伴って発生するスラグや金属粒等のスパッタが、固定境界部 Q を通じて第 2 固定コア 5 1 やボデー本体部 2 1 の内部空間に飛び散ることが懸念される。これに対して、覆い体 9 0 が固定境界部 Q を内周側から覆っているため、溶接に伴ってスパッタが発生したとしても、スパッタが覆い体 9 0 に当たってそれ以上内周側に飛ばないことになる。このため、スパッタが固定境界部 Q から内周側に飛び出すことが覆い体 9 0 により防止される。

20

【 0 1 1 5 】

第 2 固定コア 5 1 とボデー本体部 2 1 とを溶接した後は、第 1 固定コア 5 0 等にコイル 7 0 やヨーク 7 5 等を装着し、これらをまとめてケース 1 0 に収容することなどにより、燃料噴射弁 1 を完成させる。

【 0 1 1 6 】

ここでは、コアユニット 1 0 5 の製造手順について、図 7、図 8 を参照しつつ説明する。

【 0 1 1 7 】

まず、固定コア 5 0 , 5 1 及び非磁性部材 6 0 を用いてコアユニット 1 0 5 を組み立てる作業を行う。図 7 において、第 1 固定コア 5 0 に非磁性部材 6 0 を装着し、第 1 固定コア 5 0 と非磁性部材 6 0 との位置合わせを行う。そして、第 1 境界部 Q 1 に対して溶接を行うことで、第 1 固定コア 5 0 と非磁性部材 6 0 とを接合する第 1 溶接部 1 0 1 を形成する。

30

【 0 1 1 8 】

具体的には、(a) に示すように、レーザ L を放出するレーザ装置 L A を用いて第 1 境界部 Q 1 の内側端部 Q 1 a から熱を加えて溶接を行う。ここでは、レーザ L が第 1 延長線 N 1 に沿って第 1 境界部 Q 1 に到達するように、第 1 固定コア 5 0 及び非磁性部材 6 0 に対してレーザ装置 L A を設置する。そして、第 1 境界部 Q 1 の全周について、レーザ装置 L A からのレーザ L を第 1 境界部 Q 1 の内側端部 Q 1 a に照射することで、内側端部 Q 1 a から外側端部 Q 1 b に向けて延びる内側溶接部 1 0 1 a を形成する。レーザ装置 L A によるレーザ照射は、第 1 延長線 N 1 が延びている方向において、内側溶接部 1 0 1 a が第 1 境界部 Q 1 の中央を越えて外側端部 Q 1 b 寄りの位置に到達するまで継続して行う。なお、通常のレーザ照射の方法や継続時間では、内側溶接部 1 0 1 a を外側端部 Q 1 b に到達させることが困難になっている。

40

【 0 1 1 9 】

レーザ溶接を行う前の段階で、溶接のためにレーザ L を照射した場合に、どれくらいのレーザ L の強さや温度でどれくらいの時間だけ熱を加えれば内側溶接部 1 0 1 a が第 1 境界部 Q 1 の中央を越えるのか、ということについて試験を行っておく。そして、この試験結果に基づいて、レーザ溶接に際して加えるレーザ L の強さや温度、レーザ照射の継続時間を設定する。これにより、内側溶接部 1 0 1 a が第 1 境界部 Q 1 の中央を越えていない

50

ということを抑制できる。

【0120】

その後、(b)に示すように、第1固定コア50及び非磁性部材60とレーザ装置LAとの位置関係を変更する。そして、レーザ装置LAからのレーザLを第1延長線N1に沿って第1境界部Q1の外側端部Q1bに照射して熱を加えることで、外側端部Q1bから内側溶接部101aに向けて延びる外側溶接部101bを形成する。レーザ装置LAによるレーザ照射は、第1延長線N1が延びている方向において、外側溶接部101bが第1境界部Q1の中間位置にて内側溶接部101aに到達するまで継続して行う。これにより、外側溶接部101bと内側溶接部101aとが一体化した状態で第1溶接部101が形成される。

10

【0121】

外側溶接部101bについても、どれくらいのレーザLの強さや温度でどれくらいの時間だけ熱を加えれば外側溶接部101bが内側溶接部101aに到達するのか、ということについて試験を行っておく。すなわち、外側溶接部101bが少なくとも第1境界部Q1の中央に達する条件について、レーザ照射の強さや温度、継続時間を試験しておく。そして、この試験結果に基づいて、レーザ溶接に際して加えるレーザLの強さや温度、レーザ照射の継続時間を設定する。これにより、外側溶接部101bが内側溶接部101aまで到達していないということ抑制できる。

【0122】

次に、非磁性部材60に第2固定コア51を装着し、コアユニット105について非磁性部材60と第2固定コア51との位置合わせを行う。そして、第2境界部Q2に対して溶接を行うことで、非磁性部材60と第2固定コア51とを接合する第2溶接部102を形成する。

20

【0123】

具体的には、(c)に示すように、コアユニット105とレーザ装置LAとの位置関係を変更する。そして、レーザ装置LAからのレーザLを第2延長線N2に沿って第2境界部Q2の内側端部Q2aに照射して熱を加えることで、内側端部Q2aから外側端部Q2bに向けて延びる内側溶接部102aを形成する。レーザ装置LAによるレーザ照射は、第2延長線N2が延びている方向において、内側溶接部102aが第2境界部Q2の中央を越えて外側端部Q2b寄りの位置に到達するまで継続して行う。なお、第1境界部Q1と同様に、第2境界部Q2においても、通常のレーザ照射の方法や継続時間では、内側溶接部102aを外側端部Q2bに到達させることが困難になっている。

30

【0124】

その後、(d)に示すように、コアユニット105とレーザ装置LAとの位置関係を変更する。そして、レーザ装置LAからのレーザLを第2延長線N2に沿って第2境界部Q2の外側端部Q2bに照射して熱を加えることで、外側端部Q2bから内側溶接部102aに向けて延びる外側溶接部102bを形成する。レーザ装置LAによるレーザ照射は、第2延長線N2が延びている方向において、外側溶接部102bが第2境界部Q2の中間位置にて内側溶接部102aに到達するまで継続して行う。これにより、外側溶接部102bと内側溶接部102aとが一体化した状態で第2溶接部102が形成される。

40

【0125】

第2境界部Q2に対する溶接についても、第1境界部Q1に対する溶接と同様に、レーザ照射の強さや温度、継続時間について試験を行っておく。これにより、第2境界部Q2についても、内側溶接部102aが中央を越えていないということや、外側溶接部102bが内側溶接部102aまで到達していないということ抑制できる。

【0126】

溶接によりコアユニット105の組み立て作業が終了した後、コアユニット105の形状を整える整形作業を行う。溶接を行った後のコアユニット105の状態は、図8に示すように、固定コア50、51や非磁性部材60に余剰部106a、107が付着した状態になっている。なお、図7では余剰部106a、107の図示を省略している。

50

【 0 1 2 7 】

図 8 に示すように、コアユニット 1 0 5 の組み立て時には、非磁性部材 6 0 を形成する部品としての原部材 1 0 6 を固定コア 5 0 , 5 1 に溶接している。原部材 1 0 6 は、非磁性部材 6 0 を形成する部分に部材余剰部 1 0 6 a が一体化された形状になっている。部材余剰部 1 0 6 a は、例えば、非磁性部材 6 0 の上傾斜面 6 0 a や下傾斜面 6 0 b を形成する際に、これら傾斜面 6 0 a , 6 0 b の傾斜角度の基準になる基準面を有している。このため、原部材 1 0 6 が部材余剰部 1 0 6 a を有していることで、傾斜面 6 0 a , 6 0 b の傾斜角度などの精度を高めることができる。

【 0 1 2 8 】

固定コア 5 0 , 5 1 と原部材 1 0 6 とが溶接された状態では、溶接に伴って発生したピード等の溶接余剰部 1 0 7 が境界部 Q 1 , Q 2 などに対して付着している。例えば、第 1 境界部 Q 1 の内側端部 Q 1 a に対して付着した溶接余剰部 1 0 7 は、第 1 固定コア 5 0 と非磁性部材 6 0 とに跨った状態になっており、この溶接余剰部 1 0 7 を削り取るなど除去することで、第 1 下面 5 0 a 及び非磁性内面 6 0 c を形成する。また、第 2 境界部 Q 2 の内側端部 Q 2 a に対して付着した溶接余剰部 1 0 7 は、第 2 固定コア 5 1 と非磁性部材 6 0 とに跨った状態になっており、この溶接余剰部 1 0 7 を除去することで第 2 内側内面 5 2 b 及び非磁性内面 6 0 c を形成する。なお、第 1 下面 5 0 a、第 2 内側内面 5 2 b 及び非磁性内面 6 0 c は、絞り流通路 F 2 2 の流通路 F 2 5 s , F 2 6 s を形成する流通路面に相当する。

【 0 1 2 9 】

また、第 1 境界部 Q 1 の外側端部 Q 1 b や第 2 境界部 Q 2 の外側端部 Q 2 b に対しては、部材余剰部 1 0 6 a や溶接余剰部 1 0 7 が付着している。これら部材余剰部 1 0 6 a や溶接余剰部 1 0 7 を除去することで、第 1 外面 5 0 c や第 2 上面 5 1 b、非磁性外面 6 0 d を形成する。

【 0 1 3 0 】

次に、本実施形態が採用する構成による作用および効果について説明する。

【 0 1 3 1 】

本実施形態によれば、第 1 延長線 N 1 や第 2 延長線 N 2 は、コイル軸線 C を挟んで第 1 境界部 Q 1 や第 2 境界部 Q 2 とは反対側において固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 に交差しない。この場合、境界部 Q 1 , Q 2 の内側端部 Q 1 a , Q 2 a にレーザ L を照射する際に、固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 が障害物になってレーザ L が境界部 Q 1 , Q 2 に届かないということを回避できる。このため、境界部 Q 1 , Q 2 について、外側端部からレーザ溶接を開始して形成した外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b と、内側端部からレーザ溶接を開始して形成した内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a とを一体化させることが容易になる。換言すると、内側からの溶接だけでは、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a が外側端部 Q 1 b , Q 2 b まで届かないことや、外側からの溶接だけでは、外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b が内側端部 Q 1 a , Q 2 a に届かないことに対する対策になる。

【 0 1 3 2 】

この場合、したがって、固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 との接触面積を大きくするべく、境界部 Q 1 , Q 2 の長さ寸法を大きくしても、この境界部 Q 1 , Q 2 の全体において固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 とを溶接部 1 0 1 , 1 0 2 により接合できる。これにより、固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 とが軸線方向に離間することや、境界部 Q 1 , Q 2 から燃料が漏れることなどを抑制でき、その結果、噴孔 2 3 a から燃料を適正に噴射することができる。

【 0 1 3 3 】

本実施形態によれば、溶接部 1 0 1 , 1 0 2 が内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a 及び外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b を有しているため、固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 とを溶接により強固に固定することができる。しかも、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a には、境界部 Q 1 , Q 2 の内側端部 Q 1 a , Q 2 a が含まれているため、流通路 F 2 5 s , F 2 6 s から境界部 Q 1 , Q 2 に燃料が進入することを規制できる。このため、境界部 Q 1 ,

Q 2 から燃料が漏れ出すことに対して抑止力を発揮できる。

【 0 1 3 4 】

本実施形態によれば、溶接部 1 0 1 , 1 0 2 において、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a と外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b とが互いに接続されているため、固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 とが境界部 Q 1 , Q 2 の全体で接合されている。このため、これら固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 との接合をより一層強固にすることができる。

【 0 1 3 5 】

本実施形態によれば、可動コア 4 1 が 2 つの吸引面として可動内側上面 4 2 a 及び可動外側上面 4 3 a を有している。この場合、例えば可動コア 4 1 が吸引面を 1 つだけ有している構成に比べて、可動コア 4 1 と固定コア 5 0 , 5 1 との間の吸引力が高くなるため、燃圧 P H , P L が高くなっても、弁体 3 0 を閉弁状態から開弁状態に適正に移行させることができる。これに対して、本実施形態では、延長線 N 1 , N 2 が、コイル軸線 C を挟んで境界部 Q 1 , Q 2 とは反対側において固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 に交差しない。このため、燃圧 P H , P L が高くなっても固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 との接合状態を適正に保持するべく、境界部 Q 1 , Q 2 に対して内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a 及び外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b の両方を容易に形成できる。

【 0 1 3 6 】

本実施形態によれば、境界部 Q 1 , Q 2 について、コアユニット 1 0 5 の噴孔側開放端から遠い側に第 1 境界部 Q 1 が配置された構成において、第 1 境界部 Q 1 の第 1 角度 1 が第 2 境界部 Q 2 の第 2 角度 2 より小さくされている。このため、第 1 延長線 N 1 及び第 2 延長線 N 2 の両方が、コイル軸線 C を挟んで境界部 Q 1 , Q 2 とは反対側において固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 に交差しない構成を実現できる。

【 0 1 3 7 】

本実施形態によれば、第 1 軸交点 P n 1 が第 2 軸交点 P n 2 よりも反噴孔側に配置されている。このため、境界部 Q 1 , Q 2 の内側端部 Q 1 a , Q 2 a に対してレーザ溶接を容易に行う構成を実現しつつ、可動コア 4 1 と固定コア 5 0 , 5 1 との間を通る磁束が適正な状態になる構成を実現できる。また、これら構成は、第 1 外交点 P n 3 が第 2 外交点 P n 4 よりも噴孔側に配置されていることでも実現されている。

【 0 1 3 8 】

本実施形態によれば、コアユニット 1 0 5 の製造時において、境界部 Q 1 , Q 2 の内側端部 Q 1 a , Q 2 a 及び外側端部 Q 1 b , Q 2 b のそれぞれに対してレーザ L が照射される。このため、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a 及び外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b のそれぞれを容易に形成することができる。しかも、内側端部 Q 1 a , Q 2 a へのレーザ照射が外側端部 Q 1 b , Q 2 b へのレーザ照射よりも先に行われるため、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a が形成された後に、コアユニット 1 0 5 の内周側に向けたレーザ L の照射が行われる。この場合、外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b が形成される際に、スラグや金属粒といったスパッタが境界部 Q 1 , Q 2 を通じてコアユニット 1 0 5 の内周側に飛び散ることが内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a の存在により阻止される。このため、スパッタが固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 の内周面に付着することを回避できる。

【 0 1 3 9 】

本実施形態によれば、コアユニット 1 0 5 の製造時において、レーザ L による固定コア 5 0 , 5 1 と非磁性部材 6 0 との溶接が終了した後に、これら固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 から余剰部 1 0 6 a , 1 0 7 が除去される。このため、第 1 固定コア 5 0 に対して溶接が行われても、第 1 固定コア 5 0 の吸引面である第 1 下面 5 0 a について、角度や平坦性の精度を高めることができる。これにより、第 1 固定コア 5 0 と可動コア 4 1 との間を磁束が適正に通ることになり、ひいては、第 1 固定コア 5 0 と可動コア 4 1 との間で吸引力を適正に発生させることができる。また、この場合、固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 に対して溶接が行われても、固定コア 5 0 , 5 1 や非磁性部材 6 0 の流路面である第 1 下面 5 0 a や第 2 内側内面 5 2 b、非磁性内面 6 0 c について、角度や平坦性の精度を高めることができる。これにより、流路面 F 2 5 s , F 2 6 s において燃料が適

10

20

30

40

50

正に流れる構成を実現できる。

【 0 1 4 0 】

(第 2 実施形態)

上記第 1 実施形態では、延長線 N 1 , N 2 が交差する延長交点 P n が径方向においてコイル軸線 C と外面延長線 N 3 との間に配置されていたが、第 2 実施形態では、延長交点 P n がコイル軸線 C と外面延長線 N 3 との間に配置されていない。具体的には、図 9 に示すように、延長交点 P n が外面延長線 N 3 を挟んでコイル軸線 C とは反対側に配置されている。この構成では、コアユニット 1 0 5 の製造時において、レーザ装置 L A を延長交点 P n に重なる位置に設置することが可能になる。この場合、コアユニット 1 0 5 とレーザ装置 L A との相対距離を変更しなくても、例えば、単にレーザ装置 L A を回動させてレーザ L の照射角度を変更することで、第 1 境界部 Q 1 及び第 2 境界部 Q 2 の両方にレーザ L を照射することができる。これにより、コアユニット 1 0 5 について、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a を形成する際の作業負担を低減することができる。

10

【 0 1 4 1 】

なお、延長交点 P n は、コイル軸線 C を挟んで外面延長線 N 3 とは反対側に配置されていてもよい。この場合、第 1 境界部 Q 1 に対して内側溶接部 1 0 1 a を形成する際のレーザ照射について、第 1 境界部 Q 1 におけるレーザ L の照射部分とはコイル軸線 C を挟んで反対側において、レーザ L をコアユニット 1 0 5 から極力大きく離間させることができる。これにより、第 1 溶接部 1 0 1 の内側溶接部 1 0 1 a を形成する際に、コアユニット 1 0 5 についてレーザ L が意図しない部分に当たってしまうということをより確実に抑制できる。

20

【 0 1 4 2 】

(第 3 実施形態)

上記第 1 実施形態では、第 1 延長線 N 1 の第 1 角度 1 が第 2 延長線 N 2 の第 2 角度 2 より小さくなっていたが、第 3 実施形態では、第 1 角度 1 が第 2 角度 2 より小さくなっていない。具体的には、図 1 0 に示すように、第 1 角度 1 と第 2 角度 2 とが同じ値になっている。この場合、第 1 延長線 N 1 と第 2 延長線 N 2 とが互いに平行に延びており、延長交点 P n が存在しない。この構成では、コアユニット 1 0 5 の製造時において、第 1 境界部 Q 1 及び第 2 境界部 Q 2 に対するレーザ L の照射角度が同じになる。この場合、レーザ装置 L A によるレーザ L の照射角度を変更せずに、例えば、レーザ装置 L A とコアユニット 1 0 5 とを相対的に平行移動することで、第 1 境界部 Q 1 及び第 2 境界部 Q 2 の両方にレーザ L を照射することができる。これにより、コアユニット 1 0 5 について、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a を形成する際の作業負担を低減することができる。

30

【 0 1 4 3 】

なお、第 1 角度 1 は第 2 角度 2 より大きくなっていてもよい。この場合、第 1 延長線 N 1 と第 2 延長線 N 2 とは、コイル軸線 C 側において境界部 Q 1 , Q 2 からの離間距離が大きくなるほど互いに離間していく。この構成では、延長交点 P n は、コイル軸線 C 側に存在するのではなく、コアユニット 1 0 5 の外周側に存在することになる。

【 0 1 4 4 】

(第 4 実施形態)

上記第 1 実施形態では、溶接部 1 0 1 , 1 0 2 において内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a と外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b とが互いに接続されていた。これに対して、第 4 実施形態では、図 1 1 に示すように、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a と外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b とが離間している。この構成では、溶接が行われた後でも境界部 Q 1 , Q 2 のそれぞれの全体が溶接部 1 0 1 , 1 0 2 に含まれているのではなく、内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a と外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b との間に境界部 Q 1 , Q 2 の一部が残っている。この場合でも、境界部 Q 1 , Q 2 について、内側端部 Q 1 a , Q 2 a が内側溶接部 1 0 1 a , 1 0 2 a により消失し、外側端部 Q 1 b , Q 2 b が外側溶接部 1 0 1 b , 1 0 2 b により消失している。このため、流通路 F 2 5 s , F 2 6 s から境界部 Q 1 , Q 2 に燃料が進入することを抑制できる。

40

50

【 0 1 4 5 】

なお、内側溶接部と外側溶接部とが互いに離間している構成は、第 1 溶接部 1 0 1 及び第 2 溶接部 1 0 2 のうち一方にだけ適用されていてもよい。

【 0 1 4 6 】

(他の実施形態)

以上、本開示による複数の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

【 0 1 4 7 】

変形例 1 として、上記第 1 実施形態では、第 1 軸交点 P n 1 が第 2 軸交点 P n 2 よりも反噴孔側に配置されていたが、第 1 軸交点 P n 1 は、第 2 軸交点 P n 2 よりも噴孔側に配置されていてもよい。また、第 1 軸交点 P n 1 と第 2 軸交点 P n 2 とは同じ位置に配置されていてもよい。

10

【 0 1 4 8 】

変形例 2 として、上記第 1 実施形態では、第 1 外交点 P n 3 が第 2 外交点 P n 4 よりも噴孔側に配置されていたが、第 1 外交点 P n 3 は、第 2 外交点 P n 4 よりも反噴孔側に配置されていてもよい。また、第 1 外交点 P n 3 と第 2 外交点 P n 4 とは同じ位置に配置されていてもよい。

【 0 1 4 9 】

変形例 3 として、上記各実施形態では、第 1 延長線 N 1 及び第 2 延長線 N 2 が、コイル軸線 C を挟んでそれぞれの基端部とは反対側にてコアユニット 1 0 5 に交差しなかったが、これら延長線 N 1 , N 2 のうち一方はコアユニット 1 0 5 に交差してもよい。例えば、境界部 Q 1 , Q 2 のうち長さ寸法が小さい方である第 1 境界部 Q 1 についてだけ、第 1 延長線 N 1 がコアユニット 1 0 5 に交差する構成とする。この構成について、第 1 境界部 Q 1 の長さ寸法が比較的小さいことに起因して、外側端部 Q 1 b に対するレーザ L の照射だけで外側溶接部 1 0 1 b を内側端部 Q 1 a まで到達させることができれば、レーザ L を内側から内側端部 Q 1 a に照射する必要がない。一方で、第 2 境界部 Q 2 の長さ寸法が比較的大きいとしても、第 2 延長線 N 2 がコアユニット 1 0 5 に交差しないため、第 2 境界部 Q 2 については、内側溶接部 1 0 2 a 及び外側溶接部 1 0 2 b の両方を容易に形成できる。

20

30

【 0 1 5 0 】

変形例 4 として、上記各実施形態の可動コア 4 1 について、可動外側上面 4 3 a が可動内側上面 4 2 a よりも噴孔側に配置されているのではなく、反噴孔側に配置されていてもよい。また、これら可動外側上面 4 3 a と可動内側上面 4 2 a とが軸線方向において同じ位置に配置されていてもよい。すなわち、可動外側上面 4 3 a と可動内側上面 4 2 a とが径方向に隣り合う位置に配置されていてもよい。いずれの場合でも、第 1 延長線 N 1 及び第 2 延長線 N 2 の少なくとも一方が、コイル軸線 C を挟んでそれら基端部とは反対側においてコアユニット 1 0 5 に交差しない構成になっていればよい。

【 0 1 5 1 】

変形例 5 として、上記各実施形態では、2つの固定コア 5 0 , 5 1 が設けられていたが、固定コアは 1 つだけ設けられていてもよい。例えば、第 1 固定コア 5 0 だけが設けられた構成とする。この構成では、可動コア 4 1 が吸引面を 2 つ有するのではなく、可動内側上面 4 2 a を 1 つの吸引面として有している。この場合でも、第 1 延長線 N 1 が、コイル軸線 C を挟んでその基端部とは反対側においてコアユニット 1 0 5 に交差しない構成になっていればよい。

40

【 0 1 5 2 】

変形例 6 として、上記各実施形態では、境界部 Q 1 , Q 2 について、溶接に伴って溶接部 1 0 1 , 1 0 2 が形成されていたが、溶接部 1 0 1 , 1 0 2 は形成されていなくてもよい。すなわち、第 1 固定コア 5 0 及び第 2 固定コア 5 1 の少なくとも一方は非磁性部材 6 0 に溶接されていなくてもよい。この場合でも、境界部 Q 1 , Q 2 がコイル軸線 C に対し

50

て傾斜しているため、ケース１０の底面と締結部材８３との間で、固定コア５０，５１、非磁性部材６０及びボデー本体部２２１が挟み付けられた構成を実現できる。また、延長線Ｎ１，Ｎ２が、境界部Ｑ１，Ｑ２とはコイル軸線Ｃを挟んで反対側においてコアユニット１０５に重ならない角度になっているため、可動コア４１と固定コア５０，５１との間で吸引力が適正に発揮される構成を実現できる。

【０１５３】

変形例７として、上記各実施形態では、非磁性部材６０が磁束規制部として設けられていたが、磁束規制部は、必ずしも非磁性体により形成されていなくてもよい。例えば、磁束規制部は、可動コア４１や固定コア５０，５１に比べて磁性の弱い磁性体により形成されていてもよい。この場合でも、磁束が磁束規制部よりも可動コア４１や固定コア５０，５１を通りやすい構成を実現できる。

10

【０１５４】

変形例８として、上記各実施形態では、内側溶接部１０１ａ，１０２ａを形成した後に外側溶接部１０１ｂ，１０２ｂを形成していたが、外側溶接部１０１ｂ，１０２ｂを形成した後に内側溶接部１０１ａ，１０２ａを形成してもよい。例えば、第１境界部Ｑ１について、レーザＬを外側端部Ｑ１ｂに照射して外側溶接部１０１ｂを形成した後に、レーザＬを内側端部Ｑ１ａに照射して内側溶接部１０１ａを形成する。その後、第２境界部Ｑ２について、レーザＬを内側端部Ｑ２ａに照射して内側溶接部１０２ａを形成してから、レーザＬを外側端部Ｑ２ｂに照射して外側溶接部１０２ｂを形成する。この手順によれば、第１溶接部１０１の内側溶接部１０１ａと第２溶接部１０２の内側溶接部１０２ａとを連続して形成できるため、レーザ装置ＬＡとコアユニット１０５との位置関係を大きく変更する必要がない。これにより、コアユニット１０５の製造時について作業負担を低減できる。

20

【０１５５】

変形例９として、上記各実施形態では、第１溶接部１０１を形成した後に第２溶接部１０２を形成していたが、第２溶接部１０２を形成した後に第１溶接部１０１を形成してもよい。

【０１５６】

変形例１０として、上記各実施形態では、ガイド部３０ｂ，３１ｂ及び摺動部材３３の３箇所でノズルボデー２０に対する可動構造体Ｍの移動がガイドされていたが、ガイド部３０ｂ，３１ｂ及び摺動部材３３のいずれか２箇所でガイドされてもよい。例えば、噴孔側ガイド部３０ｂ及び摺動部材３３の２箇所でガイドされる構成とする。この構成によれば、ガイド位置が３箇所である構成に比べて、ノズルボデー２０に対する可動構造体Ｍの同軸度の精度確保が容易になる。このため、可動構造体Ｍが移動する際にノズルボデー２０に対するフリクションが増大することを抑制しやすくなる。

30

【０１５７】

変形例１１として、上記各実施形態では、可動構造体Ｍが移動部材３５及び押付用弾性部材ＳＰ２を有していたが、可動構造体Ｍは、これら移動部材３５及び押付用弾性部材ＳＰ２を有していなくてもよい。この構成でも、可動流通路Ｆ２０には絞り通路Ｆ２２がオリフィス３２ａにより形成されているため、上流燃圧ＰＨと下流燃圧ＰＬとの間に圧力差が生じる。このため、可動構造体Ｍが閉弁方向に移動する最中において、覆い上室Ｓ１がダンパ機能を発揮することで可動構造体Ｍにブレーキ力を作用させることができる。

40

【０１５８】

変形例１２として、上記各実施形態では、ストッパ５５において第１固定コア５０よりも噴孔側に突出した部分が、固定コア５０，５１と可動コア４１との間にギャップを確保する凸部になっていたが、凸部は可動構造体Ｍに設けられていてもよい。例えば、図１２に示すように、可動構造体Ｍにおいて連結部材３１が可動コア４１よりも反噴孔側に突出しており、この突出部分が凸部になっている構成とする。この構成では、ストッパ５５が第１固定コア５０よりも噴孔側に突出していない。このため、連結部材３１とストッパ５５とが当接することで可動構造体Ｍの移動が規制された場合に、可動コア４１から連結部

50

材 3 1 が突出した長さ分だけ、固定コア 5 0 , 5 1 と可動コア 4 1 との間にギャップが確保される。

【 0 1 5 9 】

変形例 1 3 として、上記各実施形態において、第 1 吸引面と固定コアとのギャップと、第 2 吸引面と固定コアとのギャップとを、同じ大きさに設定してもよいし、異なる大きさに設定してもよい。異なる大きさに設定する場合、第 1 吸引面および第 2 吸引面のうち、通過する磁束の量が少ない方の吸引面について、他方の吸引面よりもギャップを大きくすることが望ましい。その理由について以下に説明する。

【 0 1 6 0 】

固定コアと吸引面との間に燃料が薄膜状に充満した状態では、リンキング作用により、吸引面が固定コアから引き剥がされにくくなっている。そして、固定コアと吸引面とのギャップを小さくするほどリンキング作用が大きくなり、通電オフに対する閉弁作動開始の応答性が悪くなる。しかし、リンキング作用低減を図るべくギャップを大きくすると、その背反として吸引力が小さくなってしまう。この点を鑑みると、磁束量が少ない方の吸引面については、ギャップを小さくしても吸引力向上に大きくは寄与しないので、ギャップを大きくしてリンキング作用低減を図った方が有効である。

10

【 0 1 6 1 】

以上により、第 1 吸引面および第 2 吸引面のうち、磁束量が少ない方の吸引面について、他方の吸引面よりもギャップを大きくすることが望ましい。なお、上記各実施形態の例では、径方向外側に位置する吸引面（第 2 吸引面）を通過する磁束量は、径方向内側に位置する吸引面（第 1 吸引面）を通過する磁束量よりも少ない。よって、第 2 吸引面のギャップを第 1 吸引面のギャップよりも大きく設定している。

20

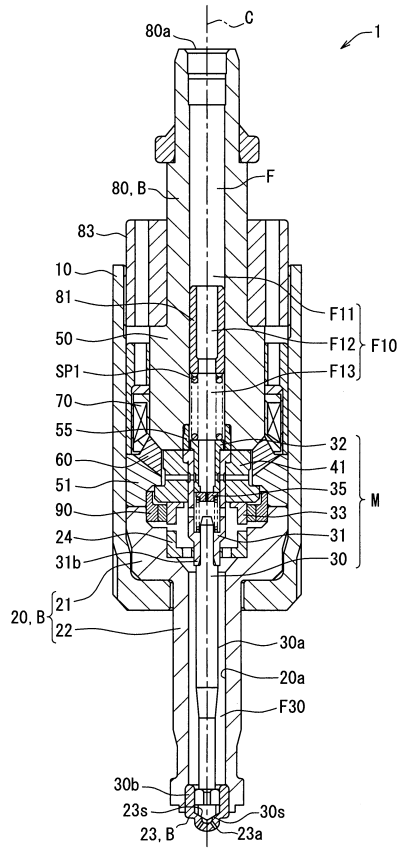
【 符号の説明 】

【 0 1 6 2 】

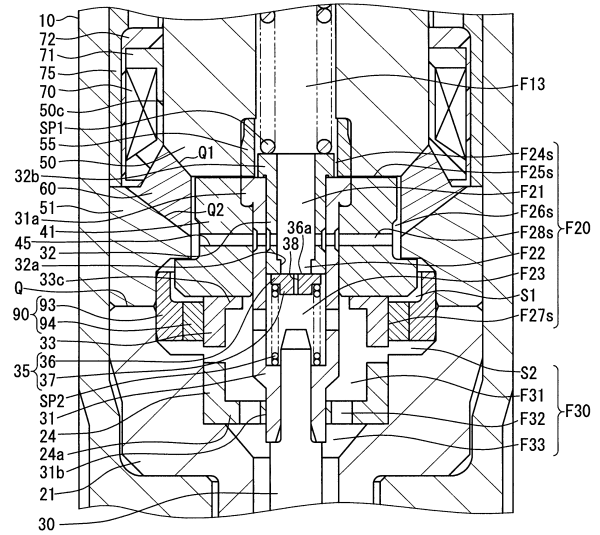
1 ... 燃料噴射弁、 2 3 a ... 噴孔、 4 1 ... 可動コア、 5 0 ... 第 1 固定コア、 5 0 a ... 吸引面及び流路面としての第 1 下面、 5 0 c ... 外周面としての第 1 外面、 5 1 ... 第 2 固定コア、 5 1 d ... 外周面としての第 2 外面、 5 2 a ... 吸引面としての第 2 内側上面、 6 0 ... 磁束規制部としての非磁性部材、 7 0 ... コイル、 1 0 1 ... 第 1 溶接部、 1 0 1 a ... 内側溶接部、 1 0 1 b ... 外側溶接部、 1 0 2 ... 第 2 溶接部、 1 0 2 a ... 内側溶接部、 1 0 2 b ... 外側溶接部、 C ... コイル軸線、 N 1 ... 境界延長線としての第 1 延長線、 N 2 ... 境界延長線としての第 2 延長線、 N 3 ... 外面延長線、 P n 1 ... 第 1 軸交点、 P n 2 ... 第 2 軸交点、 P n 3 ... 第 1 外交点、 P n 4 ... 第 2 外交点、 Q 1 ... 規制境界部としての第 1 境界部、 Q 1 a ... 内側端部、 Q 1 b ... 外側端部、 Q 2 ... 規制境界部としての第 2 境界部、 Q 2 a ... 内側端部、 Q 2 b ... 外側端部、 1 ... 傾斜角度としての第 1 角度、 2 ... 傾斜角度としての第 2 角度。

30

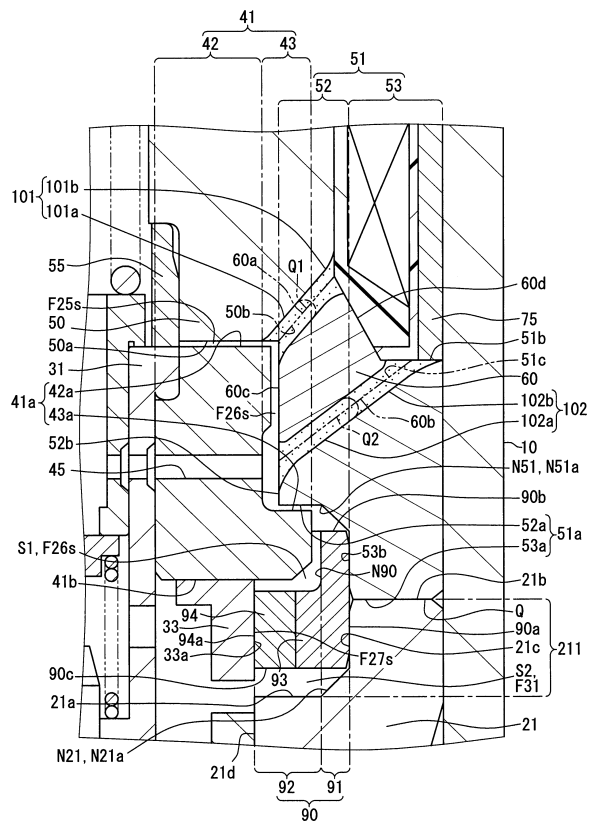
【図 1】



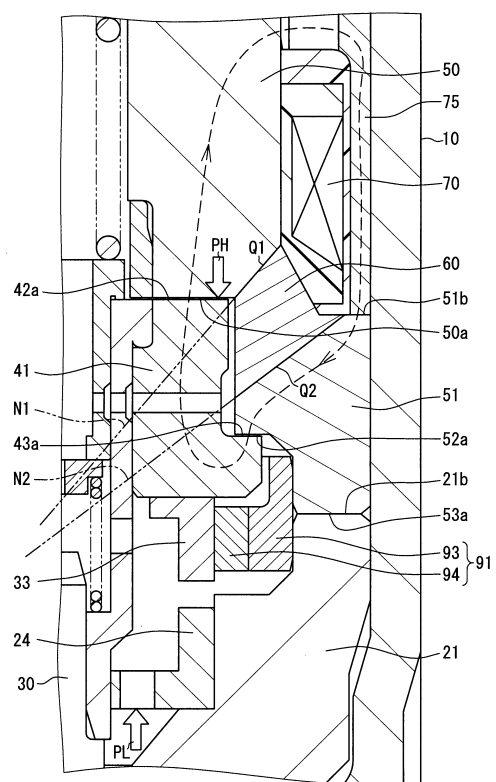
【図 2】



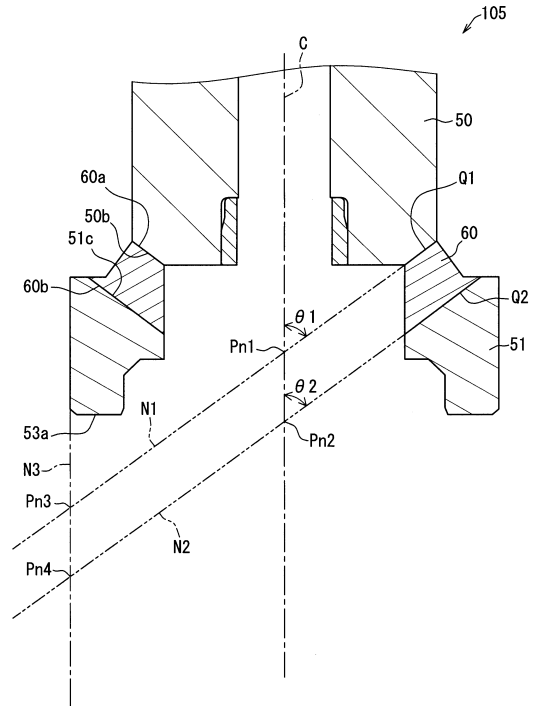
【図 3】



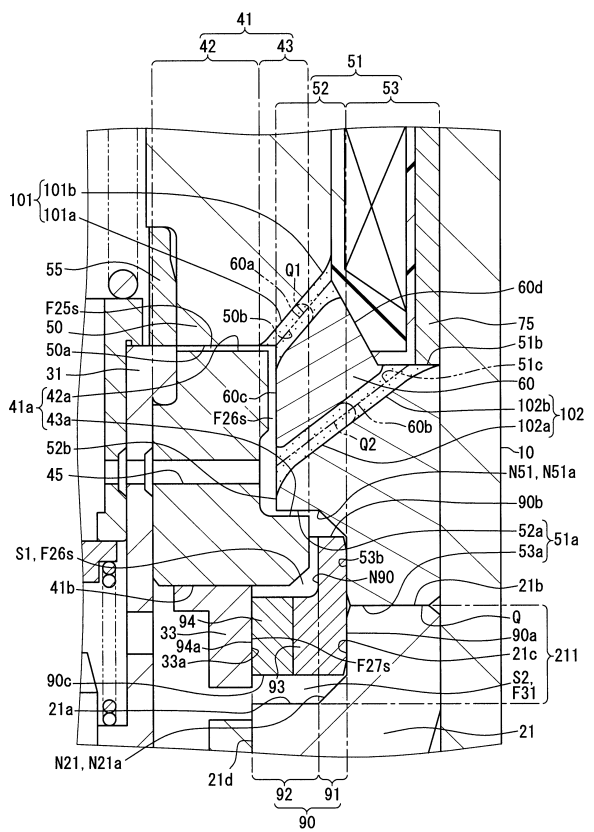
【図 4】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

審査官 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開平 10 - 196486 (JP, A)
特開 2002 - 357173 (JP, A)
特開 2015 - 183581 (JP, A)
特開 2010 - 216345 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 39/00 - 71/04