

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6836955号
(P6836955)

(45) 発行日 令和3年3月3日(2021.3.3)

(24) 登録日 令和3年2月10日(2021.2.10)

(51) Int.Cl.

FO2M 51/06 (2006.01)

F 1

FO2M 51/06
FO2M 51/06B
S

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-90295 (P2017-90295)
 (22) 出願日 平成29年4月28日 (2017.4.28)
 (65) 公開番号 特開2018-189002 (P2018-189002A)
 (43) 公開日 平成30年11月29日 (2018.11.29)
 審査請求日 令和1年5月8日 (2019.5.8)

(73) 特許権者 000004695
 株式会社 S O K E N
 愛知県日進市米野木町南山500番地20
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100140486
 弁理士 鎌田 徹
 (74) 代理人 100170058
 弁理士 津田 拓真
 (72) 発明者 高木 二郎
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社 S O K E N 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料噴射弁

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料を噴射するための噴孔(511)が、長手方向における一端に形成されたハウジング(100)と、

前記ハウジングの内部において前記長手方向に沿って移動することにより、前記噴孔の開閉を切り換えるニードル(200)と、

少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、前記ハウジングの内部に固定されている固定コア(400)と、

少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、前記ハウジングの内部において、前記長手方向に沿って前記ニードルと共に移動可能な状態で配置されている可動コア(300)と、

前記固定コアと前記可動コアとの間に磁気吸引力を発生させるコイル(600)と、を備え、

前記固定コアは、硬度が高い固定側高硬度部(410)と、前記固定側高硬度部よりも硬度が低い固定側低硬度部(420)と、を有しており、

前記可動コアは、硬度が高い可動側高硬度部(310)と、前記可動側高硬度部よりも硬度が低い可動側低硬度部(320)と、を有しており、

前記コイルに電流が供給されると、発生した前記磁気吸引力によって前記可動コアが前記ニードルと共に前記固定コア側に移動し、前記可動側高硬度部が前記固定側高硬度部に当たるように構成されており、

10

20

前記固定側高硬度部は、前記固定コアのうち前記長手方向に沿った一方側の端部から他方側の端部まで伸びるように形成されており、

前記可動側高硬度部は、前記可動コアのうち前記長手方向に沿った一方側の端部から他方側の端部まで伸びるように形成されており、

前記固定側高硬度部のうち前記可動側高硬度部側とは反対側の部分における外径は、前記固定側高硬度部のうち前記可動側高硬度部側の部分における外径よりも大きく、

前記可動側高硬度部のうち前記固定側高硬度部側とは反対側の部分における外径は、前記可動側高硬度部のうち前記固定側高硬度部側の部分における外径よりも大きい燃料噴射弁。

【請求項 2】

10

前記固定側高硬度部が前記ハウジングの内面に接合されている、請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 3】

前記固定側高硬度部は、少なくともその一部が前記固定側低硬度部よりも内側となる位置に配置されており、

前記可動側高硬度部は、少なくともその一部が前記可動側低硬度部よりも内側となる位置に配置されている、請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 4】

前記可動コアには、前記可動側高硬度部を前記長手方向に沿って貫く可動側貫通穴（313）が形成されており、

20

前記ニードルは前記可動側貫通穴に挿通されている、請求項 3 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 5】

前記可動側高硬度部が、前記ハウジングの内面に当接した状態で摺動するように構成されている、請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 6】

前記可動側高硬度部と前記ニードルとが一体となっている、請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 7】

前記可動コア及び前記ニードルの移動に伴って、互いに当接した状態で摺動する部分である第 1 部分と第 2 部分のうち少なくとも一方に、その硬度を高めるための高硬度化処理が施されている、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射弁。

30

【請求項 8】

前記可動コア及び前記ニードルの移動に伴って、互いに当接した状態で摺動する部分である第 1 部分と第 2 部分のうち少なくとも一方に、摩擦力を低下させるための表面処理が施されている、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射弁。

【請求項 9】

燃料を噴射するための噴孔（511）が、長手方向における一端に形成されたハウジング（100）と、

前記ハウジングの内部において前記長手方向に沿って移動することにより、前記噴孔の開閉を切り換えるニードル（200）と、

40

少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、前記ハウジングの内部に固定されている固定コア（400）と、

少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、前記ハウジングの内部において、前記長手方向に沿って前記ニードルと共に移動可能な状態で配置されている可動コア（300）と、

前記固定コアと前記可動コアとの間に磁気吸引力を発生させるコイル（600）と、を備え、

前記可動コアは、硬度が高い可動側高硬度部（310）と、前記可動側高硬度部よりも硬度が低い可動側低硬度部（320）と、を有しており、

前記コイルに電流が供給されると、発生した前記磁気吸引力によって前記可動コアが前

50

記ニードルと共に前記固定コア側に移動し、前記可動側高硬度部が前記固定コアに当たるよう構成されており、

前記可動側高硬度部は、前記可動コアのうち前記長手方向に沿った一方側の端部から他方側の端部まで伸びるように形成されており、

前記可動側高硬度部のうち前記固定コア側とは反対側の部分における外径は、前記可動側高硬度部のうち前記固定コア側の部分における外径よりも大きい燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は燃料噴射弁に関する。

10

【背景技術】

【0002】

内燃機関に設けられる燃料噴射弁として、磁気吸引力によって内部の可動コアをニードルと共に動作させることにより、燃料の出口である噴孔の開閉を切り換える構成のものが知られている。

【0003】

例えば下記特許文献1に記載の燃料噴射弁は、ハウジングの内部に固定された固定コアと、ハウジングの内部において移動可能な状態で配置された可動コアと、固定コアと可動コアとの間に磁気吸引力を発生させるコイルと、を備えている。燃料噴射弁から燃料が噴射される際には、コイルに電流が供給される。そのとき発生した磁気吸引力によって、可動コアがニードルと共に固定コア側に移動し、噴孔が開かれた状態となる。

20

【0004】

ところで、燃料噴射弁においては、固定コアなどの構成部品の形状が摩耗や損傷によって変化してしまうと、燃料の噴射量等の特性が変化してしまう。このため、燃料噴射弁では、構成部品の摩耗や損傷を可能な限り抑制する必要がある。

【0005】

上記の燃料噴射弁の固定コアには、比較的硬度の高い材料で形成されたブッシュが設かれている。ニードルは、固定コアに直接は接しておらず、上記のブッシュに当接した状態で移動する。このため、比較的硬度の低い磁性体からなる固定コアが、ニードルとの摺接によって摩耗してしまうことが防止される。

30

【0006】

また、燃料噴射弁から燃料が噴射される際には、上記のように可動コアが固定コア側に移動するのであるが、最終的には可動コアは固定コアに当たるのではなく、固定コアに設けられた上記のブッシュに当たって止まることとなる。上記の燃料噴射弁では、固定コアに対し可動コアが直接衝突しないので、固定コアの摩耗や損傷を更に抑制することが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-100756号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記特許文献1に記載の燃料噴射弁では、比較的硬度の高い材料からなるブッシュに対し、比較的硬度の低い材料からなる可動コアが衝突することとなる。このため、衝突による可動コアの損傷が懸念される。特に、噴射される燃料として液体燃料が用いられる場合には、燃料の粘度が低いために可動コアの移動速度が大きくなるので、上記のような可動コアの損傷が生じる可能性が高くなってしまう。燃料噴射弁の動作特性を長期間に亘り一定に維持するためには、固定コアのみならず可動コアの損傷をも防止することが好ましい。

50

【0009】

本開示は、固定コア及び可動コアの損傷を防止することのできる燃料噴射弁、を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本開示に係る燃料噴射弁は、燃料を噴射するための噴孔（511）が、長手方向における一端に形成されたハウジング（100）と、ハウジングの内部において長手方向に沿って移動することにより、噴孔の開閉を切り換えるニードル（200）と、少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、ハウジングの内部に固定されている固定コア（400）と、少なくとも一部が磁性体によって形成された部材であって、ハウジングの内部において、長手方向に沿ってニードルと共に移動可能な状態で配置されている可動コア（300）と、固定コアと可動コアとの間に磁気吸引力を発生させるコイル（600）と、を備える。固定コアは、硬度が高い固定側高硬度部（410）と、固定側高硬度部よりも硬度が低い固定側低硬度部（420）と、を有している。可動コアは、硬度が高い可動側高硬度部（310）と、可動側高硬度部よりも硬度が低い可動側低硬度部（320）と、を有している。この燃料噴射弁は、コイルに電流が供給されると、発生した磁気吸引力によって可動コアがニードルと共に固定コア側に移動し、可動側高硬度部が固定側高硬度部に当たるように構成されている。固定側高硬度部は、固定コアのうち長手方向に沿った一方側の端部から他方側の端部まで伸びるように形成されており、可動側高硬度部は、可動コアのうち長手方向に沿った一方側の端部から他方側の端部まで伸びるように形成されており、固定側高硬度部のうち可動側高硬度部側とは反対側の部分における外径は、固定側高硬度部のうち可動側高硬度部側の部分における外径よりも大きく、可動側高硬度部のうち固定側高硬度部側とは反対側の部分における外径は、可動側高硬度部のうち固定側高硬度部側の部分における外径よりも大きい。

10

20

【0011】

このような構成の燃料噴射弁では、固定コアはその全体が硬度の低い磁性体材料によって形成されているのではなく、一部が硬度の高い固定側高硬度部となっている。同様に、可動コアはその全体が硬度の低い磁性体材料によって形成されているのではなく、一部が硬度の高い可動側高硬度部となっている。

30

【0012】

燃料を噴射するためにコイルに電流が供給され、可動コアがニードルと共に固定コア側に移動すると、可動側高硬度部が固定側高硬度部に当たることとなる。比較的硬度の高い部分同士が衝突するので、固定コア及び可動コアのいずれにおいても、衝突による損傷の発生が抑制される。

【0013】

例えば、固定コアのうち固定側低硬度部を磁性体によって形成しておけば、固定側高硬度部は、磁気吸引力の発生に寄与する必要はない。このため、比較的硬度の高い非磁性体で固定側高硬度部を形成することができる。同様に、可動コアのうち可動側低硬度部を磁性体によって形成しておけば、可動側高硬度部は、磁気吸引力の発生に寄与する必要はない。このため、比較的硬度の高い非磁性体で可動側高硬度部を形成することができる。

40

【発明の効果】**【0014】**

本開示によれば、固定コア及び可動コアの損傷を防止することのできる燃料噴射弁、が提供される。

【図面の簡単な説明】**【0015】**

【図1】図1は、第1実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

【図2】図2は、第2実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

【図3】図3は、第3実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

【図4】図4は、第4実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

50

【図5】図5は、第5実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

【図6】図6は、図5のうち可動コア及びその近傍の構成を拡大して示す図である。

【図7】図7は、第6実施形態に係る燃料噴射弁の内部構造を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照しながら本実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

【0017】

第1実施形態に係る燃料噴射弁10の構成について、図1を参照しながら説明する。燃料噴射弁10は、不図示の内燃機関に設けられ、当該内燃機関に燃料を噴射し供給するための装置である。燃料噴射弁10は、ハウジング100と、ニードル200と、可動コア300と、固定コア400と、コイル600と、を備えている。

【0018】

ハウジング100は、その全体が概ね筒状の容器として形成された部材である。図1では、ハウジング100がその長手方向を上下方向に沿わせた状態が描かれている。尚、以下の説明においては、図1における上方側を示すものとして、単に「上方側」等の語を用いることがある。また、図1における下方側を示すものとして、単に「下方側」等の語を用いることがある。後の説明に用いる図2乃至図7においても同様である。

【0019】

後に説明するように、燃料噴射弁10から噴射される燃料は、ハウジング100の内部を上方側から下方側に向かって流れる。後述のニードル200、可動コア300、及び固定コア400は、いずれのハウジング100の内部に収容されている。

【0020】

ハウジング100は、第1筒状部材110と、第2筒状部材120と、第3筒状部材130と、第4筒状部材140と、第5筒状部材150と、を有している。これらはいずれも略円筒状の部材として形成されており、それぞれの中心軸を互いに一致させた状態で配置されている。

【0021】

第1筒状部材110は、ハウジング100のうち、燃料の流れる方向に沿って最も下流側となる位置に配置された部材である。第1筒状部材110はマルテンサイト系ステンレスによって形成されており、その硬度を高めるために焼き入れ処理が施されている。第1筒状部材110の内部には空間111が形成されており、この空間111に後述のニードル200が収容されている。

【0022】

第1筒状部材110の下端部では、噴射ノズル500が内側に圧入され溶接されている。噴射ノズル500はハウジング100の一部をなすものであって、円筒部520と閉塞部510とを有している。円筒部520は円筒状に形成された部分である。円筒部520は、その中心軸を第1筒状部材110の中心軸と一致させた状態で、第1筒状部材110の内側に嵌め込まれている。円筒部520の内周面521は、ニードル200の摺接部222(後述)が当接した状態で摺動する面となっている。

【0023】

閉塞部510は、円筒部520のうち下方側の端部を塞ぐように形成された部分である。閉塞部510には噴孔511が形成されている。噴孔511は、閉塞部510の中心を図1の上下方向に貫くように形成された貫通穴である。噴孔511によって、第1筒状部材110の内部の空間111と外部空間とが連通されている。噴孔511は、燃料噴射弁10から噴射される燃料の出口として形成されている。このように、燃料噴射弁10では、燃料を噴射するための噴孔511が、ハウジング100の長手方向における一端に形成されている。

【0024】

10

20

30

40

50

閉塞部 510 の内面には、噴孔 511 の周囲を囲むように弁座 512 が形成されている。弁座 512 は、噴孔 511 を塞ぐために、ニードル 200 のシール部 221（後述）が当接する部分である。

【0025】

噴射ノズル 500 は、その全体がマルテンサイト系ステンレスによって形成されており、その硬度を高めるために焼き入れ処理が施されている。また、噴射ノズル 500 のうちニードル 200 が当接する部分、すなわち弁座 512 と内周面 521 とには、窒化処理が施されている。内周面 521 には、摩擦力を低下させるための DLC コートが更に施されている。

【0026】

第 1 筒状部材 110 のうち噴射ノズル 500 とは反対側（つまり上方側）の部分は拡径されており、当該部分から更に上方側に向かって伸びるように拡径円筒部 112 が形成されている。拡径円筒部 112 の内面は、後に説明するように可動コア 300 の一部が当接した状態で摺動する部分となっている。このため、拡径円筒部 112 には窒化処理が施されている。拡径円筒部 112 の上端（つまり第 1 筒状部材 110 の上端）には、第 2 筒状部材 120 の下端が接続されている。

【0027】

第 2 筒状部材 120 は、ハウジング 100 のうち、燃料の流れる方向に沿って第 1 筒状部材 110 の上流側となる位置に配置された円筒形状の部材である。第 2 筒状部材 120 の内径及び外径は、拡径円筒部 112 の内径及び外径とそれぞれ等しい。第 2 筒状部材 120 は、磁性体であるフェライト系ステンレスによって形成されている。第 2 筒状部材 120 の上端には、第 3 筒状部材 130 の下端が接続されている。

【0028】

第 3 筒状部材 130 は、ハウジング 100 のうち、燃料の流れる方向に沿って第 2 筒状部材 120 の上流側となる位置に配置された円筒形状の部材である。第 3 筒状部材 130 の内径及び外径は、第 2 筒状部材 120 の内径及び外径とそれぞれ等しい。第 3 筒状部材 130 は、非磁性体であるオーステナイト系ステンレスによって形成されている。第 3 筒状部材 130 の上端には、第 4 筒状部材 140 の下端が接続されている。

【0029】

第 4 筒状部材 140 は、ハウジング 100 のうち、燃料の流れる方向に沿って第 3 筒状部材 130 の上流側となる位置に配置された円筒形状の部材である。第 4 筒状部材 140 の内径及び外径は、第 3 筒状部材 130 の内径及び外径とそれぞれ等しい。第 4 筒状部材 140 は、磁性体であるフェライト系ステンレスによって形成されている。第 4 筒状部材 140 の上方側部分では、第 5 筒状部材 150 の下端部分が内側に圧入され溶接されている。

【0030】

第 5 筒状部材 150 は、ハウジング 100 のうち、燃料の流れる方向に沿って最も上流側となる位置に配置された略円筒形状の部材である。第 5 筒状部材 150 はオーステナイト系ステンレスによって形成されている。第 5 筒状部材 150 の上端部には導入口 153 が形成されている。導入口 153 は、外部から導入される燃料の入口として形成された開口である。

【0031】

第 5 筒状部材 150 の内部に形成された空間 151 のうち、導入口 153 の近傍となる位置には、フィルタ 152 が設けられている。フィルタ 152 は、導入口 153 から導入された燃料に含まれる異物を捕集するためのものである。

【0032】

ニードル 200 は、ハウジング 100 の内部に配置された棒状の部材である。ニードル 200 は、その中心軸をハウジング 100 の中心軸に移動させた状態で、ハウジング 100 の長手方向（図 1 では上下方向）に沿って移動可能な状態で配置されている。ニードル 200 はマルテンサイト系ステンレスによって形成されており、硬度を高めるために焼き

10

20

30

40

50

入れ処理が施されている。ニードル 200 のうち噴射ノズル 500 側の端部には、シール部 221 が形成されている。

【0033】

ニードル 200 が可動範囲のうち最も下方側まで移動すると、図 1 に示されるようにシール部 221 が弁座 512 に当接し、噴孔 511 が閉じられた状態となる。これにより、噴孔 511 からの燃料の噴射が停止される。ニードル 200 が上方側に移動し、シール部 221 が弁座 512 から離れると、噴孔 511 が開かれた状態となる。これにより、噴孔 511 からの燃料の噴射が行われる。このように、ニードル 200 は、ハウジング 100 の内部において長手方向に沿って移動することにより、噴孔 511 の開閉を切り換えるための部材として設けられている。

10

【0034】

以下の説明においては、噴孔 511 が開かれるようにニードル 200 が移動する方向の側、すなわち図 1 における上側のことを、「開弁側」とも称することがある。また、噴孔 511 が閉じられるようにニードル 200 が移動する方向の側、すなわち図 1 における下側のことを、「閉弁側」とも称することがある。

【0035】

ニードル 200 の側面のうち、シール部 221 よりも僅かに開弁側となる位置には、外方に向けて突出する摺接部 222 が複数形成されている。摺接部 222 は、その先端を円筒部 520 の内周面 521 に当接させた状態で摺動する部分である。複数の摺接部 222 は、ニードル 200 の周方向に沿って並ぶように形成されている。互いに隣り合う摺接部 222 同士の間には、燃料が通るための経路として凹部 223 が形成されている。ニードル 200 のうちシール部 221 及び摺接部 222 には、窒化処理が施されている。摺接部 222 には更に DLC コートが施されている。これにより、摺接部 222 と内周面 521 との間における摩擦抵抗が低下している。

20

【0036】

ニードル 200 は、後に説明する可動コア 300 を上下方向に貫いた状態で配置されている。ニードル 200 の上端部は、可動コア 300 の上端よりも更に上方側に配置されている。ニードル 200 の上端部分における側面には、外方に向けて突出するように大径部 210 が形成されている。大径部 210 のうち可動コア 300 側（閉弁側）の面は、可動コア 300 の端面に当接している。

30

【0037】

ニードル 200 の内部には空間 201 が形成されている。空間 201 は、ニードル 200 のうち大径部 210 の開弁側端部から、可動コア 300 よりも閉弁側となる位置まで伸びるように形成されている。ニードル 200 のうち開弁側の端部では、空間 201 が外部に開放されている。空間 201 のうち可動コア 300 よりも閉弁側となる位置では、ニードル 200 に貫通穴 202 が形成されている。この貫通穴 202 により、空間 201 と空間 111 とが連通されている。

【0038】

可動コア 300 は、その全体が略円柱形状に形成された部材である。可動コア 300 は、その中心軸をハウジング 100 の中心軸に移動させた状態で、ニードル 200 と共にハウジング 100 の長手方向（図 1 では上下方向）に沿って移動可能な状態で配置されている。可動コア 300 は、可動側高硬度部 310 と可動側低硬度部 320 とを有している。

40

【0039】

可動側高硬度部 310 は、その一部（後述の拡径部 311 を除く部分）が可動側低硬度部 320 よりも内側となる位置に配置された略円筒形状の部分である。可動側高硬度部 310 は、非磁性体であり且つ比較的硬度の高い材料であるマルテンサイト系ステンレスによって形成されている。可動側高硬度部 310 には、その硬度を高めるために焼き入れ処理が施されている。可動側高硬度部 310 の中央には、これを上下方向（つまりハウジング 100 の長手方向）に貫くように可動側貫通穴 313 が形成されている。先に説明したニードル 200 は、この可動側貫通穴 313 に挿通されている。ニードル 200 の外側面

50

は、可動側貫通穴 313 の内面に当接した状態で摺動可能となっている。可動側貫通穴 313 の内面には窒化処理が施されている。また、ニードル 200 の外側面にも窒化処理が施されており、更に DLC コートが施されている。

【0040】

可動側高硬度部 310 のうち開弁側の端面には、ニードル 200 の大径部 210 が上方側から当接している。尚、可動側高硬度部 310 の開弁側の端面の一部は、後に説明するように、開弁時において固定コア 400 に当たる部分となっている。可動側高硬度部 310 の開弁側の端面では、ニードル 200 の大径部 210 が当接する部分と、固定コア 400 に当たる部分と、のそれぞれに対して窒化処理が施されている。また、大径部 210 のうち閉弁側の端面にも窒化処理が施されている。

10

【0041】

可動側高硬度部 310 のうち閉弁側の部分は拡径されており、側方に向けて突出する拡径部 311 が形成されている。拡径部 311 の先端面 312 は、第 1 筒状部材 110 のうち拡径円筒部 112 の内面に当接している。可動コア 300 が移動する際には、拡径部 311 の先端面 312 が拡径円筒部 112 の内面に当接した状態で摺動する。先端面 312 には窒化処理が施されており、更に DLC コートが施されている。

【0042】

可動側低硬度部 320 は、可動側高硬度部 310 よりも外側となる位置に配置された略円筒形状の部分である。可動側低硬度部 320 は、その内面を可動側高硬度部 310 の外面に当接させた状態で、可動側高硬度部 310 に対し所謂「打ち込み」によって固定されている。可動側低硬度部 320 の閉弁側の端面は、可動側高硬度部 310 の拡径部 311 に当接している。

20

【0043】

可動側低硬度部 320 は、磁性体であるフェライト系ステンレスによって形成されている。その結果、可動側低硬度部 320 は、可動側高硬度部 310 よりも硬が低い部分となっている。ハウジング 100 の内部において可動側低硬度部 320 が配置されている位置は、第 2 筒状部材 120 と概ね対向する位置となっている。

【0044】

可動側低硬度部 320 の開弁側の端面の位置は、可動側高硬度部 310 の開弁側の端面の位置よりも、僅かに閉弁側となっている。換言すれば、可動側高硬度部 310 の上端面は、可動側低硬度部 320 の上端面よりも僅かに上方側（固定コア 400 側）に向けて突出している。

30

【0045】

その結果、可動側高硬度部 310 は、可動コア 300 のうち、ハウジング 100 の長手方向に沿った一方側の端部（つまり上端部）から他方側の端部（つまり下端部）まで伸びるように形成されている。

【0046】

可動コア 300 のうち外周部近くとなる位置には、可動コア 300 を上下方向に沿って貫く貫通穴 301 が複数形成されている。それぞれの貫通穴 301 は、可動側高硬度部 310 の拡径部 311 と、可動側低硬度部 320 との両方を貫くように形成されている。貫通穴 301 の機能については後述する。

40

【0047】

尚、本実施形態では上記のように、可動コア 300 の一部である可動側低硬度部 320 が磁性体によって形成されており、その他の部分である可動側高硬度部 310 が非磁性体によって形成されている。このような態様に替えて、可動コア 300 の全体が磁性体によって形成されているような態様であってもよい。ただしこの場合でも、可動側高硬度部 310 は、可動側低硬度部 320 よりも硬度の高い材料で形成される。

【0048】

固定コア 400 は、可動コア 300 と同様に、その全体が略円柱形状に形成された部材である。固定コア 400 は、その中心軸をハウジング 100 の中心軸に移動させた状態で

50

、ハウジング 100 の内部に固定されている。固定コア 400 が設けられている位置は、開弁側において可動コア 300 と隣り合う位置である。図 1 のようにニードル 200 のシール部 221 が弁座 512 に当接しているときにおいては、固定コア 400 と可動コア 300 との間には隙間が形成されている。固定コア 400 は、固定側高硬度部 410 と固定側低硬度部 420 とを有している。

【0049】

固定側高硬度部 410 は、固定側低硬度部 420 よりも内側となる位置に配置された略円筒形状の部分である。固定側高硬度部 410 は、非磁性体であり且つ比較的硬度の高い材料であるマルテンサイト系ステンレスによって形成されている。固定側高硬度部 410 には、その硬度を高めるために焼き入れ処理が施されている。固定側高硬度部 410 のうち可動コア 300 側の端面は、可動コア 300 の可動側高硬度部 310 が当たる部分となっている。このため、当該端面には窒化処理が施されている。10

【0050】

固定側高硬度部 410 の中央には、これを上下方向（つまりハウジング 100 の長手方向）に貫くように固定側貫通穴 401 が形成されている。先に説明したニードル 200 の空間 201 は、この固定側貫通穴 401 によって第 5 筒状部材 150 の空間 151 に連通されている。固定側高硬度部 410 の上端部分における側面には、外方に向けて突出するように拡径部 411 が形成されている。

【0051】

固定側貫通穴 401 のうち可動コア 300 側の部分には、ニードル 200 の大径部 210 が下方から挿通されている。図 1 に示されるように、当該部分における固定側貫通穴 401 の内径は、他の部分における固定側貫通穴 401 の内径よりも大きくなっている。このため、ニードル 200 の大径部 210 と、固定側貫通穴 401 の内面との間には隙間が形成されている。20

【0052】

固定側低硬度部 420 は、その全体が固定側高硬度部 410 よりも外側となる位置に配置された略円筒形状の部分である。固定側低硬度部 420 は、その内面を固定側高硬度部 410 の外面に当接させた状態で、固定側高硬度部 410 に対して溶接によって固定されている。本実施形態では、固定コア 400 の開弁側端部となる位置において、固定側高硬度部 410 と固定側低硬度部 420 とが互いに溶接されている。30

【0053】

固定側低硬度部 420 は、磁性体であるフェライト系ステンレスによって形成されている。その結果、固定側低硬度部 420 は、固定側高硬度部 410 よりも硬が低い部分となっている。ハウジング 100 の内部において固定側低硬度部 420 が配置されている位置は、第 4 筒状部材 140 と概ね対向する位置となっている。固定側低硬度部 420 の外側面は、第 4 筒状部材 140 の内面に対して溶接によって固定されている。

【0054】

固定側低硬度部 420 の開弁側の端面の位置は、固定側高硬度部 410 の開弁側の端面の位置と同一となっている。また、固定側低硬度部 420 の閉弁側の端面の位置は、固定側高硬度部 410 の閉弁側の端面の位置よりも、僅かに開弁側となっている。換言すれば、固定側高硬度部 410 の下端面は、固定側低硬度部 420 の下端面よりも僅かに下方側（可動コア 300 側）に向けて突出している。40

【0055】

その結果、固定側高硬度部 410 は、固定コア 400 のうち、ハウジング 100 の長手方向に沿った一方側の端部（つまり上端部）から他方側の端部（つまり下端部）まで伸びるように形成されている。固定側高硬度部 410 の下端面は、その全体が、可動側高硬度部 310 の上端面に対向している。

【0056】

尚、本実施形態では上記のように、固定コア 400 の一部である固定側低硬度部 420 が磁性体によって形成されており、その他の部分である固定側高硬度部 410 が非磁性体50

によって形成されている。このような態様に替えて、固定コア400の全体が磁性体によって形成されているような態様であってもよい。ただしこの場合でも、固定側高硬度部410は、固定側低硬度部420よりも硬度の高い材料で形成される。

【0057】

コイル600は、電流の供給を受けて磁力を生じさせるものである。コイル600はボビン610に巻かれた状態で、ハウジング100のうち第3筒状部材130の全体と、第4筒状部材140の一部とを外側から覆うように配置されている。コイル600に電流が供給されると、固定側低硬度部420、可動側低硬度部320、第2筒状部材120、及び第4筒状部材140等を磁束が通るように磁気回路が形成される。その結果として、固定コア400と可動コア300との間に磁気吸引力が発生する。この磁気吸引力によって、可動コア300は、ニードル200と共に開弁側に移動する。コイル600に対する電流の供給が停止すると、上記の磁気吸引力は0となる。その際、可動コア300は、後述のスプリング820の付勢力によって、ニードル200と共に閉弁側に移動する。10

【0058】

燃料噴射弁10のその他の構成について説明する。固定側高硬度部410に形成された固定側貫通穴401の上方側部分には、アジャスティングパイプ430が圧入され固定されている。アジャスティングパイプ430は円筒形状の部材であって、その内側には、アジャスティングパイプ430を上下方向に貫く貫通穴431が形成されている。

【0059】

固定側貫通穴401のうちアジャスティングパイプ430の下方側には、スプリング820が配置されている。スプリング820は、その伸縮方向が上下方向に沿っている弾性部材である。スプリング820の一端は、アジャスティングパイプ430の閉弁側端部に当接している。スプリング820の他端は、ニードル200のうち大径部210の開弁側端部に当接している。スプリング820は、その長さを自由長よりも短くした状態となっている。このため、ニードル200の大径部210は、スプリング820からの力によって可動側高硬度部310に対して押し付けられている。その結果、スプリング820は、ニードル200と可動コア300との両方を閉弁側に付勢している。20

【0060】

可動コア300の下方側には、スプリング810が配置されている。スプリング810は、その伸縮方向が上下方向に沿っている弾性部材である。スプリング810の一端は、可動側高硬度部310の閉弁側端面に形成された段差部に当接している。スプリング810の他端は、第1筒状部材110のうち開弁側の端部近傍に形成された段差部に当接している。30

【0061】

スプリング810は、その長さを自由長よりも短くした状態となっている。このため、可動コア300の可動側高硬度部310は、スプリング810からの力によってニードル200の大径部210に対して押し付けられている。その結果、スプリング810は、ニードル200と可動コア300との両方を開弁側に付勢している。スプリング810とスプリング820とが設けられることにより、大径部210と可動側高硬度部310とが互いに当接している状態が維持されている。40

【0062】

本実施形態では、スプリング820の付勢力が、スプリング810の付勢力よりも大きくなっている。このため、コイル600に対する電流の供給が停止しており、固定コア400と可動コア300との間に磁気吸引力が発生していないときには、ニードル200のシール部221が弁座512に当接した状態、すなわち噴孔511が塞がれた状態となる。

【0063】

コイル600、第4筒状部材140、及び第5筒状部材150の一部は、樹脂900によって外側からモールドされている。この樹脂900の一部は外側に向かって突出しており、この突出した部分がコネクタ910として形成されている。コネクタ910は、コイ50

ル 6 0 0 に対して電流を供給するための線が接続される部分である。コネクタ 9 1 0 の内側には給電端子 9 2 0 が配置されている。給電端子 9 2 0 は、コイル 6 0 0 に繋がる給電線の一端に設けられた端子である。コイル 6 0 0 への電流の供給はこの給電端子 9 2 0 から行われる。

【 0 0 6 4 】

樹脂 9 0 0 のうち、第 4 筒状部材 1 4 0 をモールドしている部分の更に外側には、ホルダ 7 0 0 が配置されている。ホルダ 7 0 0 は磁性体からなる筒状の部材であって、拡径円筒部 1 1 2 の外側となる位置から、コイル 6 0 0 の開弁側端部よりも更に開弁側となる位置まで伸びるように形成されている。ホルダ 7 0 0 の内側であって、且つコイル 6 0 0 よりも開弁側となる位置にはカバー 7 1 0 が配置されている。カバー 7 1 0 は、磁性体からなる略円管状の部材であって、第 4 筒状部材 1 4 0 を外側から囲むように配置されている。カバー 7 1 0 のうちコネクタ 9 1 0 の近傍となる部分は、コネクタ 9 1 0 との干渉を避けるために切り欠かれている。このため、図 1においては、第 4 筒状部材 1 4 0 の右側となる位置においてのみカバー 7 1 0 の断面が表れている。ホルダ 7 0 0 及びカバー 7 1 0 は、コイル 6 0 0 で発生した磁束が通る磁気回路の一部を成すものである。10

【 0 0 6 5 】

燃料噴射弁 1 0 の動作について説明する。第 5 筒状部材 1 5 0 には、導入口 1 5 3 から燃料が供給されている。コイル 6 0 0 への電流供給が行われていないときには、既に述べたように噴孔 5 1 1 は閉じられている。このため、燃料噴射弁 1 0 の内部は燃料によって加圧された状態となっている。20

【 0 0 6 6 】

コイル 6 0 0 への電流供給が開始されると、固定コア 4 0 0 と可動コア 3 0 0 との間に磁気吸引力が発生し、可動コア 3 0 0 は開弁側に移動する。その際、ニードル 2 0 0 の大径部 2 1 0 は可動コア 3 0 0 の可動側高硬度部 3 1 0 に当接しているので、可動コア 3 0 0 と共にニードル 2 0 0 も開弁側に移動する。ニードル 2 0 0 のシール部 2 2 1 が弁座 5 1 2 から離れて、噴孔 5 1 1 が開かれた状態になるので、噴孔 5 1 1 からの燃料の噴射が開始される。

【 0 0 6 7 】

燃料は、導入口 1 5 3 から空間 1 5 1 に流入した後、貫通穴 4 3 1 、固定側貫通穴 4 0 1 、空間 2 0 1 、貫通穴 2 0 2 、及び空間 1 1 1 を順に通り、噴孔 5 1 1 から噴射される。30

【 0 0 6 8 】

尚、可動コア 3 0 0 の周囲は、貫通穴 2 0 2 から排出された燃料で満たされた状態となっている。可動コア 3 0 0 が開弁側に移動する際には、可動コア 3 0 0 よりも開弁側の空間に存在していた燃料が、可動コア 3 0 0 を貫く貫通穴 3 0 1 を通って、可動コア 3 0 0 よりも閉弁側の空間に移動する。貫通穴 3 0 1 を通って燃料がスムーズに移動するので、可動コア 3 0 0 の移動が燃料によって妨げられてしまうことが無い。可動コア 3 0 0 が、その後閉弁側に移動する際ににおいても同様である。

【 0 0 6 9 】

開弁側に移動し始めた可動コア 3 0 0 はその後、固定コア 4 0 0 に当たって止まる。本実施形態では既に述べたように、可動側高硬度部 3 1 0 の上端面が固定コア 4 0 0 側に向けて突出しており、固定側高硬度部 4 1 0 の下端面が可動コア 3 0 0 側に向けて突出している。このため、可動コア 3 0 0 は、可動側高硬度部 3 1 0 が固定コア 4 0 0 に当たる一方で、可動側低硬度部 3 2 0 は固定コア 4 0 0 には当たらない。また、固定コア 4 0 0 のうち固定側高硬度部 4 1 0 には可動コア 3 0 0 が当たるのであるが、固定側低硬度部 4 2 0 には可動コア 3 0 0 が当たらない。40

【 0 0 7 0 】

このように、本実施形態に係る燃料噴射弁 1 0 は、コイル 6 0 0 に電流が供給されると、発生した磁気吸引力によって可動コア 3 0 0 がニードル 2 0 0 と共に固定コア 4 0 0 側（開弁側）に移動し、可動側高硬度部 3 1 0 が固定側高硬度部 4 1 0 に当たるように構成50

されている。

【0071】

本実施形態では、可動コア300のうち比較的硬度の高い部分（可動側高硬度部310）と、固定コア400のうち比較的硬度の高い部分（固定側高硬度部410）とが互いに衝突する。このため、固定コア及び可動コアのいずれにおいても、衝突による損傷の発生が抑制される。

【0072】

一方、磁気吸引力に寄与する部分である可動側低硬度部320及び固定側低硬度部420は、比較的硬度の低い磁性体によって形成されているのであるが、これらには他の部材が衝突しない構成となっている。燃料噴射弁10では、磁性体を用いて磁気吸引力を効率的に発生させ得る構成としながらも、磁性体が衝突によって損傷してしまうことが防止されている。10

【0073】

可動側高硬度部310は、可動コア300のうち、ハウジング100の長手方向に沿った一方側の端部（つまり上端部）から他方側の端部（つまり下端部）まで伸びるように形成されている。このため、例えば可動側高硬度部310のうち閉弁側の端部が可動側低硬度部320によって支持されているような構成に比べると、可動コア300が固定コア400に当たった際に、可動側低硬度部320に加えられる衝撃が低減される。このため、硬度の低い可動側低硬度部320の損傷が更に防止されている。

【0074】

同様に、固定側高硬度部410は、固定コア400のうち、ハウジング100の長手方向に沿った一方側の端部（つまり上端部）から他方側の端部（つまり下端部）まで伸びるように形成されている。このため、例えば固定側高硬度部410のうち閉弁側の端部が固定側低硬度部420によって支持されているような構成に比べると、可動コア300が固定コア400に当たった際に、固定側低硬度部420に加えられる衝撃が低減される。このため、硬度の低い固定側低硬度部420の損傷が更に防止されている。20

【0075】

噴孔511が開かれている状態で、コイル600への電流供給が停止されると、固定コア400と可動コア300との間に磁気吸引力が働くなくなる。可動コア300及びニードル200は、スプリング820の付勢力によって閉弁側に移動し、最終的にはシール部221が弁座512に当接した状態、すなわち噴孔511が塞がれた状態となる。これにより、噴孔511からの燃料の噴射が停止する。30

【0076】

本実施形態では、固定側高硬度部410が固定側低硬度部420よりも内側となる位置に配置されており、可動側高硬度部310が可動側低硬度部320よりも内側となる位置に配置されている。このような構成において、可動コア300には、可動側高硬度部310の中央を長手方向に沿って貫く可動側貫通穴313が形成されており、ニードル200はこの可動側貫通穴313に挿通されている。このため、ニードル200は、可動コア300のうち硬度の高い部分に対してのみ当接し摺動するので、可動コア300の摩耗が抑制される。その結果、燃料噴射弁10の動作特性が、可動コア300の変形によって短期間で変化してしまうことが更に防止される。40

【0077】

本実施形態では、可動側高硬度部310の拡径部311が、ハウジング100の内面（具体的には拡径円筒部112の内面）に当接した状態で摺動するように構成されている。このため、硬度の低い可動側低硬度部320がハウジング100の内面に当接し摺動するような構成に比べると、可動コア300の摩耗が抑制されている。これにより、燃料噴射弁10の動作特性が、可動コア300の変形によって短期間で変化してしまうことが更に防止されている。

【0078】

本実施形態では、可動コア300及びニードル200の移動に伴って、互いに当接した50

状態で摺動する一対の部材（以下では、一方を「第1部材」と称し、他方を「第2部材」と称する）のうち少なくとも一方に、その硬度を高めるための高硬度化処理（具体的には焼き入れ及び窒化処理）と、摩擦力を低下させるための表面処理（具体的にはDLCコート）とが施されている。これにより、摺動に伴う可動コア300や固定コア400の破損や変形が更に抑制されている。

【0079】

このような第1部材と第2部材との組み合わせとしては、ニードル200と噴射ノズル500、ニードル200と可動側高硬度部310、第1筒状部材110と可動側高硬度部310、が挙げられる。本実施形態では、互いに当接した状態で摺動する部分の全てについて、それぞれの少なくとも一方に上記の高硬度化処理や表面処理が施されている。

10

【0080】

高硬度化処理は、第1部材及び第2部材のうち一方のみに施されていてもよく、両方に施されていてもよい。また、高硬度化処理が施されていないような第1部材と第2部材とが、燃料噴射弁10の一部において存在しているような態様であってもよい。

【0081】

同様に、摩擦力を低下させるための表面処理は、第1部材及び第2部材のうち一方のみに施されていてもよく、両方に施されていてもよい。また、摩擦力を低下させるための表面処理が施されていないような第1部材と第2部材とが、燃料噴射弁10の一部において存在しているような態様であってもよい。

【0082】

20

硬度を高めるための高硬度化処理としては、本実施形態のように焼き入れ及び窒化処理が用いられてもよいが、焼き入れ及び窒化処理以外の処理が用いられてもよい。また、摩擦力を低下させるための表面処理としては、本実施形態のようにDLCコートが用いられてもよいが、DLCコート以外の処理が用いられてもよい。

【0083】

第2実施形態について、図2を参照しながら説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

【0084】

本実施形態に係る燃料噴射弁10では、固定側高硬度部410のうち開弁側の部分に形成された拡径部411の先端が、第4筒状部材140の内面に当接しており、溶接により固定されている。一方、本実施形態では、固定側低硬度部420の外側面と、第4筒状部材140の内面との間が僅かに離間しており、両者は溶接されていない。

30

【0085】

このように、本実施形態では、固定側高硬度部410の拡径部411がハウジングの内面に接合されている。このような構成においては、開弁時において可動コア300が固定コア400に当たった際の衝撃が、固定側高硬度部410のみに対して直接的に加えられ、固定側低硬度部420には加えられない。このため、硬度の低い固定側低硬度部420の破損を更に防止することができる。

【0086】

第3実施形態について、図3を参照しながら説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

40

【0087】

本実施形態に係る燃料噴射弁10では、可動側高硬度部310に拡径部311が設けられていない。可動側高硬度部310は、その全体が円筒形状に形成されており、その閉弁側の端部が、可動側低硬度部320の閉弁側端部よりも更に閉弁側に伸びている。可動側高硬度部310のうち、可動側低硬度部320の閉弁側端部よりも更に閉弁側に伸びている部分のことを、以下では「延長部315」とも称する。延長部315は、第1筒状部材110の空間111の内側まで伸びている。延長部315の閉弁側端部の位置は、貫通穴202よりも僅かに開弁側となる位置である。延長部315の閉弁側端部は、スプリング810の端部に当接している。

50

【0088】

延長部315の外側面316は、第1筒状部材110のうち、空間111を区画する内面に当接した状態で摺動可能となっている。外側面316には、第1実施形態における先端面312と同様に、窒化処理及びDLCコートが施されている。また、これと対向する第1筒状部材110の内面には、窒化処理が施されている。

【0089】

このような態様においては、可動コア300のうち摺動を案内される部分、すなわち延長部315の上下方向における長さが、先端面312（第1実施形態）の上下方向における長さに比べて長くなっている。このため、開弁時及び閉弁時における可動コア300の動きをより安定させることができることが可能となっている。

10

【0090】

尚、本実施形態の第1筒状部材110には、可動コア300を外周から囲むような拡径円筒部112が形成されていない。代わりに、第2筒状部材120が下方側まで延長されている。これは、可動側高硬度部310の拡径部311が当接し摺動する部分（つまり拡径円筒部112）を、本実施形態では第2筒状部材120の近傍に設ける必要が無いからである。このような構成においては、第2筒状部材120が延長されることにより、当該部分における磁気抵抗が小さくなっている。その結果、固定コア400と可動コア300との間に発生する磁気吸引力が大きくなっている。燃料噴射弁の開弁動作がより効率的に行われる。

【0091】

20

第4実施形態について、図4を参照しながら説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

【0092】

本実施形態に係る燃料噴射弁10では、第1実施形態と同様の可動側高硬度部310に対し、第3実施形態（図3）と同様の延長部315を形成した構成となっている。つまり、本実施形態に係る可動側高硬度部310は、拡径部311の先端面312と、延長部315の外側面316と、の2箇所において第1筒状部材110に当接し摺動する。

【0093】

拡径部311よりも閉弁側となる位置には、拡径部311と第1筒状部材110によって挟まれた空間であるダンパー室303が形成されている。また、可動コア300と固定コア400との間には、空間304が形成されている。ダンパー室303及び空間304は、いずれも燃料で満たされた状態となっている。ダンパー室303と空間304との間は、可動コア300を貫く貫通穴によって連通されている。本実施形態の貫通穴301にはオリフィス302が設けられており、貫通穴301における燃料の流路断面積が絞られている。

30

【0094】

固定側低硬度部420の外周面には、上下方向に伸びるスリット状の溝、である連通路421が形成されている。連通路421により、閉弁側の空間304と、開弁側の空間151とが連通されている。このため、可動コア300の動作状態や位置に拘らず、空間304における燃料の圧力は概ね一定となっている。

40

【0095】

コイル600への電流共有が開始され、可動コア300が開弁側に移動すると、空間304に存在していた燃料は、貫通穴301及びオリフィス302を通ってダンパー室303に移動する。可動コア300の移動速度が大きくなると、上記のような燃料の移動はオリフィス302によって抑制される。このため、可動コア300が開弁側端部に到達した際の、可動側高硬度部310と固定側高硬度部410との衝突エネルギーを低く抑えることができる。

【0096】

コイル600への電流共有が停止され、可動コア300が閉弁側に移動すると、ダンパー室303に存在していた燃料は、貫通穴301及びオリフィス302を通って空間30

50

4に移動する。可動コア300の移動速度が大きくなると、上記のような燃料の移動はオリフィス302によって抑制される。このため、可動コア300が閉弁側端部に到達した際の、シール部221と弁座512との衝突エネルギーを低く抑えることができる。

【0097】

第5実施形態について、図5及び図6を参照しながら説明する。以下では、上記の第4実施形態(図4)と異なる点について主に説明し、第4実施形態と共に通する点については適宜説明を省略する。

【0098】

本実施形態では、一部の貫通穴301には第4実施形態のオリフィス302が設けられている一方で、他の一部の貫通穴301には弁306が設けられている。オリフィス302が設けられている方の貫通穴301のことを、以下では「貫通穴301A」とも表記する。また、弁306が設けられている方の貫通穴301のことを、以下では「貫通穴301B」とも表記する。

10

【0099】

弁306は、貫通穴301Bにおける燃料の流れや圧力に応じて上下方向に移動可能となっている。弁306によって、貫通穴301Bを開弁方向に向かうような燃料の流れは禁止される一方で、貫通穴301Bを閉弁方向に向かうような燃料の流れは許容される。つまり、弁306は所謂「逆止弁」として機能するものである。

【0100】

コイル600への電流共有が開始され、可動コア300が開弁側に移動すると、空間304に存在していた燃料は、その一部が貫通穴301A及びオリフィス302を通ってダンパー室303に移動する。また、空間304に存在していた燃料の残部(実際には大部分である)は、貫通穴301Bを通ってダンパー室303に移動する。このため、開弁時においては、オリフィス302が設けられていることによる可動コア300の減速効果はほとんど得られない。

20

【0101】

コイル600への電流共有が停止され、可動コア300が閉弁側に移動すると、ダンパー室303に存在していた燃料は、貫通穴301A及びオリフィス302を通って空間304に移動する。一方、貫通穴301Bを通って空間304に向かうような燃料の流れは、弁306によって妨げられる。このため、閉弁時においては、第4実施形態と同様に、可動コア300の移動速度がオリフィス302によって減速される。

30

【0102】

このように本実施形態では、開弁時においては迅速に可動コア300及びニードル200が開弁方向に移動する一方で、閉弁時においては可動コア300及びニードル200の移動速度がオリフィス302によって減速される。可動側高硬度部310と固定側高硬度部410との衝突エネルギーを低く抑えることよりも、シール部221と弁座512との衝突エネルギーを低く抑えることの方をより重視する場合には、このような構成とすることが好みしい。

【0103】

図6に拡大して示されるように、可動側低硬度部320のうち開弁側の端面では、貫通穴301A、301Bの周囲の部分が、他の部分よりも開弁側に向けて突出している。この突出している部分のことを、以下では「土手部325」とも称する。可動コア300及びニードル200が開弁側端部に位置している状態、すなわちフルリフト状態において、可動コア300と固定コア400との間の隙間の大きさは、土手部325においては10 μm 程度となっており、その周囲においては50 μm 程度となるように設定されている。

40

【0104】

コイル600への電流共有が開始され、可動コア300が開弁側に移動すると、土手部325と固定コア400との間の距離は次第に小さくなって行く。当該距離が50 μm よりも小さくなると、両者の隙間を流れる燃料に働く流路抵抗が急速に増大し、空間304から貫通穴301A、301Bに流入する燃料の流れが妨げられる。その結果、開弁が完

50

了する直前において可動コア 300 の移動速度が低減されるので、可動側高硬度部 310 と固定側高硬度部 410 との衝突エネルギーを低く抑えることができる。

【0105】

また、図 6 に拡大して示されるように、拡径部 311 のうち閉弁側の端面では、貫通穴 301A、301B の全体を外側から囲むような円環状の部分が、閉弁側に向けて突出している。この突出している部分のことを、以下では「土手部 318」とも称する。また、ダンパー室 303 のうち、土手部 318 よりも外側の空間のことを、以下では「外側ダンパー室 303A」とも称する。更に、土手部 318 よりも内側の空間のことを、以下では「内側ダンパー室 303B」とも称する。

【0106】

コイル 600 への電流共有が停止され、可動コア 300 及びニードル 200 が閉弁側に移動すると、土手部 325 と第 1 筒状部材 110 との間の距離は次第に小さくなつて行く。当該距離が 50 μm よりも小さくなると、両者の隙間を流れる燃料に働く流路抵抗が急速に増大し、外側ダンパー室 303A から内側ダンパー室 303B に流入する燃料の流れが妨げられる。その結果、ニードル 200 による閉弁が完了した後、可動コア 300 が下方への移動を継続し第 1 筒状部材 110 に衝突する際、可動コア 300 の移動速度が低減されるので、可動コア 300 と第 1 筒部材 110 との衝突エネルギーを低く抑えることができる。

【0107】

第 6 実施形態について、図 7 を参照しながら説明する。以下では、第 1 実施形態と異なる点について主に説明し、第 1 実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

【0108】

本実施形態では、可動コア 300 の可動側高硬度部 310 と、ニードル 200 の上方側部分とが一体となっている。ニードル 200 のうち固定側低硬度部 420 に当たる部分には、本実施形態でも窒化処理が施されている。また、ニードル 200 のうち第 1 筒状部材 110 の拡径円筒部 112 に当接し摺動する部分（つまり、拡径部 311 の先端面 312）には、本実施形態でも窒化処理及び DLC コートが施されている。このような態様であつても、第 1 実施形態において説明したものと同様の効果を奏する。

【0109】

以上、具体例を参照しつつ本実施形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素およびその配置、条件、形状などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

【符号の説明】

【0110】

10 : 燃料噴射弁

100 : ハウジング

200 : ニードル

300 : 可動コア

310 : 可動側高硬度部

313 : 可動側貫通穴

320 : 可動側低硬度部

400 : 固定コア

410 : 固定側高硬度部

420 : 固定側低硬度部

511 : 噴孔

600 : コイル

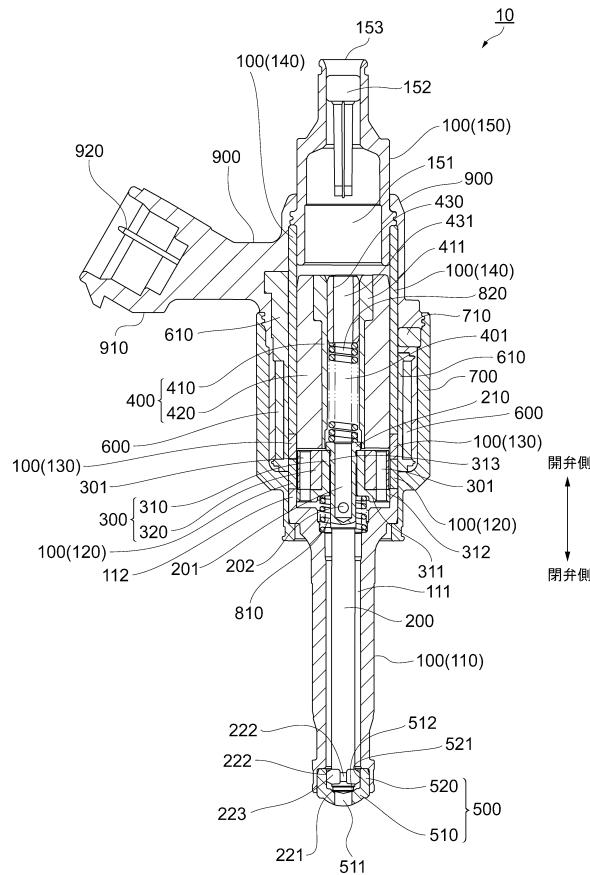
10

20

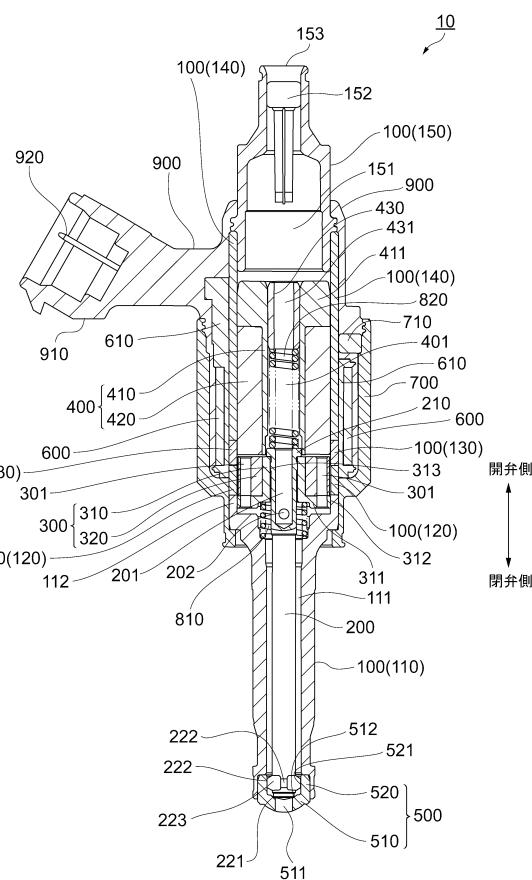
30

40

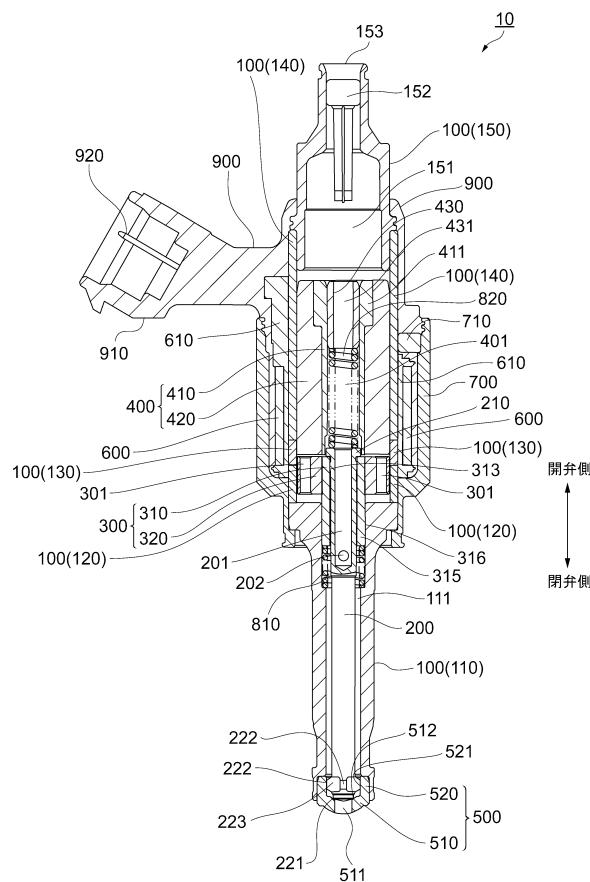
【 図 1 】



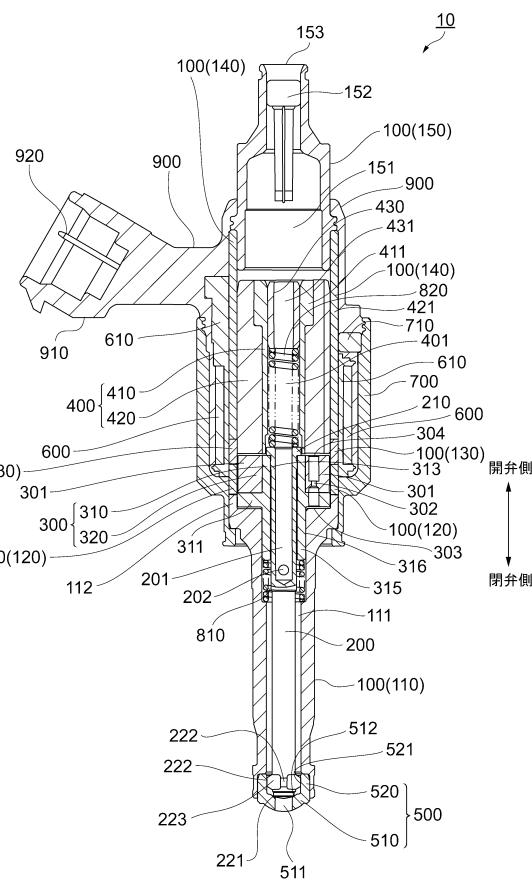
【 図 2 】



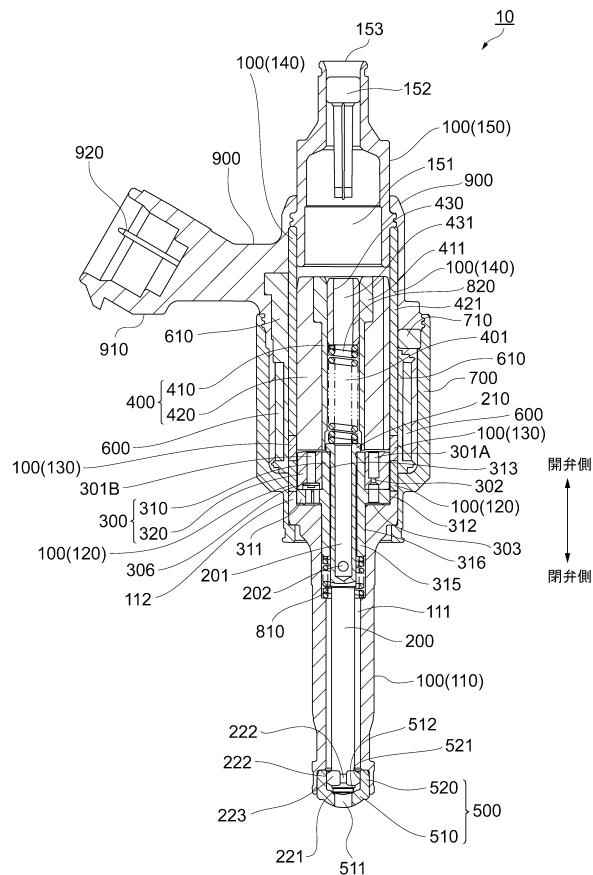
【図3】



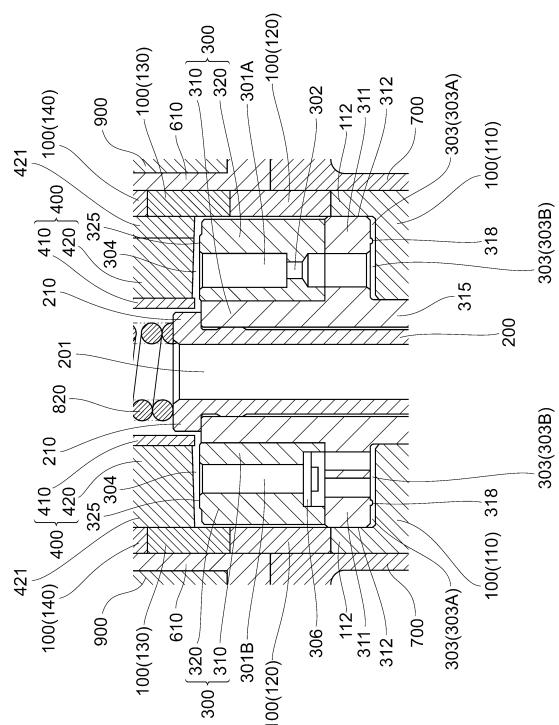
【図4】



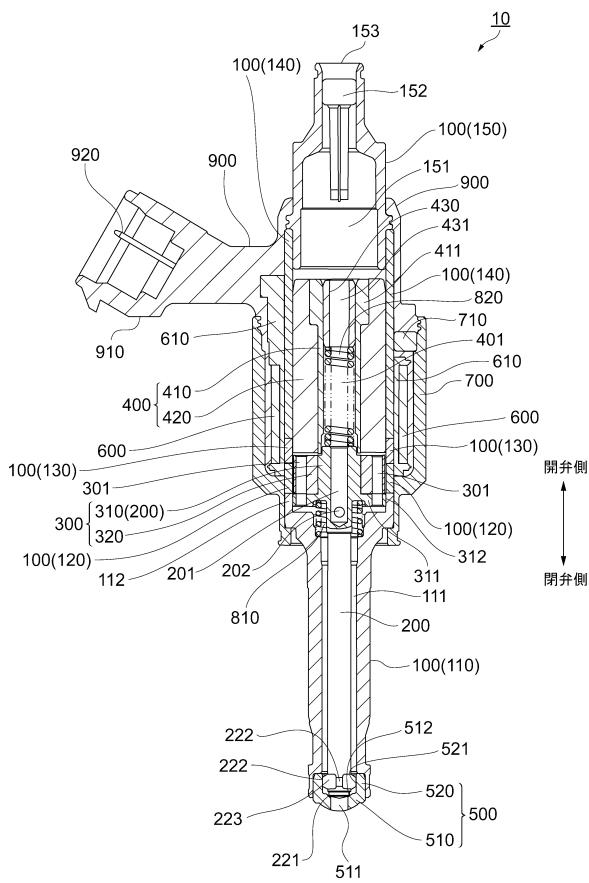
【 図 5 】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 有川 文明

愛知県西尾市下羽角町岩谷 14 番地 株式会社 S O K E N 内

(72)発明者 藤野 友基

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 松永 謙一

(56)参考文献 特開 2000 - 170619 (JP, A)

欧州特許出願公開第 02719886 (EP, A1)

特開 2004 - 088891 (JP, A)

特開 2017 - 031963 (JP, A)

特開 2002 - 349745 (JP, A)

米国特許出願公開第 2012 / 0153034 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02 M 51 / 06