

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7352384号**  
**(P7352384)**

(45)発行日 令和5年9月28日(2023.9.28)

(24)登録日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(51)国際特許分類

F 0 2 M	61/10 (2006.01)	F 0 2 M	61/10	L
F 0 2 M	51/06 (2006.01)	F 0 2 M	51/06	H
F 0 2 M	61/04 (2006.01)	F 0 2 M	51/06	K
F 0 2 M	21/02 (2006.01)	F 0 2 M	61/10	G
		F 0 2 M	61/10	P

請求項の数 5 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-105868(P2019-105868)  
 (22)出願日 令和1年6月6日(2019.6.6)  
 (65)公開番号 特開2020-200766(P2020-200766  
 A)  
 (43)公開日 令和2年12月17日(2020.12.17)  
 審査請求日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(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2  
 0  
 (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 前川 仁之  
 愛知県日進市米野木町南山500番地2  
 0 株式会社 S O K E N 内  
 (72)発明者 藤野 友基

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、

前記ニードルと前記ハウジングとの間には、前記ニードルの動作速度を減衰させるためのダンパー室(250)が形成されており、

前記可動コアを、前記長手方向に沿って前記噴孔とは反対側に向けて付勢する弾性部材を更に備え、

前記可動コアは、前記弾性部材を挟んで前記噴孔とは反対側に配置され、

前記ダンパー室は、前記弾性部材よりも前記噴孔側に配置されている燃料噴射弁。

**【請求項2】**

前記ニードルには、

小径部(232)と、前記小径部よりも外径の大きな部分である大経部(231, 240)とが、前記長手方向に沿って並ぶように設けられており、

前記ダンパー室は前記小径部の周りに形成されている、請求項1に記載の燃料噴射弁。

#### 【請求項3】

前記ハウジングの内部には、外部から供給された燃料を前記噴孔に導くための燃料通路が形成されており、

前記ニードルと前記ハウジングとが互いに対向している摺動部(271, 272, 273)とは異なる位置に、前記ダンパー室と前記燃料通路との間を連通させる連通路(233, 241, 261)が形成されている、請求項1又は2に記載の燃料噴射弁。 10

#### 【請求項4】

燃料として気体燃料が用いられる、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の燃料噴射弁。

#### 【請求項5】

燃料として水素が用いられる、請求項4に記載の燃料噴射弁。

#### 【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。

##### 【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。 20

##### 【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。

##### 【0004】

ニードル等の可動部材が動作する際ににおいて、その動作速度が大きいままでハウジング等の固定部材に衝突すると、衝突箇所において部材の損傷や摩耗が生じ、燃料噴射弁の動作特性が変化してしまうことがある。これを防止するために、燃料噴射弁の内部には、可動部材の動作速度を減衰させるためのダンパー室が形成される。下記特許文献1には、可動コアの動作速度を減衰させるためのダンパー室を、ハウジングの内部、具体的には可動コアとハウジングとの間となる位置に形成した燃料噴射弁の例も記載されている。 30

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0005】

##### 【文献】特開2018-189002号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0006】

ハウジングの内部には、可動コアを、噴孔と反対側の方向に向けて付勢するためのバネが配置されることが多い。当該バネのばね定数が適切な値となっていない場合には、ハウジングの内部で共振が生じてしまうことがある。共振を確実に防止するためには、バネが配置される空間を比較的広く確保しておき、バネの設計自由度を高めておくことが好ましい。このため、上記のバネは、ハウジングの内部のうち比較的広い空間を確保し得る部分、具体的には、可動コアとハウジングとの間となる位置に配置することが好ましい。 40

##### 【0007】

50

しかしながら、上記特許文献 1 に記載されている例のように、可動コアとハウジングとの間となる位置にダンパー室を形成した場合には、バネを配置するための広い空間を同位置に確保することができなくなってしまう。このように、バネを配置するための空間を広く確保することと、ダンパー室による減衰の効果を十分に発揮することと、を両立させるような構成については、従来の燃料噴射弁では更なる改良の余地があった。

#### 【0008】

本開示は、バネを配置するための空間を広く確保しながらも、ダンパー室による減衰の効果を十分に発揮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】

#### 【0009】

本開示に係る燃料噴射弁(10)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。ニードルとハウジングとの間には、ニードルの動作速度を減衰させるためのダンパー室(250)が形成されている。この燃料噴射弁は、可動コアを、長手方向に沿って噴孔とは反対側に向けて付勢する弾性部材を更に備える。ダンパー室は、長手方向に沿って弾性部材とは重ならない位置に配置されている。

10

#### 【0010】

このような構成の燃料噴射弁では、ニードルの動作速度を減衰させるためのダンパー室が、ニードルとハウジングとの間となる位置に形成されている。可動コアとハウジングとの間となる位置にはダンパー室を形成する必要がないので、当該位置に、バネを配置するための空間を広く確保することができる。これにより、バネを配置するための空間を広く確保しながらも、ダンパー室による減衰の効果を十分に発揮することが可能となる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本開示によれば、バネを配置するための空間を広く確保しながらも、ダンパー室による減衰の効果を十分に発揮することのできる燃料噴射弁、が提供される。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【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、図1のA部における構成を拡大して示す図である。

【図3】図3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4】図4は、図3のB部における構成を拡大して示す図である。

【図5】図5は、第3実施形態に係る燃料噴射弁の、内部構造の一部を示す断面図である。

【図6】図6は、第4実施形態に係る燃料噴射弁の、内部構造の一部を示す断面図である。

【図7】図7は、第5実施形態に係る燃料噴射弁の、内部構造の一部を示す断面図である。

40

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0013】

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。

#### 【0014】

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。燃料としては、本実施形態では気体燃料、具体的には水素が用いられる。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

50

コア400と、コイル600と、を備えている。

【0015】

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。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。

【0016】

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。

10

【0017】

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。

【0018】

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。

20

【0019】

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22（後述）が当接した状態で摺動する面となっている。

【0020】

30

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。

【0021】

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。

40

【0022】

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。

【0023】

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

50

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。

#### 【0024】

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。

10

#### 【0025】

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。

#### 【0026】

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。

20

#### 【0027】

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。

30

#### 【0028】

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。

#### 【0029】

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、すなわち図1の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。

40

#### 【0030】

ニードル200が、その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。

#### 【0031】

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

50

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。

#### 【0032】

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。10

#### 【0033】

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拡径部210が形成されている。拡径部210のうち可動コア300側の面、すなわち閉弁側の面は、可動コア300の端面に当接している。

#### 【0034】

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のうち拡径部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が複数形成されている。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。20

#### 【0035】

可動コア300は、その全体が略円筒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、すなわち図1の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。30

#### 【0036】

可動側高硬度部310は、その一部が可動側低硬度部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、すなわちハウジング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。40

#### 【0037】

可動側高硬度部310のうち開弁側の端面には、ニードル200の拡径部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の拡径部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、拡径部210のうち閉弁側の端面にも窒化処理が施されている。

#### 【0038】

10

20

30

40

50

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。

#### 【0039】

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 の外側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。10

#### 【0040】

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 よりも硬度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。

#### 【0041】

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に向けて突出している。20

#### 【0042】

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である上端部から、他方側の端部である下端部まで伸びるように形成されている。

#### 【0043】

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。

#### 【0044】

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、磁性体からなる単一の材料によって形成されているような態様であってもよい。30

#### 【0045】

固定コア 400 は、可動コア 300 と同様に、その全体が略円筒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、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、固定側低硬度部 420 と固定側高硬度部 410 とを有している。40

#### 【0046】

固定側低硬度部 420 は、可動コア 300 の上方側となる位置に配置された略円筒形状の部分である。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。

#### 【0047】

固定側低硬度部 420 には、これを上下方向に沿って貫くように貫通穴 421 が形成されている。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

10

20

30

40

50

されている。その結果、固定側低硬度部 420 は、次に述べる固定側高硬度部 410 よりも硬度が低い部分となっている。

#### 【0048】

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、具体的には貫通穴 421 のうち下方側の部分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。固定側高硬度部 410 は、その外面を固定側低硬度部 420 の内面に当接させた状態で、固定側低硬度部 420 に対して溶接によって固定されている。

#### 【0049】

固定側高硬度部 410 の中央には、これを上下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 及び貫通穴 421 を介して第 5 筒状部材 150 の空間 151 に連通されている。

#### 【0050】

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 の拡径部 210 が下方から挿通されている。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 の内径よりも僅かに大きくなっている。このため、ニードル 200 の拡径部 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。

#### 【0051】

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、すなわち可動コア 300 側に向けて突出している。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。

#### 【0052】

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、磁性体からなる単一の材料によって形成されているような態様であってもよい。

#### 【0053】

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、後述のバネ 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。

#### 【0054】

燃料噴射弁 10 のその他の構成について説明する。固定側低硬度部 420 に形成された貫通穴 421 のうち、固定側高硬度部 410 よりもの上方側の部分には、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。

#### 【0055】

アジャスティングパイプ 430 の下方側には、バネ 820 が配置されている。バネ 820 は、その略全体が固定側貫通穴 401 の内側に配置されている。バネ 820 は、その伸

10

20

30

40

50

縮方向が上下方向に沿っている弾性部材である。バネ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。バネ820の他端は、ニードル200のうち拡径部210の開弁側端部に当接している。バネ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の拡径部210は、バネ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、バネ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。

#### 【0056】

可動コア300の下方側には、バネ810が配置されている。バネ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。バネ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。バネ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。このように、バネ810は、可動コア300とハウジング100との間となる位置に配置されている。10

#### 【0057】

バネ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、バネ810からの力によってニードル200の拡径部210に対して押し付けられている。その結果、バネ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。バネ810とバネ820とが設けられることにより、拡径部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。

#### 【0058】

本実施形態では、バネ820の付勢力が、バネ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。20

#### 【0059】

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、コイル600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910の内側には給電端子920が配置されている。給電端子920は、コイル600に繋がる給電線の一端に設けられた端子である。コイル600への電流の供給はこの給電端子920から行われる。30

#### 【0060】

樹脂900のうち、第4筒状部材140をモールドしている部分の更に外側には、ホルダ700が配置されている。ホルダ700は磁性体からなる筒状の部材であって、拡径円筒部112の外側となる位置から、コイル600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700の内側であって、且つコイル600よりも開弁側となる位置にはカバー710が配置されている。カバー710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140を外側から囲むように配置されている。カバー710のうちコネクタ910の近傍となる部分は、コネクタ910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140の右側となる位置においてのみカバー710の断面が表れている。ホルダ700及びカバー710は、コイル600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。40

#### 【0061】

燃料噴射弁10の動作について説明する。第5筒状部材150には、導入口153から燃料が供給されている。コイル600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511は閉じられている。このため、燃料噴射弁10の内部は燃料によって加圧された状態となっている。

#### 【0062】

コイル600への電流供給が開始されると、固定コア400と可動コア300との間に50

磁気吸引力が発生し、可動コア300は開弁側に移動する。その際、ニードル200の拡径部210は可動コア300の可動側高硬度部310に当接しているので、可動コア300と共にニードル200も開弁側に移動する。ニードル200のシール部221が弁座512から離れて、噴孔511が開かれた状態になるので、噴孔511からの燃料の噴射が開始される。

#### 【0063】

燃料は、導入口153から空間151に流入した後、貫通穴431、固定側貫通穴401、空間201、貫通穴202、及び空間111を順に通り、噴孔511から噴射される。このように燃料が通る経路は、ハウジング100の内部に形成された経路であって、外部から供給された燃料を噴孔511に導くための「燃料通路」に該当する。

10

#### 【0064】

尚、可動コア300の周囲は燃料で満たされた状態となっている。可動コア300が開弁側に移動する際には、可動コア300よりも開弁側の空間に存在していた燃料が、可動コア300を貫く貫通穴301を通って、可動コア300よりも閉弁側の空間に移動する。貫通穴301を通って燃料がスムーズに移動するので、可動コア300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300が、その後閉弁側に移動する際ににおいても同様である。可動コア300の上下の空間、及びこれらを繋ぐ貫通穴301も、燃料通路の一部に該当する。

#### 【0065】

開弁側に移動し始めた可動コア300はその後、固定コア400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310の上端面が固定コア400側に向けて突出しており、固定側高硬度部410の下端面が可動コア300側に向けて突出している。このため、可動コア300は、可動側高硬度部310が固定コア400に当たる一方で、可動側低硬度部320は固定コア400には当たらない。また、固定コア400のうち固定側高硬度部410には可動コア300が当たるのであるが、固定側低硬度部420には可動コア300が当たらない。

20

#### 【0066】

このように、本実施形態に係る燃料噴射弁10は、コイル600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300がニードル200と共に固定コア400側に移動し、可動側高硬度部310が固定側高硬度部410に当たるように構成されている。

30

#### 【0067】

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である可動側高硬度部310と、固定コア400のうち比較的硬度の高い部分である固定側高硬度部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。

#### 【0068】

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。

40

#### 【0069】

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、バネ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。

#### 【0070】

上記のように、燃料の噴射が開始される際には、可動コア300が開弁側に移動して固定コアに衝突する。また、燃料の噴射が停止される際には、ニードル200が閉弁側に移

50

動して弁座 512 に衝突する。燃料噴射弁 10 を構成する各部材の摩耗や変形を抑制するためには、衝突時のエネルギーは小さい方が好ましい。衝突時のエネルギーを低減するための工夫点について、図 2 を参照しながら説明する。図 2 は、図 1 の A 部における構成を拡大して示す図である。

#### 【0071】

同図に示されるように、ニードル 200 のうち拡径部 210 よりも下方側の部分には、第 1 部分 231 と第 2 部分 232 とが設けられている。第 1 部分 231 は、拡径部 210 から下方側に向けて伸びている部分であって、その外径が比較的大きい部分である。第 2 部分 232 は、第 1 部分 231 の下端から更に下方側に向けて伸びている部分であって、その外径が、第 1 部分 231 の外径よりも小さくなっている部分である。第 1 部分 231 は、本実施形態における「大経部」に該当する。第 2 部分 232 は、本実施形態における「小経部」に該当する。大経部である第 1 部分 231 と、小経部である第 2 部分 232 とは、上記のように、ハウジング 100 の長手方向に沿って並ぶように設けられている。10

#### 【0072】

第 1 部分 231 の下端部近傍は、第 1 筒状部材 110 の内周面に対して対向しており、当該内周面によって摺動可能な状態で支持されている。このように、ニードル 200 の第 1 部分 231 の一部と、第 1 筒状部材 110 の内周面とが対向している部分のことを、以下では「摺動部 271」とも称する。摺動部 271 では、第 1 部分 231 と第 1 筒状部材 110 との間に数  $\mu\text{m}$  から数十  $\mu\text{m}$  程度の隙間が形成されている。尚、摺動部 271 においては、一部においてニードル 200 と第 1 筒状部材 110 とが互いに当接していてよい。20

#### 【0073】

摺動部 271 よりも下方側では、第 2 部分 232 と第 1 筒状部材 110 の内周面との間に空間が形成されている。当該空間は、後に説明するように、ニードル 200 の動作速度を減衰させるためのダンパー室 250 として機能する空間である。ダンパー室 250 は、小経部である第 2 部分 232 の上端部近傍において、第 2 部分 232 の周りに形成された空間となっている。

#### 【0074】

第 1 筒状部材 110 の内周面のうち、ダンパー室 250 よりも下方側の部分は、全周に亘って第 2 部分 232 に向かって突出している。このように突出している部分のことを、以下では「突出部 260」とも称する。先に述べた空間 111 は、第 1 筒状部材 110 の内部のうち、この突出部 260 よりも下方側の空間となっている。30

#### 【0075】

第 2 部分 232 のうちダンパー室 250 よりも下方側の部分は、第 1 筒状部材 110 の内周面、具体的には突出部 260 の内周面に対して対向しており、当該内周面によって摺動可能な状態で支持されている。このように、ニードル 200 の第 2 部分 232 の一部と、第 1 筒状部材 110 の内周面とが対向している部分のことを、以下では「摺動部 272」とも称する。摺動部 272 では、第 2 部分 232 と突出部 260 との間に数  $\mu\text{m}$  から数十  $\mu\text{m}$  程度の隙間が形成されている。尚、摺動部 272 においては、一部においてニードル 200 と第 1 筒状部材 110 とが互いに当接していてよい。突出部 260 は、ダンパー室 250 の下端部分を区画するための壁、ということもできる。先に述べた貫通穴 202 は、ニードル 200 のうち突出部 260 よりも下方側となる位置に形成されている。40

#### 【0076】

ダンパー室 250 は、燃料通路である空間 111 等と繋がっているので、ダンパー室 250 には燃料が流入又は流出する。しかしながら、ダンパー室 250 と燃料通路との間に隙間の小さい摺動部 271 や摺動部 272 が設けられているので、ダンパー室 250 における燃料の出入りは制限されており、ダンパー室 250 は準密閉空間となっている。

#### 【0077】

燃料の噴射が開始される際には、先に述べたようにニードル 200 が開弁側に向かって移動する。その際、ニードル 200 の移動に伴って、ダンパー室 250 の容積は拡大する50

ので、ダンパー室 250 における燃料の圧力は低下する。ダンパー室 250 と燃料通路との圧力差に起因して、ニードル 200 には閉弁側に向かう方向の力が加えられる。その結果、開弁側に向かう方向に移動しているニードル 200 及び可動コア 300 には、同方向への動作速度を減衰させるような力が働くこととなる。これにより、可動部材であるニードル 200 や可動コア 300 が、固定部材である固定コア 400 等に対して衝突する際の衝突エネルギーが低減される。

#### 【 0078 】

燃料の噴射が停止される際には、先に述べたようにニードル 200 が閉弁側に向かって移動する。その際、ニードル 200 の移動に伴って、ダンパー室 250 の容積は縮小するので、ダンパー室 250 における燃料の圧力は増加する。ダンパー室 250 と燃料通路との圧力差に起因して、ニードル 200 には開弁側に向かう方向の力が加えられる。その結果、閉弁側に向かう方向に移動しているニードル 200 には、同方向への動作速度を減衰させるような力が働くこととなる。これにより、可動部材であるニードル 200 が、固定部材である弁座 512 等に対して衝突する際の衝突エネルギーが、閉弁時においても低減される。

10

#### 【 0079 】

尚、このようなダンパー室 250 は、従来のように、可動コア 300 とハウジング 100 との間、具体的には可動コア 300 の直下となる位置に形成することも可能である。しかしながら、そのような構成においては、同位置にバネ 810 を配置することが難しくなってしまう。ダンパー室 250 の機能を十分に発揮させるためには、ダンパー室 250 の容積を小さくする必要があるのであるが、これにより、同位置に配置されるバネ 810 の設計自由度が低下してしまうからである。

20

#### 【 0080 】

バネ 810 のばね定数が適切な値となっていない場合には、ハウジング 100 の内部で共振が生じてしまうことがある。共振を確実に防止するためには、バネ 810 が配置される空間を比較的広く確保しておき、バネ 810 の設計自由度を高めておくことが好ましい。このため、バネ 810 は、ハウジング 100 の内部のうち比較的広い空間を確保し得る部分、すなわち、本実施形態のように可動コア 300 とハウジング 100 との間となる位置に配置することが好ましい。

30

#### 【 0081 】

本実施形態では、ニードル 200 の動作速度を減衰させるためのダンパー室 250 が、ニードル 200 とハウジング 100 との間となる位置、具体的には、第 2 部分 232 と第 1 筒状部材 110 との間となる位置に形成されている。可動コア 300 とハウジング 100 との間となる位置にはダンパー室を形成する必要がないので、当該位置に、バネ 810 を配置するための空間を広く確保することができている。これにより、バネ 810 を配置するための空間を広く確保しながらも、ダンパー室 250 による減衰の効果を十分に発揮することが可能となっている。

#### 【 0082 】

以上に説明したような燃料噴射弁 10 の構成は、液体燃料を噴射するための燃料噴射弁にも採用することができる。しかしながら、気体燃料を噴射するための燃料噴射弁 10 においては、燃料の粘度が小さく、ニードル 200 等の動作速度が大きくなり過ぎる傾向が高いので、本実施形態の構成を採用することの効果が大きい。

40

#### 【 0083 】

また、気体燃料として、本実施形態のように水素が用いられる場合には、燃料噴射弁 10 の各部を構成する材料が、所謂水素脆性によって脆くなる傾向がある。水素脆性が生じた際に、ニードル 200 等の可動部材が激しく衝突すると、燃料噴射弁 10 の各部が摩耗などによって変形し、燃料噴射弁 10 の動作特性が短期間で変化してしまう可能性がある。このため、気体燃料として水素が用いられる場合には、以上に説明したような燃料噴射弁 10 の構成を採用することの効果が特に大きくなる。

#### 【 0084 】

50

第2実施形態について説明する。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実施形態と共に通する点については適宜説明を省略する。図3には、本実施形態に係る燃料噴射弁10の全体構造が示されている。図4は、図3のB部における構成を拡大して示したものである。本実施形態に係る燃料噴射弁10は、図4に示される部分の構成において第1実施形態と異なっている。

#### 【0085】

図4に示されるように、本実施形態においては、ニードル200に拡径部材240が取り付けられている。拡径部材240は略円筒形状の部材である。拡径部材240の外径は、第1部分231の外径よりも大きい。拡径部材240の内径は、第2部分232の外径に概ね等しい。拡径部材240は、その内側にニードル200の第2部分232が挿通されており、拡径部材240の上端は第1部分231の下端に当接している。拡径部材240は、このような位置において、例えば溶接や圧入等によりニードル200に対して固定されている。その結果、拡径部材240はニードル200の一部となっている。拡径部材240は、本実施形態における「大経部」に該当する。また、第2部分232は、その外径が拡径部材240の外径よりも小さいので、実施形態における「小経部」に該当する。

10

#### 【0086】

拡径部材240の外周面は、第1筒状部材110の内周面に対して対向しており、当該内周面によって摺動可能な状態で支持されている。このように、ニードル200の拡径部材240と、第1筒状部材110の内周面とが対向している部分のことを、以下では「摺動部273」とも称する。摺動部273では、拡径部材240と第1筒状部材110との間に数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ 程度の隙間が形成されている。尚、摺動部273においては、一部において拡径部材240と第1筒状部材110とが互いに当接していてもよい。

20

#### 【0087】

摺動部273よりも下方側では、第2部分232と第1筒状部材110の内周面との間に空間が形成されている。当該空間は、本実施形態におけるダンパー室250として機能する空間である。

20

#### 【0088】

ダンパー室250は、燃料通路である空間111等と繋がっているので、ダンパー室250には燃料が流入又は流出する。しかしながら、ダンパー室250と燃料通路との間に隙間の小さい摺動部273や摺動部272が設けられているので、ダンパー室250における燃料の出入りは制限されており、ダンパー室250は準密閉空間となっている。

30

#### 【0089】

本実施形態でも、ダンパー室250は、小径部である第2部分232の周りに形成された空間となっている。ダンパー室250の上部は拡径部材240によって区画されており、ダンパー室250の下部は突出部260によって区画されている。このような構成においても、ダンパー室250は、可動コア300やニードル200の動作速度を減衰させる。

#### 【0090】

本実施形態では、ダンパー室250の上端が拡径部材240によって区画されているので、上方側から見た場合におけるダンパー室250の面積を、第1実施形態の場合よりも広く確保することができている。

40

#### 【0091】

本実施形態では、拡径部材240が設けられていない状態のニードル200を、可動コア300の可動側貫通穴313に予め挿通した後、拡径部材240をニードル200に取り付けることにより構成されている。これにより、上方側から見た場合におけるダンパー室250の面積を、可動側貫通穴313の面積よりも広く確保することができている。その結果、ダンパー室250による減衰の効果を大きく発揮させることができている。

#### 【0092】

第3実施形態について説明する。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実施形態と共に通する点については適宜説明を省略する。図5は、本実施形態に係る燃料噴射弁10のうち、図1のA部に対応する部分を拡大して示したものである。本実

50

施形態では、当該部分の構成において第1実施形態と異なっている。

#### 【0093】

本実施形態においては、ニードル200の第2部分232のうち、ダンパー室250と隣り合う部分を貫くように、複数の連通路233が形成されている。連通路233は、ニードル200の内側の空間201、すなわち燃料通路と、ダンパー室250との間を連通させるように形成された貫通穴である。連通路233は、燃料通路とダンパー室250との間を連通させる通路ではあるが、同様の通路といえる摺動部271や摺動部272とは異なる位置に形成されている。

#### 【0094】

ニードル200が動作する際には、燃料の一部は連通路233を通って、ダンパー室250と空間201との間を行き来する。このため、連通路233が形成されていることと、ダンパー室250の機能、すなわちニードル200の動作速度を減衰させる機能は抑えられることとなる。本実施形態では、連通路233の内径や数を調整することで、ニードル200等の動作速度を適宜調整し、ニードル200等が減速され過ぎてしまうようなことを防止することが可能となっている。

10

#### 【0095】

第4実施形態について説明する。以下では、図4の第2実施形態と異なる点について主に説明し、第2実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。図6は、本実施形態に係る燃料噴射弁10のうち、図4に対応する部分、すなわち図3のB部に対応する部分を拡大して示したものである。本実施形態では、当該部分の構成において第2実施形態と異なっている。

20

#### 【0096】

本実施形態では、拡径部材240のうち、第1部分231よりも外側に突出している部分を上下に貫くように、複数の連通路241が形成されている。それぞれの連通路241の途中は絞られており、絞り部242が形成されている。

#### 【0097】

連通路241は、燃料通路のうち拡径部材240よりも上方側の空間と、ダンパー室250との間を連通させるように形成された貫通穴である。連通路241は、燃料通路とダンパー室250との間を連通させる通路ではあるが、同様の通路といえる摺動部273や摺動部272とは異なる位置に形成されている。

30

#### 【0098】

ニードル200が動作する際には、燃料の一部は連通路241を通って、ダンパー室250と、燃料通路のうち拡径部材240よりも上方側の空間との間を行き来する。このため、連通路241が形成されていることで、ダンパー室250の機能、すなわちニードル200の動作速度を減衰させる機能は抑えられることとなる。本実施形態では、連通路241の内径や数、及び絞り部242の内径を調整することで、ニードル200等の動作速度を適宜調整し、ニードル200等が減速され過ぎてしまうようなことを防止することができる。

#### 【0099】

第5実施形態について説明する。以下では、図4の第2実施形態と異なる点について主に説明し、第2実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。図7は、本実施形態に係る燃料噴射弁10のうち、図4に対応する部分、すなわち図3のB部に対応する部分を拡大して示したものである。本実施形態では、当該部分の構成において第2実施形態と異なっている。

40

#### 【0100】

本実施形態では、突出部260を上下に貫くように、複数の連通路261が形成されている。それぞれの連通路261の途中は絞られており、絞り部262が形成されている。

#### 【0101】

連通路261は、燃料通路のうち突出部260よりも下方側の空間111と、ダンパー室250との間を連通させるように形成された貫通穴である。連通路261は、燃料通路

50

とダンパー室 250との間を連通させる通路ではあるが、同様の通路といえる摺動部 273や摺動部 272とは異なる位置に形成されている。

#### 【0102】

ニードル 200が動作する際には、燃料の一部は連通路 261を通って、ダンパー室 250と、燃料通路である空間 111との間を行き来する。このため、連通路 261が形成されていることで、ダンパー室 250の機能、すなわちニードル 200の動作速度を減衰させる機能は抑えられることとなる。本実施形態では、連通路 261の内径や数、及び絞り部 262の内径を調整することで、ニードル 200等の動作速度を適宜調整し、ニードル 200等が減速され過ぎてしまうようなことを防止することができる。

#### 【0103】

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】

##### 【0104】

100：燃料噴射弁

100：ハウジング

200：ニードル

250：ダンパー室

300：可動コア

400：固定コア

600：コイル

511：噴孔

10

20

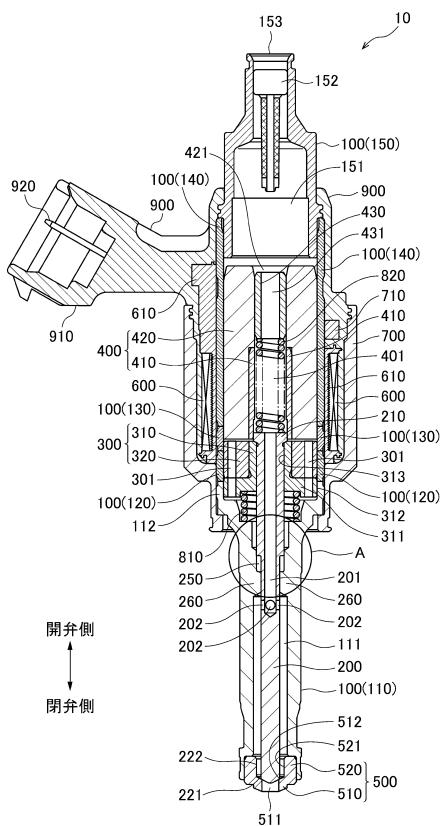
30

40

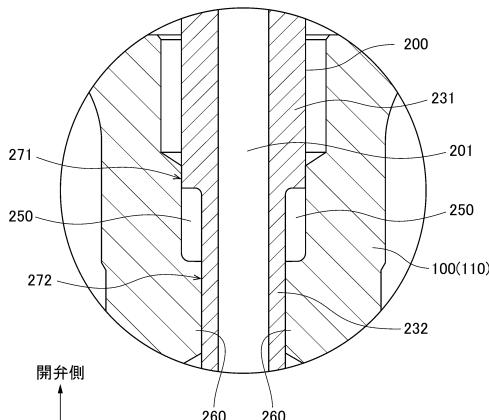
50

【四面】

【 句 1 】



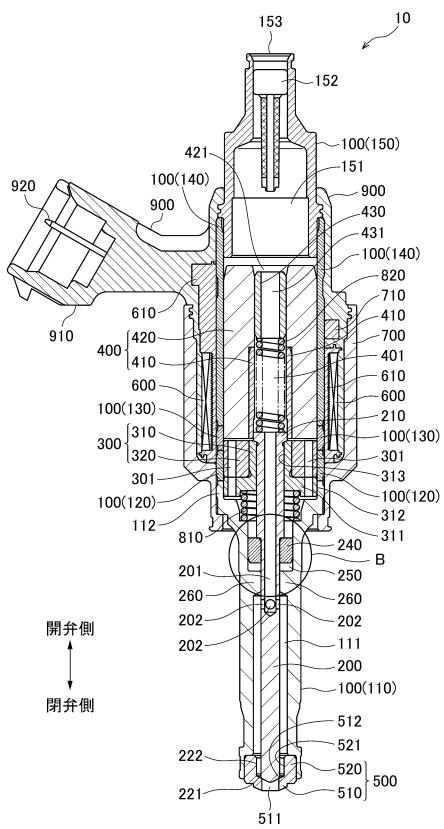
【 図 2 】



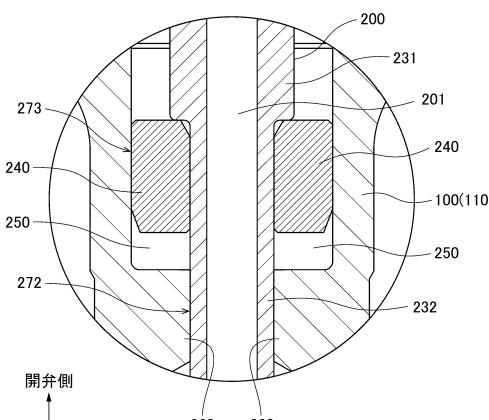
10

20

【図3】



【図4】

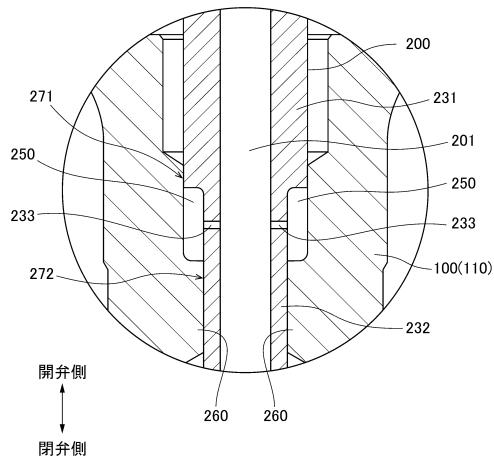


30

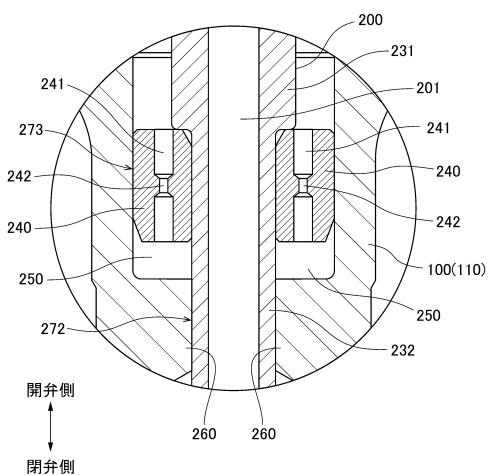
40

50

【図 5】



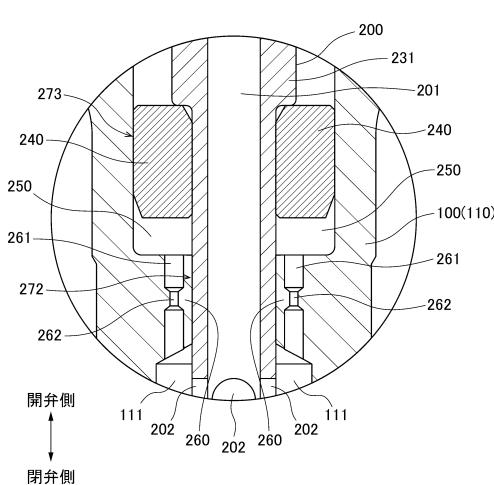
【図 6】



10

20

【図 7】



30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I		
F 02M	61/04	G
F 02M	21/02	S

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 鶴江 陽介

(56)参考文献

特開2011-163242 (JP, A)  
特開2018-189002 (JP, A)  
特表2016-505746 (JP, A)  
特開2015-021470 (JP, A)  
国際公開第2017/022163 (WO, A1)  
特開2007-023965 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F 02M 61/10  
F 02M 51/06  
F 02M 61/04  
F 02M 21/02