

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月27日(27.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/039955 A1

(51) 国際特許分類:

F02M 47/02 (2006.01) F02M 61/10 (2006.01)
F02M 47/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/031318

(22) 国際出願日: 2019年8月8日(08.08.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-157588 2018年8月24日(24.08.2018) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 渡井 拓矢(WATAI Takuya); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オー

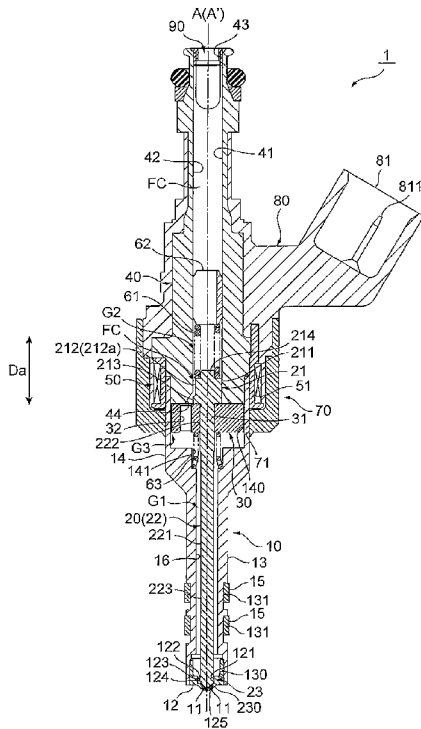
トモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 三宅 威生(MIYAKE Takao); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 菅谷 真士(SUGAYA Masashi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 生井 沢 保夫(NAMAIZAWA Yasuo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁



(57) Abstract: Provided is a fuel injection valve which has improved durability as compared with conventional valves and which is capable of making a more uniform fuel injection amount than conventionally. In addition, provided is a fuel injection valve which is capable of performing injection at a higher fuel pressure than conventional valves and which has improved product reliability as compared with conventional valves. Therefore, the present invention is configured such that: when ϕB represents the hole diameter of a valve body insertion hole 31 formed from a through hole which is open in the center axis of a movable core 30, ϕC represents the outer diameter of an intermediate part 22 of a valve body 20 that slides with the valve body insertion hole (through hole) 31, ϕD represents the diameter of an inner circumferential surface 121 of a leading end member 12 that has an injection hole 11 and that slides with a spherical surface part 230 on the leading end side (downstream side) of the valve body 20, ϕE represents the outermost diameter (sphere diameter) of the spherical surface part 230 on the leading end side (downstream side) of the valve body 20, and ϕF represents the outer diameter of a constriction part 223 that is the smallest diameter part disposed in the intermediate part 22 of the valve body 20 and that is located on the rear end side (upstream side) relative to the spherical surface part 230 on the leading end side (downstream side) of the valve body 20, $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ is satisfied; and a shape relationship in which the lateral surface of the movable core 30 and the inner circumferential surface of a nozzle body 10 are not in contact with each other, is provided.

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 従来よりも耐久性を向上させることが可能であり、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁を提供する。また、従来よりも高い燃料圧力で噴射が可能であり、従来よりも製品の信頼性を向上させることが可能な燃料噴射弁を提供する。そのため、可動コア30の中心軸に開設された貫通穴からなる弁体挿通孔31の穴径を ϕB 、弁体挿通孔(貫通穴)31と摺動する弁体20の中間部22の外径を ϕC 、弁体20の先端側(下流側)の球面部230と摺動する噴射孔11を有する先端部材12の内周面121の径を ϕD 、弁体20の先端側(下流側)の球面部230の最外径(球径)を ϕE 、弁体20の先端側(下流側)の球面部230より後端側(上流側)に位置して弁体20の中間部22にある最小径部であるくびれ部223の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、可動コア30の側面とノズル本体10の内周面が接触しない形状関係で構成されている。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本開示は、燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0002] 従来から内燃機関のコモンレール噴射系において燃料を噴射するためのコモンレール・インジェクタに関する発明が知られている（下記特許文献１を参照）。特許文献１に記載されたコモンレール・インジェクタは、燃料供給部を備えたインジェクタケーシングが設けられている。燃料供給部は、インジェクタケーシングの外部に設けられた中央の燃料高圧アキュムレータと、インジェクタケーシングの内部に設けられた圧力室とに接続されている。この圧力室から、高圧負荷された燃料が、制御弁の位置に関連して噴射されるようになっている。

[0003] 上記制御弁は、圧力室内における圧力が、供給絞りを介して燃料供給部と接続された制御室内における圧力よりも大きい場合に、インジェクタの長手方向孔において、ノズルニードルが座から持ち上がるようにするために働く。このノズルニードルは、ノズルばね室内に受容されたノズルばねの予負荷に抗して、軸方向で往復運動が可能である。

[0004] このような形式のコモンレール・インジェクタにおいて、制御室は円筒形の室によって形成されている。この制御室の室内において、燃焼室とは反対側のノズルニードルの端部に形成された制御ピンが、シール作用をもってシフト可能である。ノズルばね室は、燃焼室とは反対側のノズルニードルの端部の領域において、制御室の外側に配置されている（同文献、請求項１等を参照）。

[0005] この従来の発明によるインジェクタでは、制御室の容積がノズルばねの構造空間によって左右されることなく、制御室と、燃焼室とは反対側のノズルニードルの端部におけるノズルばね室とを、組み合わせることができる。し

たがって、ノズルニードルの良好な閉鎖を可能にする、高いばね強さを有するノズルばねを組み込むことが可能になる。これにより、噴射時間および噴射時期を正確に決定することができる（同文献、第0006段落等を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表2003-506620号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記従来の発明によるインジェクタのように、内燃機関に用いられるインジェクタ（燃料噴射弁）では、内燃機関の排気ガス中の粒子状物質を低減することが要求されており、1サイクルあたりの燃料の噴射回数が増加する傾向にある。したがって、燃料噴射弁の耐久性を向上させ、燃料の噴射量を均一にすることが要求されている。

[0008] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、従来よりも耐久性を向上させることが可能であり、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様は、噴射孔が設けられたノズル本体と、前記噴射孔を開閉する先端部を有する弁体と、前記弁体が摺動可能に内挿される貫通穴が開設されるとともに前記弁体の後端部に係合されて前記弁体とともに移動する可動コアと、前記可動コアを磁気吸引力によって吸引する固定コアと、を備えた燃料噴射弁であって、前記弁体の前記先端部は、前記ノズル本体の内周面と摺動する球面部を有し、前記弁体の前記先端部と前記後端部との間の中間部は、前記貫通穴に挿通されて前記貫通穴と摺動する挿通部および前記挿通部より下流側かつ前記球面部より上流側に位置するくびれ部を有し、前記可動コアに開設された前記貫通穴の穴径を ϕB 、前記貫通穴と摺動する前記弁

体の前記中間部における前記挿通部の外径を ϕC 、前記弁体の前記球面部と摺動する前記ノズル本体の内周面の径を ϕD 、前記弁体の前記球面部の最外径を ϕE 、前記弁体の前記中間部における前記くびれ部の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、前記可動コアの側面と前記ノズル本体の内周面とが接触しない形状関係で構成されていることを特徴とする燃料噴射弁である。

発明の効果

[0010] 本開示の上記一態様によれば、従来よりも耐久性を向上させることが可能であり、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁を提供することができる。

[0011] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の一実施形態に係る燃料噴射弁の縦断面図。

[図2]図1に示す燃料噴射弁の弁体の後端部の拡大斜視図。

[図3]図1に示す燃料噴射弁の弁体の後端部の拡大平面図。

[図4]図1に示す燃料噴射弁の弁体の後端部の近傍の拡大縦断面図。

[図5]図1に示す燃料噴射弁の弁体の先端部の近傍の拡大縦断面図。

[図6]図1に示す燃料噴射弁の弁体と弁体近傍部品の模式図。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して本開示に係る燃料噴射弁の実施形態を説明する。

[0014] 図1は、本開示の一実施形態に係る燃料噴射弁1の縦断面図である。図2、3は、図1に示す燃料噴射弁1の弁体20の後端部21の拡大斜視図、拡大平面図である。図4は、図1に示す燃料噴射弁1の弁体20の後端部21の近傍の拡大縦断面図である。図5は、図1に示す燃料噴射弁1の弁体20の先端部23の近傍の拡大縦断面図である。図6は、図1に示す燃料噴射弁1の弁体20と弁体20近傍部品の模式図である。

[0015] 本実施形態の燃料噴射弁1は、筒状のノズル本体10と、このノズル本体

１０の中心軸Ａに沿う軸方向Ｄａ（以下、単に「軸方向Ｄａ」という。）の先端に設けられた噴射孔１１と、軸方向Ｄａに延びて噴射孔１１を開閉する先端部２３を有する弁体２０とを備えている。また、燃料噴射弁１は、弁体２０の後端部２１に係合されて弁体２０とともに軸方向Ｄａに移動する可動コア３０と、この可動コア３０を磁気吸引力によって吸引する筒状の固定コア４０と、この固定コア４０に磁気吸引力を生じさせるコイル５０と、を備えている。ここで、弁体２０の後端部２１とは、軸方向Ｄａにおける弁体２０の先端部２３と反対側の端部（基端部ともいう）である。

[0016] 詳細については後述するが、本実施形態の燃料噴射弁１は、第１の特徴として、次の構成を有している。可動コア３０の中心軸に開設された貫通穴からなる弁体挿通孔３１の穴径を ϕB 、弁体挿通孔（貫通穴）３１と摺動する弁体２０の中間部２２の外径を ϕC 、弁体２０の先端側（下流側）の球面部２３０と摺動する噴射孔１１を有する先端部材１２との摺動の径を ϕD 、弁体２０の先端側（下流側）の球面部２３０の最外径（球径）を ϕE 、弁体２０の先端側（下流側）の球面部２３０より後端側（上流側）に位置して弁体２０の中間部２２にある最小径部であるくびれ部２２３の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、可動コア３０の側面とノズル本体１０の内周面が接触しない形状関係で構成されている。換言すれば、弁体２０の先端部２３は、ノズル本体１０の先端部材１２の内周面と摺動する球面部２３０を有し、弁体２０の先端部２３と後端部２１との間の中間部２２は、可動コア３０に開設された貫通穴からなる弁体挿通孔３１に挿通されて弁体挿通孔（貫通穴）３１と摺動する挿通部２２２および挿通部２２２より下流側かつ球面部２３０より上流側に位置するくびれ部２２３を有し、可動コア３０の中心軸に開設された弁体挿通孔（貫通穴）３１の穴径を ϕB 、弁体挿通孔（貫通穴）３１と摺動する弁体２０の中間部２２における挿通部２２２の外径を ϕC 、弁体２０の球面部２３０と摺動するノズル本体１０の先端部材１２の内周面の径を ϕD 、弁体２０の球面部２３０の最外径（球径）を ϕE 、弁体２０の中間部２２におけるくびれ部２２３の外径を

ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、可動コア 30 の側面とノズル本体 10 の内周面とが接触しない形状関係で構成されている。

[0017] 同様に、詳細については後述するが、本実施形態の燃料噴射弁 1 は、第 2 の特徴として、次の構成を有している。弁体 20 は、後端部 21 から先端部 23 まで一部材により構成されている。また、弁体 20 の先端部 23 は球面部 230 を有しており、ノズル本体 10 の先端部材 12 の内周面 121 と摺動する球面部 230 の先端側摺動部 231 と、ノズル本体 10 の先端部材 12 の座面 124 と接地（着座）する球面部 230 のシート部 232 は同一球体面で構成されている。

[0018] 同様に、詳細については後述するが、本実施形態の燃料噴射弁 1 は、第 3 の特徴として、次の構成を有している。ノズル本体 10 は、噴射孔 11 が形成されて弁体 20 の先端部 23 を受容する凹状の先端部材 12 を有している。弁体 20 は、後端部 21 から先端部 23 まで一部材により構成され、後端部 21 と先端部 23 にそれぞれ後端側摺動部 211 と先端側摺動部 231 を有している。そして、弁体 20 は、噴射孔 11 の開閉時に、後端部 21 の後端側摺動部 211 が固定コア 40 の内周面 41 に接して軸方向 D_a に摺動するとともに、先端部 23 の先端側摺動部 231 が先端部材 12 の凹部 122 の内周面 121 に接して軸方向 D_a に摺動するように構成されている。

[0019] 以下、本実施形態の燃料噴射弁 1 の各部についてより詳細に説明する。

[0020] 前述のように、燃料噴射弁 1 は、主に、ノズル本体 10 と、弁体 20 と、可動コア 30 と、固定コア 40 と、コイル 50 と、を備えている。また、燃料噴射弁 1 は、たとえば、コイルボビン 51 と、コイルばね 61 と、調整部材 62 と、小コイルばね 63 と、ハウジング 70 と、樹脂部 80 と、フィルタ 90 と、を備えている。また、ノズル本体 10 は、先端部材 12 を有している。

[0021] ノズル本体 10 は、たとえば、軸方向 D_a に延びるおおむね円筒状に設けられ、先端に噴射孔 11 を有している。ノズル本体 10 の内部には、軸方向

D aに延びる丸棒状または円柱状の弁体20が挿入されている。ノズル本体10は、噴射孔11が設けられた先端側に小径部13を有し、噴射孔11とは反対側の後端部に大径部14を有している。大径部14の外径は、小径部13の外径よりも拡径されている。

[0022] 小径部13は、先端部の内側に先端側に開口する凹状の内部空間130を有し、その凹状の内部空間130に先端部材12が挿入または圧入されている。先端部材12は、凹状を有し、たとえば、底面すなわち先端面の外周縁が、小径部13の先端の開口部の内周縁に全周にわたって溶接されることで、小径部13に固定されている。小径部13は、先端部の外周面に溝131（図示例では、上下二段の溝131）が形成され、この溝131にたとえば樹脂製のチップシールなどの燃焼ガスのシール部材15が嵌め込まれている。

[0023] 大径部14は、固定コア40側の端部（つまり、後端部）に開口部を有する有底円筒状の内部空間140を有し、その内部空間140に円環状または円筒状の可動コア30が（隙間を持って）収容されている。大径部14の内部空間140の底部の中央部には、さらに円筒状の凹部141が設けられ、その凹部141に可動コア30を噴射孔11から遠ざかる方向、すなわち開弁方向に付勢する小コイルばね63の一端が収容されている。

[0024] 大径部14は、内部空間140の開口部の内側に、段付き円筒状の固定コア40の先端部が圧入され、ノズル本体10（の大径部14）と固定コア40とが溶接により接合されている。これにより、ノズル本体10と固定コア40との間の隙間が密閉され、大径部14の内部の空間が密閉される。ノズル本体10の大径部14および固定コア40の先端部の外周には、円筒状のコイルボビン51と、そのコイルボビン51に巻回されたコイル50とが配置され、その外周に樹脂部80を介して有底円筒状のハウジング70が固定されている。

[0025] 弁体20は、図1から図4に示すように、噴射孔11を開閉する先端部23とは反対側の後端部21に、たとえば、複数の後端側摺動部211と、複

数の流路形成部 212 と、円環状または短円柱状の係合部 213 と、を有している。また、弁体 20 は、たとえば、図 1 から図 5 に示すように、後端部 21 と先端部 23 にそれぞれ後端側摺動部 211 と先端側摺動部 231 を有している。さらに、弁体 20 は、後端部 21 と先端部 23 との間の中間部 22 の外周面 221 と、ノズル本体 10 の内周面 16 との間に、間隙 G1 を有している。

[0026] 弁体 20 は、たとえば、SUS等の金属材料等で作製されており、後端部 21 から先端部 23 まで一部材により構成されている。すなわち、後端部 21、先端部 23、およびこれらの間の中間部 22 を含む弁体 20 の全体は、たとえば、一つの材料からなり、各部の間に溶接による接合部やねじなどの機械的な接合部を有しない。より具体的には、弁体 20 は、たとえば、一本の棒状または柱状の金属材料を旋盤やマシニングセンタなどによって切削加工し、センタレス研削盤などによって研削加工することによって製作されている。

[0027] 弁体 20 の後端部 21 の複数の後端側摺動部 211 は、弁体 20 の軸方向 Da における噴射孔 11 側の先端部 23 とは反対側の後端部 21 の周方向に、間隔をあけて設けられている。弁体 20 は、たとえば、後端部 21 の周方向に、3つの後端側摺動部 211 が間隔をあけて設けられている。なお、後端部 21 は、周方向に2つの後端側摺動部 211 を有してもよく、周方向に4つ以上の後端側摺動部 211 を有してもよい。

[0028] 軸方向 Da において可動コア 30 に隣接する後端部 21 の端部からなる係合部 213、および、後端部 21 と先端部 23 との間の中間部 22 は、ノズル本体 10 の中心軸 A とほぼ同軸である弁体 20 の中心軸 A' を中心とする円筒状の外周面を有している。また、弁体 20 は、後端部 21 の可動コア 30 に隣接する端部である係合部 213 の外径が中間部 22 の外径よりも拡径され、図 1 および図 4 に示すように、中間部 22 が可動コア 30 (の貫通穴からなる弁体挿通孔 31) に (隙間を持って) 挿通されることで、後端部 21 が可動コア 30 に係合する。

- [0029] 後端部 2 1 の複数の後端側摺動部 2 1 1 は、たとえば、後端部 2 1 の周方向に等しい間隔で設けられている。すなわち、図 3 に示すように、後端部 2 1 の周方向における後端側摺動部 2 1 1 の中心 2 1 1 c の角度間隔 AS が等しくなっている。たとえば、後端部 2 1 の周方向に 3 つの後端側摺動部 2 1 1 が間隔をあけて設けられている場合、後端部 2 1 の周方向において流路形成部 2 1 2 を介して隣り合う後端側摺動部 2 1 1 の中心 2 1 1 c の角度間隔 AS は、 120° である。また、後端部 2 1 の周方向に 4 つの後端側摺動部 2 1 1 が間隔をあけて設けられている場合、後端部 2 1 の周方向において流路形成部 2 1 2 を介して隣り合う後端側摺動部 2 1 1 の中心 2 1 1 c の角度間隔 AS は、 90° である。
- [0030] 後端部 2 1 の後端側摺動部 2 1 1 は、たとえば、弁体 2 0 の円筒状の後端部 2 1 の切り欠かれずに残された部分であり、部分円筒状の外周面を有している。すなわち、後端側摺動部 2 1 1 は、複数の切欠きを有する円筒状の後端部 2 1 の外周面の一部によって構成されている。なお、円筒状の後端部 2 1 の外周面の一部を切り欠くことにより、複数の流路形成部 2 1 2 が設けられている。
- [0031] 複数の流路形成部 2 1 2 は、隣り合う後端側摺動部 2 1 1 と後端側摺動部 2 1 1 の間で、後端側摺動部 2 1 1 よりも後端部 2 1 の径方向の内側に設けられている。流路形成部 2 1 2 は、図 1 および図 4 に示すように、弁体 2 0 の後端部 2 1 と当該弁体 2 0 の後端部 2 1 が内挿される円筒状の固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に燃料の流路 FC を形成する。後端部 2 1 が周方向に 3 つの後端側摺動部 2 1 1 を有する場合、後端部 2 1 に 3 つの流路形成部 2 1 2 が形成される。また、後端部 2 1 が周方向に 4 つの後端側摺動部 2 1 1 を有する場合、後端部 2 1 に 4 つの流路形成部 2 1 2 が形成される。すなわち、後端部 2 1 に設けられる後端側摺動部 2 1 1 の数と流路形成部 2 1 2 の数は等しい。また、後端部 2 1 の周方向に複数の後端側摺動部 2 1 1 が等しい間隔で設けられている場合、後端部 2 1 の周方向に複数の流路形成部 2 1 2 が等しい間隔で形成される。

[0032] 流路形成部 212 は、隣り合う後端側摺動部 211 と後端側摺動部 211 の間に設けられた平坦面 212a を有している。図 3 に示すように、たとえば、後端部 21 が周方向に等しい間隔で 3 つの後端側摺動部 211 を有する場合、後端側摺動部 211 を介して隣り合う流路形成部 212 の平坦面 212a の間の夾角 $\angle A$ の角度は、 60° である。また、たとえば、後端部 21 が周方向に等しい間隔で 4 つの後端側摺動部 211 を有する場合、後端側摺動部 211 を介して隣り合う流路形成部 212 の平坦面 212a の間の夾角 $\angle A$ の角度は、 90° である。これは、それぞれ、正三角形の内角と正方形の内角に等しい。

すなわち、後端部 21 が周方向に等しい間隔で複数の後端側摺動部 211 を有する場合、後端側摺動部 211 を介して隣り合う流路形成部 212 の平坦面 212a の間の夾角 $\angle A$ の角度は、後端側摺動部 211 の数と等しい数の頂点を有する正多角形の内角に等しい。

[0033] また、図 2 および図 3 に示す例では、後端部 21 の周方向において、流路形成部 212 が形成された部分の角度範囲 $\angle R2$ は、後端側摺動部 211 が形成された部分の角度範囲 $\angle R1$ よりも大きくなっている。すなわち、後端部 21 の係合部 213 よりもコイルばね 61 側の円筒状の外周面のうち、後端側摺動部 211 を構成する部分円筒面として残されているのは、半周未満である。換言すると、後端部 21 の係合部 213 よりもコイルばね 61 側の円筒状の外周面は、半周以上が切り欠かれて流路形成部 212 が形成されている。

[0034] 係合部 213 は、流路形成部 212 よりも弁体 20 の先端側に設けられ、流路形成部 212 よりも径方向の外側に張り出すように設けられている。また、係合部 213 は、図 2 および図 3 に示す例において、後端部 21 の周方向の全周にわたって連続して後端側摺動部 211 の外周面に面一に段差なく連なる円筒状の外周面を有している。すなわち、係合部 213 の可動コア 30 に対向する端面は、弁体 20 の後端部 21 の可動コア 30 側の端部である係合部 213 の外周面を外周縁とし、弁体 20 の中間部 22 の外周面 221

を内周縁とする円環状の端面である。

[0035] また、係合部 2 1 3 は、図 1 および図 4 に示す例において、固定コア 4 0 の中央に設けられた貫通孔 4 2 の内径（孔径）よりも外径が小さくされ、固定コア 4 0 の内部で軸方向 D a に移動可能に設けられている。なお、弁体 2 0 の後端部 2 1 の外周面、すなわち、係合部 2 1 3 および後端側摺動部 2 1 1 の外周面と、固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間のクリアランスは、たとえば、 $10\mu\text{m}$ から $30\mu\text{m}$ 程度、より好ましくは $20\mu\text{m}$ から $30\mu\text{m}$ 程度である。

[0036] 弁体 2 0 の中間部 2 2 は、段付き軸状を有し、可動コア 3 0（の貫通穴からなる弁体挿通孔 3 1）に摺動可能に挿通される比較的大径の挿通部 2 2 2 と、挿通部 2 2 1 から先端部 2 3 まで軸方向 D a に延びる比較的小径の（外径が一定の）くびれ部 2 2 3 とで構成されている。換言すれば、くびれ部 2 2 3 は、挿通部 2 2 より先端側（下流側）かつ先端部 2 3（の球面部 2 3 0）より後端側（上流側）に位置している。くびれ部 2 2 3 は、ノズル本体 1 0 の内周面 1 6 との間に間隙 G 1 を有してノズル本体 1 0 に内挿（内側に配置）されている。

[0037] 図 1 および図 5 に示すように、弁体 2 0 の先端部 2 3 の先端側は球面部 2 3 0 であり、この球面部 2 3 0 の最外径（球径）は、中間部 2 2 の挿通部 2 2 2 の外径よりも小さく、かつ、中間部 2 2 のくびれ部 2 2 3 の外径よりも大きい。弁体 2 0 の先端部 2 3 は、円筒状のノズル本体 1 0 の先端に設けられた凹状の先端部材 1 2 に受容され、先端側摺動部 2 3 1 は、弁体 2 0 の球面部 2 3 0 の外周面（球体面）の一部によって構成され、ノズル本体 1 0 の先端部材 1 2 の底部の中央に設けられた凹部 1 2 2 の円筒状の内周面 1 2 1 に接して軸方向 D a に摺動する。また、先端部材 1 2 の底部の中央に設けられた凹部 1 2 2 には、たとえば、燃料の流路 F C を形成するための複数の切欠き部 1 2 3 が、凹部 1 2 2 の周方向に等間隔に設けられている。

[0038] 弁体 2 0 は、先端部 2 3 の先端側の球面部 2 3 0 の先端側摺動部 2 3 1 よりも先端側（換言すれば、下流側）に設けられたシート部 2 3 2 がノズル本

体 1 0 の先端部材 1 2 に設けられた座面 1 2 4 に接することで、弁体 2 0 と座面 1 2 4 との間の燃料の流路 F C が閉鎖され、座面 1 2 4 よりも先端側に設けられた噴射孔 1 1 が閉じられるようになっている。また、シート部 2 3 2 がノズル本体 1 0 の先端部材 1 2 に設けられた座面 1 2 4 から離れることで、弁体 2 0 と座面 1 2 4 との間に燃料の流路 F C が形成され、座面 1 2 4 よりも先端側に設けられた噴射孔 1 1 が開かれるようになっている。弁体 2 0 は、たとえば、先端部 2 3 のシート部 2 3 2 よりも軸方向 D a の先端側に、先端が丸い円錐状（図示例では、頂角が約 90° の円錐状）の凸部 2 3 3 が設けられている。

[0039] ノズル本体 1 0 の先端部材 1 2 は、たとえば底部の凹部 1 2 2 の中央部に、弁体 2 0 の先端部 2 3 の球面部 2 3 0 （の先端部）を受容する凹状の座面 1 2 4 を有している。座面 1 2 4 は、ノズル本体 1 0 の軸方向 D a の先端に向けて漸次縮径する円錐台状（図示例では、頂角が約 90° の円錐台状）に設けられ、噴射孔 1 1 が開口されている。すなわち、座面 1 2 4 と弁体 2 0 の球面部 2 3 0 （のシート部 2 3 2）とが、座面 1 2 4 の全周にわたって、おおむね線接触することで、座面 1 2 4 と弁体 2 0 との間の燃料の流路 F C が閉鎖される。また、座面 1 2 4 から弁体 2 0 の球面部 2 3 0 （のシート部 2 3 2）が離れることで、座面 1 2 4 と弁体 2 0 との間の燃料の流路 F C が形成され、座面 1 2 4 に開口する噴射孔 1 1 を介して燃料が噴射される。また、先端部材 1 2 は、たとえば底部の凹部 1 2 2 の中央部で、座面 1 2 4 よりも軸方向 D a の先端側に凹曲面状の底部を有する受容凹部 1 2 5 が形成されている。この受容凹部 1 2 5 は、噴射孔 1 1 が閉じられた状態で、弁体 2 0 の先端の凸部 2 3 3 の少なくとも一部（具体的には、先端部）を受容するように設けられている。

[0040] 固定コア 4 0 は、可動コア 3 0 を磁気吸引力によって吸引する筒状の部材である。より詳細には、固定コア 4 0 は、外周面に凹凸を有するおおむね円筒状の形状を有している。

固定コア 4 0 の先端部の外周には、おおむね円筒状のコイルボビン 5 1 が配

置されている。コイルボビン 51 の外周には、円筒状に巻回されたコイル 50 が配置されている。コイル 50 の巻き始めと巻き終わりの端部は、図示を省略する配線を介して樹脂部 80 のコネクタ 81 の電力供給用の端子 811 に接続されている。

[0041] 固定コア 40 は、中心軸 A に沿って（換言すれば、中心軸 A とほぼ同軸の）貫通孔 42 が設けられている。固定コア 40 の貫通孔 42 は、燃料を導入するための流路 F C を形成する。可動コア 30 に衝突する固定コア 40 の耐久性および信頼性の向上を目的として、可動コア 30 に対向する固定コア 40 の先端面を硬質クロムメッキや無電解ニッケルメッキなどのメッキによって被覆してもよい。固定コア 40 の先端面と反対側の後端面に、燃料を導入するための開口部 43 が設けられている。この開口部 43 から、固定コア 40 の貫通孔 42 にフィルタ 90 が挿入されて固定されている。

[0042] 固定コア 40 は、貫通孔 42 の先端面の近傍が先端面に近づくほど拡張された拡張部 44 を有している。換言すると、固定コア 40 は、円筒状の内周面 41 に、可動コア 30 に近づくほど内径が拡大する円錐台状の拡張部 44 を有している。拡張部 44 は、たとえば、弁体 20（の先端部 23 のシート部 232）が座面 124 に接して噴射孔 11 が閉じた閉弁状態で、弁体 20 の後端部 21 の円筒状の係合部 213 が収容されるように構成されている。すなわち、弁体 20 が閉弁位置にあるときに、軸方向 D a において、固定コア 40 の拡張部 44 は、弁体 20 の後端部 21 の係合部 213 の位置に重なるように設けられている。

[0043] また、固定コア 40 の拡張部 44 は、たとえば、噴射孔 11 が閉じた閉弁状態で、弁体 20 の後端部 21 の流路形成部 212 の少なくとも一部（具体的には、先端部）が拡張部 44 の内側に配置され、流路形成部 212 と固定コア 40 の内周面 41 との間に燃料の流路 F C が形成されるようになっている。すなわち、弁体 20 が閉弁位置にあるときに、軸方向 D a において、固定コア 40 の拡張部 44 は、弁体 20 の後端部 21 の流路形成部 212 の少なくとも一部に重なるように設けられている。

[0044] 調整部材 6 2 は、たとえば固定コア 4 0 の貫通孔 4 2 に圧入されて固定コア 4 0 の内部に固定されている。コイルばね 6 1 は、固定コア 4 0 の内部の貫通孔 4 2 に配置され、弁体 2 0 を噴射孔 1 1 へ向けて軸方向 D a に付勢するように設けられている。より具体的には、コイルばね 6 1 は、固定コア 4 0 に固定された調整部材 6 2 と固定コア 4 0 （の貫通孔 4 2 ）に内挿された弁体 2 0 の後端部 2 1 との間で圧縮された状態で配置され、弁体 2 0 を噴射孔 1 1 へ向けて軸方向 D a に付勢している。固定コア 4 0 に対する調整部材 6 2 の固定位置を調整することで、コイルばね 6 1 が弁体 2 0 の先端部 2 3 をノズル本体 1 0 の先端部材 1 2 に設けられた座面 1 2 4 に押し付ける初期荷重を調整することができる。また、調整部材 6 2 は、コイルばね 6 1 側の端部によってコイルばね 6 1 を支持することで、コイルばね 6 1 の軸方向 D a に交差する方向の位置のずれを防止している。

[0045] 本例では、弁体 2 0 は、後端部 2 1 の可動コア 3 0 と反対の端面（つまり、後端面）から軸方向 D a に突出してコイルばね 6 1 の内側に係合する凸部 2 1 4 を有している。凸部 2 1 4 は、先端部の角部が面取りされたおおむね円柱状の突起であり、コイルばね 6 1 の弁体 2 0 側の端部の内側にぴったりと嵌まるように設けられ、コイルばね 6 1 の軸方向 D a に交差する方向の位置のずれを防止している。これにより、コイルばね 6 1 は、固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に間隙 G 2 を有して固定コア 4 0 の内部に保持されている。

[0046] 可動コア 3 0 は、弁体 2 0 の後端部 2 1 に係合されて弁体 2 0 とともに軸方向 D a に移動する厚肉円筒状の部材である。可動コア 3 0 は、弁体 2 0 とは別体であり、中央に弁体 2 0 を軸方向 D a に挿通させる貫通穴からなる弁体挿通孔 3 1 を有している。弁体挿通孔 3 1 の内径（すなわち、貫通穴の穴径）は、係合部 2 1 3 の外径を含む弁体 2 0 の後端部 2 1 の外径よりも小さく、弁体 2 0 の後端部 2 1 よりも先端側の部分（中間部 2 2 および先端部 2 3）の外径よりも僅かに大きくなるように形成され、弁体挿通孔 3 1 は、弁体 2 0 の後端部 2 1 よりも先端側の部分を挿通させる。また、可動コア 3 0

は、中央の弁体挿通孔 31 から偏心した位置に、可動コア 30 を軸方向 D a に貫通して燃料の流路 F C を形成する、弁体挿通孔 31 よりも僅かに小径の偏心貫通孔 32 を有している。また、可動コア 30 の側面（外周面）とノズル本体 10（の大径部 14 の内部空間 140）の内周面とが接触しない形状関係で構成されている。すなわち、この可動コア 30 は、ノズル本体 10 の内周面との間に間隙 G 3 を有して、ノズル本体 10 内に移動自在に内挿されている。

[0047] 固定コア 40 に衝突する可動コア 30 の耐久性および信頼性の向上を目的として、固定コア 40 の可動コア 30 に対向する上端面または衝突面を硬質クロムメッキや無電解ニッケルメッキなどのメッキによって被覆してもよい。これにより、可動コア 30 の材料として、比較的にかんろかい軟磁性ステンレス鋼を用いた場合でも、可動コア 30 の耐久性および信頼性を確保することができる。

[0048] 小コイルばね 63 は、ノズル本体 10 の大径部 14 の内部空間 140 に収容されている。小コイルばね 63 は、先端部が大径部 14 の内部空間 140 の底部の中央部に設けられた凹部 141 の底部に支持され、後端部が可動コア 30 の固定コア 40 と反対側の下端面に当接し、可動コア 30 とノズル本体 10 との間で圧縮された状態で保持されている。これにより、小コイルばね 63 は、可動コア 30 を固定コア 40 に向けて付勢している。

[0049] ハウジング 70 は、有底円筒状の形状を有し、底部の中央部に設けられた底部貫通孔 71 にノズル本体 10 の大径部 14 が挿入されている。ハウジング 70 は、底部に設けられた底部貫通孔 71 の開口縁とノズル本体 10 の大径部 14 の外周面との間が、たとえば全周にわたって溶接されることで、ノズル本体 10 の大径部 14 に固定されている。また、ハウジング 70 は、固定コア 40 の先端部、コイルボビン 51、およびコイル 50 の外周を囲むように配置されている。ハウジング 70 の内周面はノズル本体 10 の大径部 14 およびコイル 50 と対向して外周ヨーク部を形成する。

[0050] 樹脂部 80 は、固定コア 40、コイルボビン 51 およびコイル 50 と、ハ

ハウジング70との間に充填されるとともに、固定コア40の後端部を除く外周面を覆い、電力供給用の端子811を有するコネクタ81を形成するようにモールド成形されている。以上のように、コイル50の周りには、固定コア40、可動コア30、ノズル本体10の大径部14、およびハウジング70を含むトロイダル状の磁気通路が形成されている。

[0051] 以下、本実施形態に係る燃料噴射弁1の動作について説明する。

[0052] 燃料噴射弁1は、たとえばコネクタ81の端子811が図示を省略するプラグの接続端子に接続されて高電圧電源またはバッテリー電源に接続され、エンジンコントロールユニット（ECU）によってコイル50に対する通電が制御される。コイルばね61が弁体20をノズル本体10の先端部の座面124に向けて付勢する弾性力は、小コイルばね63が可動コア30を固定コア40に向けて付勢する弾性力よりも大きい。そのため、コイル50に通電されていない状態では、弁体20の先端部23の球面部230（のシート部232）はノズル本体10の先端部材12の座面124に押し付けられ、座面124に設けられた噴射孔11に至る流路FCが閉じられた閉弁状態になっている（図1および図5参照）。

[0053] ECUによってコイル50に通電されると、固定コア40、可動コア30、ノズル本体10の大径部14、およびハウジング70を含む磁気回路に磁束が流れ、固定コア40に可動コア30を吸引する磁気吸引力が発生する。固定コア40の磁気吸引力がコイルばね61の設定荷重を超えると、可動コア30が固定コア40へ向けて移動する。可動コア30は、固定コア40に対向する端面（つまり、後端面）が固定コア40の先端面に衝突するまで移動する。このとき、可動コア30は、弁体20の後端部21に係合され、弁体20を固定コア40へ向けて軸方向Daに移動させる。

[0054] 弁体20が固定コア40へ向けて軸方向Daに移動することで、弁体20の先端部23の球面部230（のシート部232）がノズル本体10の先端部材12の座面124から離れ、弁体20と座面124との間の噴射孔11に至る流路FCが開通して噴射孔11が開いた状態になる。燃料噴射弁1は

、弁体20がこのような開弁位置にあるときに、固定コア40の後端部の開口部43からフィルタ90を介して供給された燃料が、固定コア40の貫通孔42を通過してノズル本体10の先端側へ向けて軸方向Daに沿って流れる。

[0055] 燃料は、さらに固定コア40の貫通孔42に配置された調整部材62およびコイルばね61を通過し、弁体20の後端部21の流路形成部212と固定コア40の貫通孔42の内周面41との間に形成された流路FCを流れ、可動コア30の偏心貫通孔32を介してノズル本体10の大径部14の内部空間140へ流入する。ノズル本体10の大径部14の内部空間140へ流入した燃料は、弁体20の中間部22とノズル本体10の小径部13の内周面16との間（間隙G1）を流れ、さらに弁体20の先端部23の球面部230（のシート部232）と先端部材12の座面124との間に形成された流路FCを流れ、座面124に開口した噴射孔11を介して内燃機関の燃焼室内へ噴射される。

[0056] ECUによってコイル50の通電が中断されると、固定コア40、可動コア30、ノズル本体10の大径部14、およびハウジング70を含む磁気回路を流れる磁束が消滅し、可動コア30を吸引する固定コア40の磁気吸引力が消滅する。すると、コイルばね61が弁体20をノズル本体10の先端部の座面124に向けて付勢する弾性力が、小コイルばね63が可動コア30を固定コア40に向けて付勢する弾性力よりも大きい初期状態に戻る。

[0057] これにより、弁体20の後端部21がコイルばね61によって付勢され、弁体20の後端部21に係合した可動コア30と弁体20が、ともにノズル本体10の軸方向Daの先端へ向けて移動し、弁体20の先端部23の球面部232がノズル本体10の先端部材12の座面124に接する。これにより、弁体20の先端部23の球面部230（のシート部232）とノズル本体10の座面124との間の流路FCが閉鎖され、噴射孔11が弁体20によって閉じられた閉弁状態になり、噴射孔11を介した燃料の噴射が停止される。

[0058] 前述のように、弁体20は、複数の後端側摺動部211と、複数の流路形成部212と、係合部213と、を有している。複数の後端側摺動部211は、後端部21の周方向に間隔をあけて設けられている。複数の流路形成部212は、隣り合う後端側摺動部211と後端側摺動部211の間に設けられ、後端側摺動部211よりも後端部21の径方向の内側に設けられている。係合部213は、流路形成部212よりも弁体20の先端側に設けられ、流路形成部212よりも径方向の外側に張り出している。そして、弁体20は、噴射孔11の開閉時に、複数の後端側摺動部211の少なくとも一つが固定コア40の内周面41に接して軸方向Daに摺動するとともに、係合部213の可動コア30に対向する端面が可動コア30に接するように構成されている。

[0059] この構成により、噴射孔11の開閉時、すなわち弁体20と座面124との間の噴射孔11に至る流路FCの開閉時に、弁体20の後端部21の複数の後端側摺動部211の少なくとも一つを、固定コア40の内周面41によって軸方向Daに案内することができる。そのため、弁体20の径方向の位置を規定することで、弁体20の軸方向Daの移動を安定させることができる、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0060] また、後端側摺動部211の摩耗が抑制され、弁体20の耐久性が向上する。より詳細には、コイルばね61が可動コア30をノズル本体10の先端方向へ向けて付勢するときに、コイルばね61によって、弁体20の後端部21に、軸方向Daの力だけでなく、弁体20の径方向の力が作用する。しかし、本例では、弁体20の後端部21の周方向に、固定コア40の内周面41に接して軸方向Daに摺動する複数の後端側摺動部211が設けられていることで、コイルばね61から径方向の力が作用する弁体20の後端部21において、弁体20を固定コア40の内周面41によって支持および案内することができる。そのため、弁体20に径方向の力が作用する位置と後端側摺動部211との軸方向Daの距離を近づけることができ、後端側摺動部211に作用する弁体20の径方向の荷重を力学的に低減することができる。

。

[0061] また、弁体20の後端部21の係合部213が流路形成部212よりも径方向外側に張り出すことで、係合部213を有しない場合と比較して、弁体20の後端部21の可動コア30に対向する面の面積を大きくすることができる。これにより、弁体20の後端部21と可動コア30との間に作用する単位面積当たりの力を低減し、従来よりも耐久性を向上させることができる。

。

[0062] 本実施形態の燃料噴射弁1は、前述のように、第1の特徴として、次の構成を有している。可動コア30の中心軸に開設された貫通穴からなる弁体挿通孔31の穴径を ϕB 、弁体挿通孔（貫通穴）31と摺動する弁体20の中間部22の外径を ϕC 、弁体20の先端側（下流側）の球面部230の先端側摺動部231と摺動する噴射孔11を有する先端部材12との摺動の径を ϕD 、弁体20の先端側（下流側）の球面部320の先端側摺動部231の最外径（球径）を ϕE 、弁体20の先端側（下流側）の球面部230より後端側（上流側）に位置して弁体20の中間部22にある最小径部であるくびれ部223の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、可動コア30の側面とノズル本体10の内周面が接触しない形状関係であり、どのような状況でも間隙G3が必ずあるように構成されている。換言すれば、弁体20の先端部23は、ノズル本体10の先端部材12の内周面と摺動する先端側摺動部231を持つ球面部230を有し、弁体20の先端部23と後端部21との間の中間部22は、可動コア30に開設された貫通穴からなる弁体挿通孔31に挿通されて弁体挿通孔（貫通穴）31と摺動する挿通部222および挿通部222より下流側かつ球面部230より上流側に位置するくびれ部223を有し、可動コア30の中心軸に開設された弁体挿通孔（貫通穴）31の穴径を ϕB 、弁体挿通孔（貫通穴）31と摺動する弁体20の中間部22における挿通部222の外径を ϕC 、弁体20の球面部230の先端側摺動部231と摺動するノズル本体10の先端部材12の内周面の径を ϕD 、弁体20の球面部230の先端側摺動部231の

最外径（球径）を ϕE 、弁体20の中間部22におけるくびれ部223の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、可動コア30の側面とノズル本体10の内周面とが接触しない形状関係で構成されている（図6参照）。

[0063] この構成により、弁体20は燃料噴射弁1の燃料の流路FCを製作した後に上流にあるフィルタ90側から挿入することも可能になる。つまり、弁体20がない状態の燃料噴射弁1において燃料の通路FCの大きく確保された状態で洗浄することができるため、コンタミの排出性に優れ、燃料の噴きっ放し等の重大な事故を回避することができる。したがって、燃料噴射弁1の信頼性が向上する。また、年々厳しさが増す排ガス規制に対応するため、高い燃料圧力でも動作させる必要があり、そのためにはノズル本体10の外径は細くする必要がある。つまり、前記の $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ の関係を満たすことで、ノズル本体10の外径は細くすることでできる。さらに、可動コア30の側面とノズル本体10の内周面が接触しない形状関係で構成することで、可動コア30がノズル本体10に接触することで発生する抵抗がないので、燃料の噴射量のバラツキが小さくなり、摩耗もないので耐久性も向上する。

[0064] また、本実施形態の燃料噴射弁1は、前述のように、第2の特徴として、次の構成を有している。弁体20は、後端部21から先端部23まで一部材により構成されている。また、弁体20の先端部23は球面部230を有しており、ノズル本体10の先端部材12の内周面121と摺動する球面部230の先端側摺動部231と、ノズル本体10の先端部材12の座面124と接地（着座）する球面部230のシート部232は同一球体面で構成されている。

[0065] この構成により、噴射孔11の開閉時、すなわち弁体20による噴射孔11に至る流路FCの開閉時に、弁体20の後端部21の複数の後端側摺動部211の少なくとも一つを、固定コア40の内周面41によって案内することができる。そのため、弁体20の径方向の位置を規定することで、弁体2

0の軸方向D aの移動を安定させることができ、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることができる。また、弁体20は、後端部21から先端部23まで一部材により構成されているので、後端側摺動部211による弁体20の案内と、流路形成部212による燃料の流路F Cの形成という複数の機能を一部品に集約することができる。そのため、部品点数を減少させ、生産性を向上させ、製造コストを低減することができる。さらに、弁体20の先端側摺動部231が球体であることで、弁体20が傾き具合に関係なく先端部材12の凹部122の内周面121と接地する面積が不変になるため、燃料の噴射量を均一にすることができる。また、摺動クリアランスも一定になるため、先端部材12の凹部122の内周面121の同軸公差を緩和することが可能になり、生産性を向上させ、製造コストを低減することができる。

[0066] また、本実施形態の燃料噴射弁1は、前述のように、第3の特徴として、次の構成を有している。ノズル本体10は、噴射孔11が形成されて弁体20の先端部23を受容する凹状の先端部材12を有している。弁体20は、後端部21から先端部23まで一部材により構成され、後端部21と先端部23にそれぞれ後端側摺動部211と先端側摺動部231を有している。そして、弁体20は、噴射孔11の開閉時に、後端部21の後端側摺動部211が固定コア40の内周面41に接して軸方向D aに摺動するとともに、先端部23の先端側摺動部231が先端部材12の凹部122の内周面121に接して軸方向D aに摺動するように構成されている。

[0067] この構成により、噴射孔11の開閉時、すなわち弁体20による噴射孔11に至る流路F Cの開閉時に、弁体20の後端部21の複数の後端側摺動部211の少なくとも一つを、固定コア40の内周面41によって案内することができる。同時に、弁体20の先端部23の先端側摺動部231を、先端部材12の凹部122の内周面121によって案内することができる。すなわち、軸方向D aに延びる弁体20を、軸方向D aの先端部23と後端部21で、同時に案内することができる。なお、弁体20の先端部23の球面部230がノズル本体10の先端部材12の座面124に接触した閉弁位置に

ある間、弁体20は後端部21の後端側摺動部211のみが固定コア40の内周面41によって支持され、先端部23の先端側摺動部231は先端部材12の凹部122の内周面121と接触しなくてもよい。

[0068] このように、弁体20が軸方向Daの先端部23と後端部21にそれぞれ後端側摺動部211と先端側摺動部231を備えることで、燃料噴射弁1の個体間において、後端部21の後端側摺動部211と固定コア40の内周面41との接触面積、および、先端部23の先端側摺動部231と先端部材12の凹部122の内周面121との接触面積を、より均一化することができる。これにより、燃料噴射弁1の個体間における燃料の噴射量を、より均一化することができる。また、弁体20の後端部21だけでなく、弁体20の先端部23の球面部230が接する先端部材12の座面124に近い位置に先端側摺動部231を形成することで、ノズル本体10の中心軸Aに対する弁体20の倒れ量すなわち傾斜角度を低減することができる。

[0069] この弁体20の倒れ量すなわち傾斜角度の低減により、流体の流れが噴射ごとに変化しにくくなり、燃料の噴射量を均一にすることができる。また、弁体20の径方向の位置をより正確に規定することができ、弁体20の軸方向Daの移動をより安定させることができ、燃料の噴射量をより均一にすることができる。また、弁体20は、後端部21から先端部23まで一部材により構成されているので、後端側摺動部211および先端側摺動部231による弁体20の案内と、流路形成部212による燃料の流路FCの形成という複数の機能を一部品に集約することができる。そのため、部品点数を減少させ、生産性を向上させ、製造コストを低減することができる。

[0070] また、本実施形態の燃料噴射弁1において、弁体20は、前述のように、後端部21の周方向に3つの後端側摺動部211が間隔をあけて設けられている。この構成により、後端側摺動部211の数が2つまたは4つ以上である場合よりも、固定コア40の内周面41に接して摺動する後端側摺動部211の外周面の面積を大きくすることができる。これにより、弁体20に要求される作動回数を満たす後端部21の後端側摺動部211の耐摩耗性を保

証することができる。したがって、従来よりも耐久性を向上させることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。

[0071] また、弁体 20 の後端部 21 において、隣り合う後端側摺動部 211 と後端側摺動部 211 との間の流路形成部 212 の範囲を大きくすることができ、流路形成部 212 と固定コア 40 との間の燃料の流路 F C の断面積を大きくすることが可能になる。これにより、流路形成部 212 によって形成された燃料の流路 F C における圧力損失を低減し、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。

[0072] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 20 の後端部 21 の後端側摺動部 211 は、後端部 21 の周方向に等しい間隔で設けられている。この構成により、隣り合う後端側摺動部 211 と後端側摺動部 211 との間の流路形成部 212 によって形成される燃料の流路 F C の断面積を均等にすることができ、流体である燃料によって流路形成部 212 に作用する圧力を均等にすることができる。また、たとえばコイルばね 61 から弁体 20 に弁体 20 の径方向の力が作用することで、いずれか一つの後端側摺動部 211 のみが固定コア 40 に接触する。そのため、弁体 20 の後端部 21 の他の 2 つの後端側摺動部 211 は固定コア 40 に接触せず、弁体 20 の後端部 21 と固定コア 40 との間の摺動面積や摺動抵抗を一定にして、燃料噴射弁 1 による燃料の一回の噴射ごとの燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0073] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 は、弁体 20 を噴射孔 11 へ向けて軸方向 D a に付勢するコイルばね 61 を備えている。そして、弁体 20 は、後端部 21 の可動コア 30 と反対の端面（つまり、後端面）から軸方向 D a に突出してコイルばね 61 の内側に係合する凸部 214 を有している。この構成により、弁体 20 の後端部 21 の凸部 214 によってコイルばね 61 の径方向の移動を抑制し、コイルばね 61 と固定コア 40 の内周面 41 との接触を抑制することができる。これにより、コイルばね 61 と固定コア 40 とが接触する位置や接触する圧力が燃料噴射弁 1 ごとに異なることによる弁体 20 の往復運動の不均一性を解消することができる。したがって、従来よりも耐

久性を向上させることができ、燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。

[0074] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、コイルばね 6 1 は、固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に間隙 G 2 を有している。この構成により、コイルばね 6 1 と固定コア 4 0 との接触を防止して、弁体 2 0 の往復運動の均一性を向上させることができる。したがって、従来よりも耐久性を向上させることができ、燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。

[0075] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 2 0 の後端部 2 1 の後端側摺動部 2 1 1 は、部分円筒状の外周面を有し、流路形成部 2 1 2 は、後端部 2 1 の後端側摺動部 2 1 1 の間に設けられた平坦面 2 1 2 a を有している。この構成により、円筒状の固定コア 4 0 の内周面 4 1 と、弁体 2 0 の後端部 2 1 の後端側摺動部 2 1 1 との接触面積を大きくすることができ、後端側摺動部 2 1 1 の耐摩耗性を向上させ、燃料噴射弁 1 の耐久性を従来よりも向上させることができる。また、流路形成部 2 1 2 の平坦面 2 1 2 a と円筒状の固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に、断面形状（軸方向 D a に垂直な断面形状）が円弧と弦によって画定される流路 F C を形成することができ、流路 F C の断面積を大きくすることができ、流路抵抗を低減して、燃料噴射弁 1 の燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0076] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 2 0 の後端部 2 1 の後端側摺動部 2 1 1 を介して隣り合う流路形成部 2 1 2 の平坦面 2 1 2 a の間の夾角 I A の角度は、 60° である。この構成により、弁体 2 0 の後端部 2 1 において、隣り合う後端側摺動部 2 1 1 と後端側摺動部 2 1 1 との間の流路形成部 2 1 2 の範囲を大きくすることができ、流路形成部 2 1 2 と固定コア 4 0 との間の燃料の流路 F C の断面積を大きくすることが可能になる。これにより、流路形成部 2 1 2 によって形成された燃料の流路 F C における圧力損失を低減し、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。また、弁体 2 0 の後端部 2 1 の流路形成部 2

12が形成された部分の断面形状を、頂点部分が円弧状のおおむね正三角形の形状にすることができる。これにより、弁体20の後端部21の強度を確保することができ、燃料噴射弁1の耐久性を向上させることができる。

[0077] また、本実施形態の燃料噴射弁1は、弁体20の後端部21の周方向において、流路形成部212が形成された部分の角度範囲AR2は、後端側摺動部211が形成された部分の角度範囲AR1よりも大きい。この構成により、弁体20の後端部21において、隣り合う後端側摺動部211と後端側摺動部211との間の流路形成部212の範囲を大きくすることができ、流路形成部212と固定コア40との間の燃料の流路FCの断面積を大きくすることが可能になる。これにより、流路形成部212によって形成された燃料の流路FCにおける圧力損失を低減し、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁1を提供することができる。また、弁体20の後端部21の流路形成部212が形成された部分の断面形状を、頂点部分が円弧状のおおむね正三角形の形状にすることができる。これにより、弁体20の後端部21の強度を確保することができ、燃料噴射弁1の耐久性を向上させることができる。

[0078] また、本実施形態の燃料噴射弁1において、弁体20の後端部21の後端側摺動部211は、前述のように、部分円筒状の外周面を有し、流路形成部212は、後端側摺動部211の間に設けられた平坦面212aを有している。さらに、弁体20の後端部21の係合部213は、流路形成部212よりも弁体20の先端側に設けられ、流路形成部212よりも径方向の外側に張り出すとともに、後端部21の周方向の全周にわたって連続し、後端側摺動部211の外周面に面一に連なる円筒状の外周面を有している。

[0079] このように、弁体20の後端部21の係合部213が流路形成部212よりも径方向外側に張り出すことで、係合部213を有しない場合と比較して、弁体20の後端部21の可動コア30に接触する面の面積を大きくすることができる。さらに、後端部21の可動コア30側の端部である係合部213が後端部21の周方向の全周にわたって連続し、後端側摺動部211の外

周面に面一に連なる円筒状の外周面を有することで、可動コア 30 に接する面の面積を極大化することができる。これにより、弁体 20 の後端部 21 と可動コア 30 との間に作用する単位面積当たりの力を低減し、従来よりも耐久性を向上させることができる。

[0080] 加えて、弁体 20 を旋盤やマシニングセンタなどによって回転させて切削することが可能になり、弁体 20 の製造が容易になるだけでなく、製造工程の工数を削減し、生産性を向上させ、製造コストを低減することができる。具体的には、回転切削によって製造された弁体 20 の係合部 213 の外周面と可動コア 30 に対向する面との間の角部にはバリが発生することがある。しかし、係合部 213 が、後端部 21 の周方向の全周にわたって連続する円筒状の外周面を有することで、弁体 20 の後端部 21 を回転させて角部のバリを一工程で除去することができる。一方、弁体 20 の可動コア 30 側の端部の断面形状が非円形である場合、角部のバリを一工程で除去することができず、弁体 20 の生産性が低下し、製造コストが上昇するおそれがある。

[0081] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、固定コア 40 は、内周面 41 に可動コア 30 に近づくほど内径が拡大する拡径部 44 を有し、噴射孔 11 が閉じた状態で、拡径部 44 に弁体 20 の後端部 21 の係合部 213 が（隙間を持って）收容されるように構成されている。これにより、弁体 20 の後端部 21 の係合部 213 と、固定コア 40 の内周面 41 の拡径部 44 との間に隙間を形成し、燃料の流路 FC を形成することができる。したがって、弁体 20 の後端部 21 の係合部 213 と、固定コア 40 の内周面 41 の拡径部 44 との間を流れる燃料の圧力損失を低減し、燃料噴射弁 1 の燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0082] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 は、噴射孔 11 が閉じた状態で、流路形成部 212 の少なくとも一部が拡径部 44 の内側に配置される。より詳細には、本実施形態の燃料噴射弁 1 は、噴射孔 11 に至る弁体 20 の先端部 23 と座面 124 との間の流路 FC が閉じた状態で、流路形成部 212 の可動コア 30 側の端部（先端部）が拡径部 44 に收容される。これにより、弁体 2

0の後端部21の流路形成部212と、固定コア40の内周面41の拡径部44との間の燃料の流路FCの断面積を拡大することができる。したがって、弁体20の後端部21と、固定コア40の内周面41との間を流れる燃料の圧力損失を低減し、燃料噴射弁1の燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0083] また、本実施形態の燃料噴射弁1は、後端部21における軸方向Daにおいて可動コア30に隣接する部分（すなわち、係合部213）および後端部21と先端部23との間の中間部22は、弁体20の中心軸A'を中心とする円筒状の外周面を有している。この構成により、弁体20の全体、すなわち、弁体20の後端部21、中間部22および先端部23を、たとえば、円柱状または丸棒状の一つの金属材料を切削加工することによって、形成することができる。このように、弁体20の全体を一つの材料から削り出した一つの部品とすることによって、弁体20の寸法精度を向上させることができ、生産性を向上させて弁体20の製造コストを低減することができる。さらに、弁体20の各部を別部品として製造して圧入や溶接によって一体化させる場合と比較して、圧入時に発生する金属片や溶接時に発生するスパッタなど、異物の発生を抑制することができる。これにより、異物に起因する燃料漏れなど、弁体20の不具合の発生を抑制することができ、燃料噴射弁1の燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0084] また、本実施形態の燃料噴射弁1は、弁体20において、後端部21における可動コア30に隣接する部分（すなわち、係合部213）の外径は、後端部21と先端部23との間の中間部22の外径よりも拡径され、中間部22が可動コア30（の弁体挿通孔31）に挿通されている。すなわち、可動コア30の弁体挿通孔31の内径は、弁体20の中間部22の外径よりも大きく、弁体20の後端部21の係合部213の外径よりも小さい。

[0085] この構成により、弁体20の後端部21にノズル本体10の先端へ向けて作用するコイルばね61の付勢力が、可動コア30を固定コア40へ向けて付勢する小コイルばね63の付勢力よりも大きい燃料噴射弁1の閉弁状態に

において、弁体20の後端部21の可動コア30側の端部は可動コア30に当接して係合している。そして、可動コア30が小コイルばね63の付勢力および固定コア40の磁気吸引力により、固定コア40に向けて軸方向Daへ移動すると、弁体20が可動コア30とともにノズル本体10の先端部材12の座面124から離れるように軸方向Daへ移動する。

[0086] 可動コア30が固定コア40の先端面に衝突すると、可動コア30は固定コア40と反対側のノズル本体10の先端側すなわち燃料の下流側にはね返る。一方、可動コア30の弁体挿通孔31に挿通された弁体20は、可動コア30が固定コア40に衝突した後も、噴射孔11から離れる燃料の上流側への移動を継続する。

[0087] つまり、弁体20は、可動コア30の後端面の位置から、燃料の上流側である固定コア40の後端部へ向けてオーバーシュートし、その後、コイルばね61に付勢されることで、再び燃料の下流側であるノズル本体10の先端側へ移動する。そのため、コイル50が通電した状態であれば、弁体20は、後端部21が固定コア40に吸着された可動コア30に係合し、先端部23の球面部230（のシート部232）と座面124との間の流路Fcが開いた開弁位置で静止する。

[0088] また、コイル50の通電が中断され、固定コア40の磁気吸引力が消滅すると、弁体20の後端部21に作用するコイルばね61の付勢力によって、弁体20の後端部21に係合した可動コア30が弁体20とともにノズル本体10の先端へ向けて軸方向Daに移動する。そして、弁体20の先端部23の球面部230（のシート部232）がノズル本体10の先端部材12の座面124に衝突すると、可動コア30は、弁体20とは別体であるため、慣性力によってノズル本体10の先端側への移動を継続する。また、弁体20は、先端部23の球面部230（のシート部232）がノズル本体10の先端部材12の座面124に衝突した後に、開弁方向に跳ね返る。

[0089] このとき、可動コア30の弁体挿通孔31の内周面と、弁体挿通孔31に挿通された弁体20（の中間部22）の外周面との間に流体による摩擦が発

生し、運動エネルギーが摩擦エネルギーに変換されて小さくなる。また、慣性質量が比較的に大きい可動コア 30 が弁体 20 と別体で構成されているため、弁体 20 が座面 124 に衝突した際の運動エネルギーが小さくなる。これにより、座面 124 に衝突した後の弁体 20 の跳ね返りが小さくなる。

[0090] また、可動コア 30 に作用する慣性力は、可動コア 30 と弁体 20 とが一体である場合と比較して小さくなる。そのため、小コイルばね 63 を圧縮した後に受ける反発力が小さくなる。よって、可動コア 30 の開弁方向すなわち固定コア 40 へ向かう跳ね返りが抑制され、弁体 20 が座面 124 に衝突した後に開弁方向に再び移動される現象が発生しにくくなる。結果として、弁体 20 の跳ね返りは最小限に抑えられ、コイル 50 への通電が中断された後に、弁体 20 と座面 124 との間の流路 FC が開いて、燃料が不作為に噴射される、いわゆる二次噴射現象が抑制され、エミッションを低減することができる。

[0091] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 20 の後端部 21 の係合部 213 は、固定コア 40 の内径よりも外径が小さくされ、固定コア 40 の内部で軸方向 Da に移動可能に設けられている。この構成により、円筒状の固定コア 40 の貫通孔 42 を洗浄して燃料漏れの原因となる異物を除去した後に、先端部材 12、弁体 20、コイルばね 61、調整部材 62、およびフィルタ 90 を、固定コア 40 の貫通孔 42 から軸方向 Da に挿入して組み付けることができる。したがって、燃料噴射弁 1 において、異物による燃料漏れの可能性を低減することができるだけでなく、製造工程を簡潔にして生産性を向上させることができる。

[0092] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 20 は、後端部 21 と先端部 23 との間の中間部 22 の外周面 221 と、ノズル本体 10 の内周面 16 との間に間隙 G1 を有している。この構成により、ノズル本体 10 と弁体 20 との間の摩擦抵抗を低減し、弁体 20 を軸方向 Da に移動しやすくすることができる。したがって、燃料噴射弁 1 の耐久性を向上させることができ、燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0093] また、本実施形態の燃料噴射弁 1 において、弁体 20 は、先端部 23 の先端側摺動部 231 よりも軸方向 D a の先端側に円錐状の凸部 233 を有している。また、ノズル本体 10 の先端部材 12 は、球面部 230 (の先端部) を受容する凹状の座面 124 を有するとともに、座面 124 よりも先端側に弁体 20 の凸部 233 の少なくとも一部を受容する受容凹部 125 を有している。そして、座面 124 は、ノズル本体 10 の軸方向 D a の先端に向けて漸次縮径する円錐台状に設けられ、座面 124 の下流側に噴射孔 11 が開口されている。

[0094] この構成により、弁体 20 の先端部 23 を、先端部 23 に設けられた先端側摺動部 231 によって案内しながら、弁体 20 の先端側摺動部 231 よりも先端側のシート部 232 をノズル本体 10 の先端部材 12 の座面 124 に当接させ、または座面 124 から離隔させることができる。これにより、噴射孔 11 の開閉時の弁体 20 の動作を安定させることができ、燃料噴射弁 1 の耐久性を向上させ、燃料の噴射量を均一にすることができる。また、燃料噴射弁 1 の閉弁時に弁体 20 の先端部 23 の球面部 230 (のシート部 232) とノズル本体 10 の先端部材 12 の座面 124 とを、弁体 20 の周方向の全周にわたっておおむね線接触させることができる。これにより、燃料噴射弁 1 の耐久性を向上させ、燃料の噴射量を均一にすることができる。

[0095] 以上で説明したように、本開示の実施形態によれば、従来よりも耐久性を向上させることが可能であり、従来よりも燃料の噴射量を均一にすることが可能な燃料噴射弁 1 を提供することができる。

[0096] 以上、図面を用いて本発明の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。

[0097] また、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形形態が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

符号の説明

[0098]	1	燃料噴射弁
	1 0	ノズル本体
	1 1	噴射孔
	1 2	先端部材
	1 2 1	凹部の内周面
	1 2 2	凹部
	1 2 3	切欠き部
	1 2 4	座面
	1 2 5	受容凹部
	1 3	ノズル本体の小径部
	1 3 0	小径部の内部空間
	1 3 1	溝
	1 4	ノズル本体の大径部
	1 4 0	大径部の内部空間
	1 4 1	凹部
	1 5	シール部材
	1 6	ノズル本体の内周面
	2 0	弁体
	2 1	後端部
	2 1 1	後端側摺動部
	2 1 1 c	後端側摺動部の中心
	2 1 2	流路形成部
	2 1 2 a	平坦面
	2 1 3	係合部
	2 1 4	凸部
	2 2	中間部
	2 2 1	中間部の外周面

2 2 2	挿通部
2 2 3	くびれ部
2 3	先端部
2 3 0	球面部
2 3 1	先端側摺動部
2 3 2	シート部
2 3 3	凸部
3 0	可動コア
3 1	弁体挿通孔（貫通穴）
3 2	偏心貫通孔
4 0	固定コア
4 1	内周面
4 2	貫通孔
4 3	開口部
4 4	拡径部
5 0	コイル
5 1	コイルボビン
6 1	コイルばね
6 2	調整部材
6 3	小コイルばね
7 0	ハウジング
7 1	底部貫通孔
8 0	樹脂部
8 1	コネクタ
8 1 1	端子
9 0	フィルタ
A	ノズル本体の中心軸
A'	弁体の中心軸

A R 1	後端側摺動部が形成された部分の角度範囲
A R 2	流路形成部が形成された部分の角度範囲
A S	後端側摺動部の中心の角度間隔
D a	軸方向
F C	燃料の流路
G 1	弁体の中間部の外周面とノズル本体の内周面との間の間隙
G 2	コイルばねと固定コアの内周面との間の間隙
G 3	可動コアの側面とノズル本体の内周面との間の間隙
I A	流路形成部の平坦面の間の夾角

請求の範囲

[請求項1] 噴射孔が設けられたノズル本体と、前記噴射孔を開閉する先端部を有する弁体と、前記弁体が摺動可能に内挿される貫通穴が開設されるとともに前記弁体の後端部に係合されて前記弁体とともに移動する可動コアと、前記可動コアを磁気吸引力によって吸引する固定コアと、を備えた燃料噴射弁であって、

前記弁体の前記先端部は、前記ノズル本体の内周面と摺動する球面部を有し、前記弁体の前記先端部と前記後端部との間の中間部は、前記貫通穴に挿通されて前記貫通穴と摺動する挿通部および前記挿通部より下流側かつ前記球面部より上流側に位置するくびれ部を有し、

前記可動コアに開設された前記貫通穴の穴径を ϕB 、前記貫通穴と摺動する前記弁体の前記中間部における前記挿通部の外径を ϕC 、前記弁体の前記球面部と摺動する前記ノズル本体の内周面の径を ϕD 、前記弁体の前記球面部の最外径を ϕE 、前記弁体の前記中間部における前記くびれ部の外径を ϕF とした場合、 $\phi B > \phi C > \phi D > \phi E > \phi F$ を満たし、かつ、前記可動コアの側面と前記ノズル本体の内周面とが接触しない形状関係で構成されていることを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項2] 噴射孔が設けられたノズル本体と、前記噴射孔を開閉する先端部を有する弁体と、前記弁体の後端部に係合されて前記弁体とともに移動する可動コアと、前記可動コアを磁気吸引力によって吸引する固定コアと、を備えた燃料噴射弁であって、

前記弁体は、前記後端部から前記先端部まで一部材で構成され、前記弁体の前記先端部は、前記ノズル本体の内周面と摺動する摺動部と、前記ノズル本体の先端部の座面と接地するシート部とが同一球体面で構成された球面部を有していることを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項3] 噴射孔が設けられたノズル本体と、前記噴射孔を開閉する先端部を有する弁体と、前記弁体の後端部に係合されて前記弁体とともに移動

する可動コアと、前記可動コアを磁気吸引力によって吸引する筒状の固定コアと、を備えた燃料噴射弁であって、

前記ノズル本体は、前記噴射孔が形成されて前記弁体の前記先端部を受容する先端部材を有し、

前記弁体は、前記後端部から前記先端部まで一部材により構成され、前記後端部と前記先端部にそれぞれ後端側摺動部と先端側摺動部を有し、前記噴射孔の開閉時に前記後端側摺動部が前記固定コアの内周面に接して摺動するとともに前記先端側摺動部が前記先端部材の内周面に接して摺動することを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項4] 前記弁体は、前記後端部から前記先端部まで一部材で構成されていることを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射弁。

[請求項5] 前記弁体は、前記球面部よりも上流側に前記球面部よりも外径が小さいくびれ部を有していることを特徴とする請求項2に記載の燃料噴射弁。

[請求項6] 前記弁体は、前記先端側摺動部を持つ球面部を有していることを特徴とする請求項3に記載の燃料噴射弁。

[請求項7] 前記後端部の周方向に前記後端側摺動部が複数設けられるとともに、隣り合う前記後端側摺動部の間に流路形成部が設けられ、

前記後端側摺動部は、部分円筒状の外周面を有し、前記流路形成部は、平坦面を有していることを特徴とする請求項3に記載の燃料噴射弁。

[請求項8] 前記後端部の周方向に前記後端側摺動部が複数設けられるとともに、隣り合う前記後端側摺動部の間に流路形成部が設けられ、

前記後端部の周方向において、前記流路形成部が形成された部分の角度範囲は、前記後端側摺動部が形成された部分の角度範囲よりも大きいことを特徴とする請求項3に記載の燃料噴射弁。

[請求項9] 前記固定コアは、前記可動コアに近づくほど内径が拡大する拡径部を有し、

前記噴射孔が閉じられた状態で、前記流路形成部の少なくとも一部が前記拡径部の内側に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料噴射弁。

[請求項10] 前記弁体の前記後端部と前記先端部との間の中間部の外周面と、筒状の前記ノズル本体の内周面との間に間隙を有していることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料噴射弁。

[請求項11] 前記弁体は、前記先端側摺動部を持つ球面部を有するとともに、前記先端側摺動部よりも先端側に円錐状の凸部を有し、

前記先端部材は、筒状の前記ノズル本体の先端に設けられ、前記球面部を受容する凹状の座面を有するとともに、前記座面よりも先端側に前記凸部の少なくとも一部を受容する受容凹部を有し、

前記座面は、前記ノズル本体の軸方向の先端に向けて漸次縮径する円錐台状に設けられ、前記噴射孔が開口されていることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料噴射弁。

[請求項12] 前記燃料噴射弁は、前記弁体を前記噴射孔へ向けて付勢するコイルばねを備え、

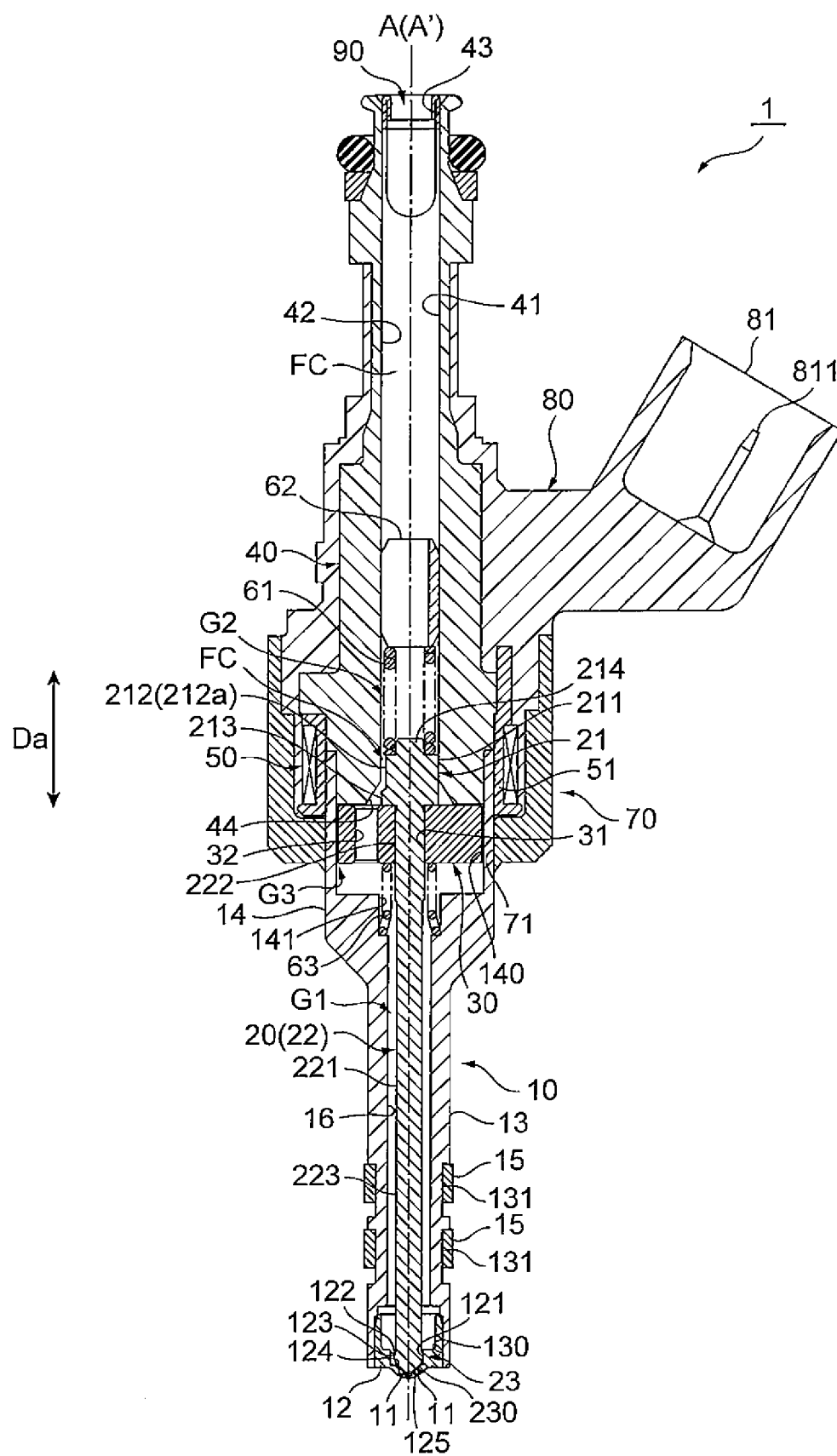
前記弁体は、前記コイルばねの内側に係合する凸部を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

[請求項13] 前記後端部における前記可動コアに隣接する部分および前記中間部は、前記弁体の中心軸を中心とする円筒状の外周面を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

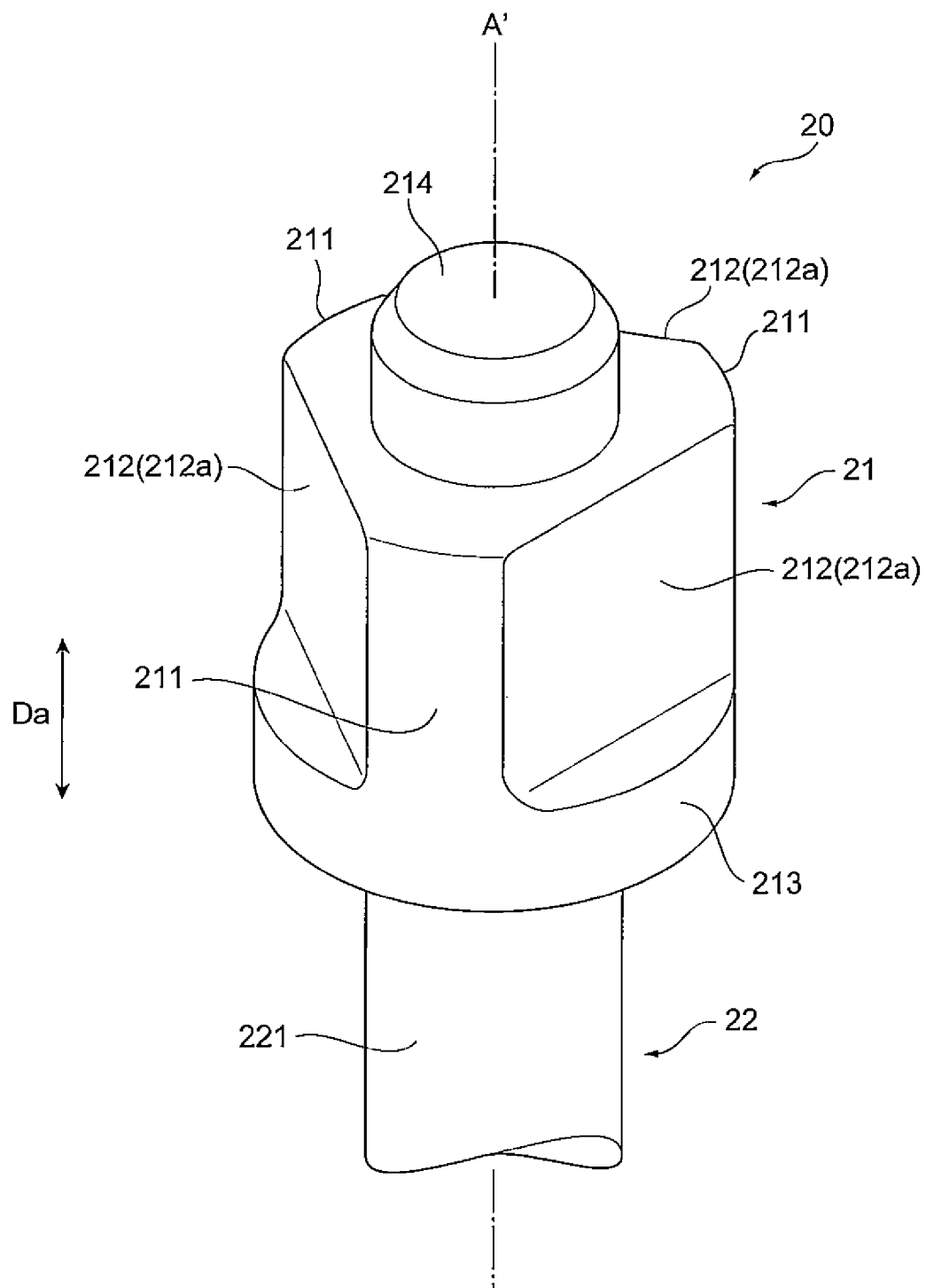
[請求項14] 前記弁体において、前記後端部における前記可動コアに隣接する部分の外径は、前記中間部の外径よりも拡径されていることを特徴とする請求項 1 3 に記載の燃料噴射弁。

[請求項15] 前記後端部の外径は、前記固定コアの内径よりも小さくされ、前記後端部は、前記固定コアの内部で移動可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

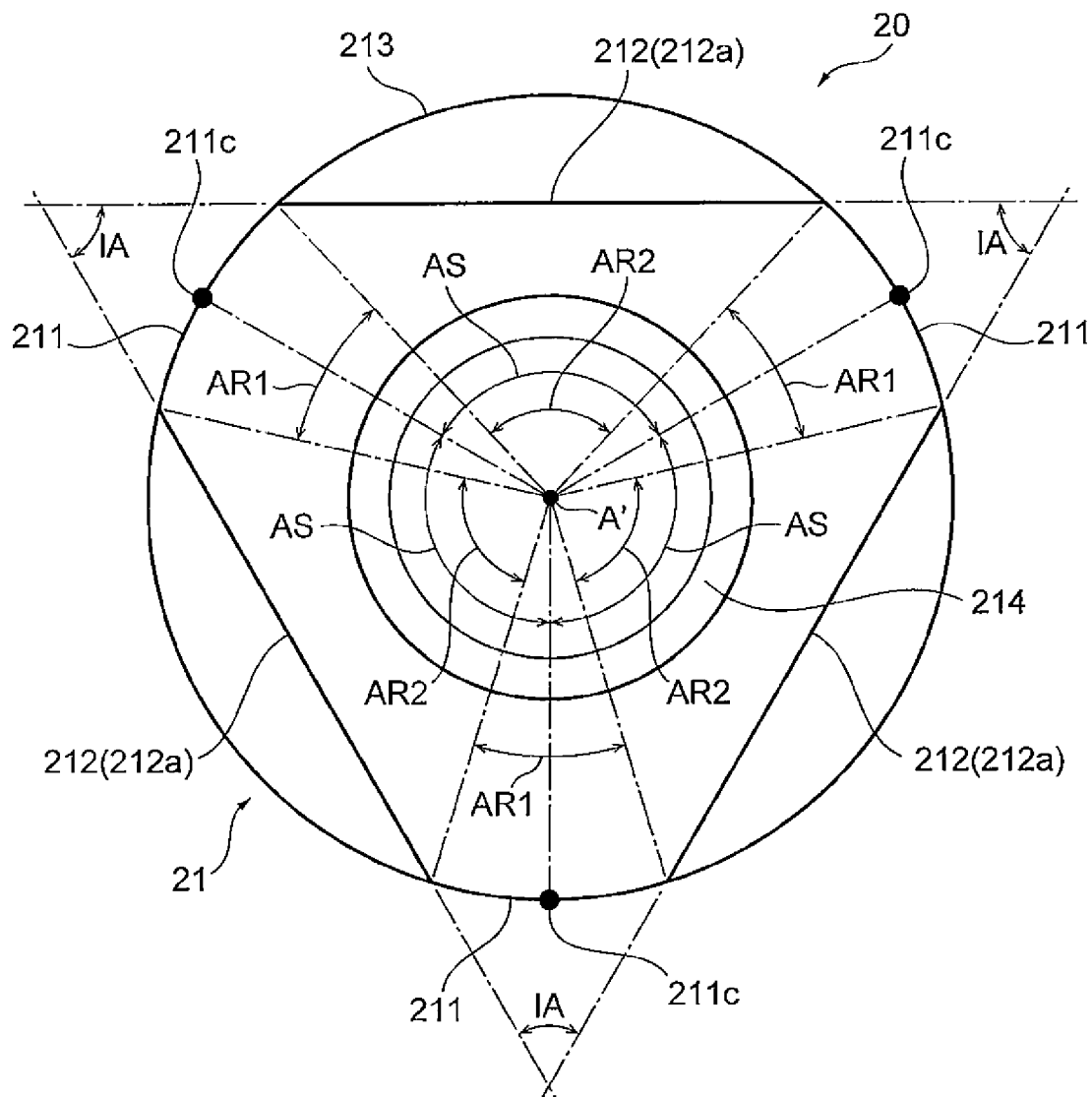
[図1]



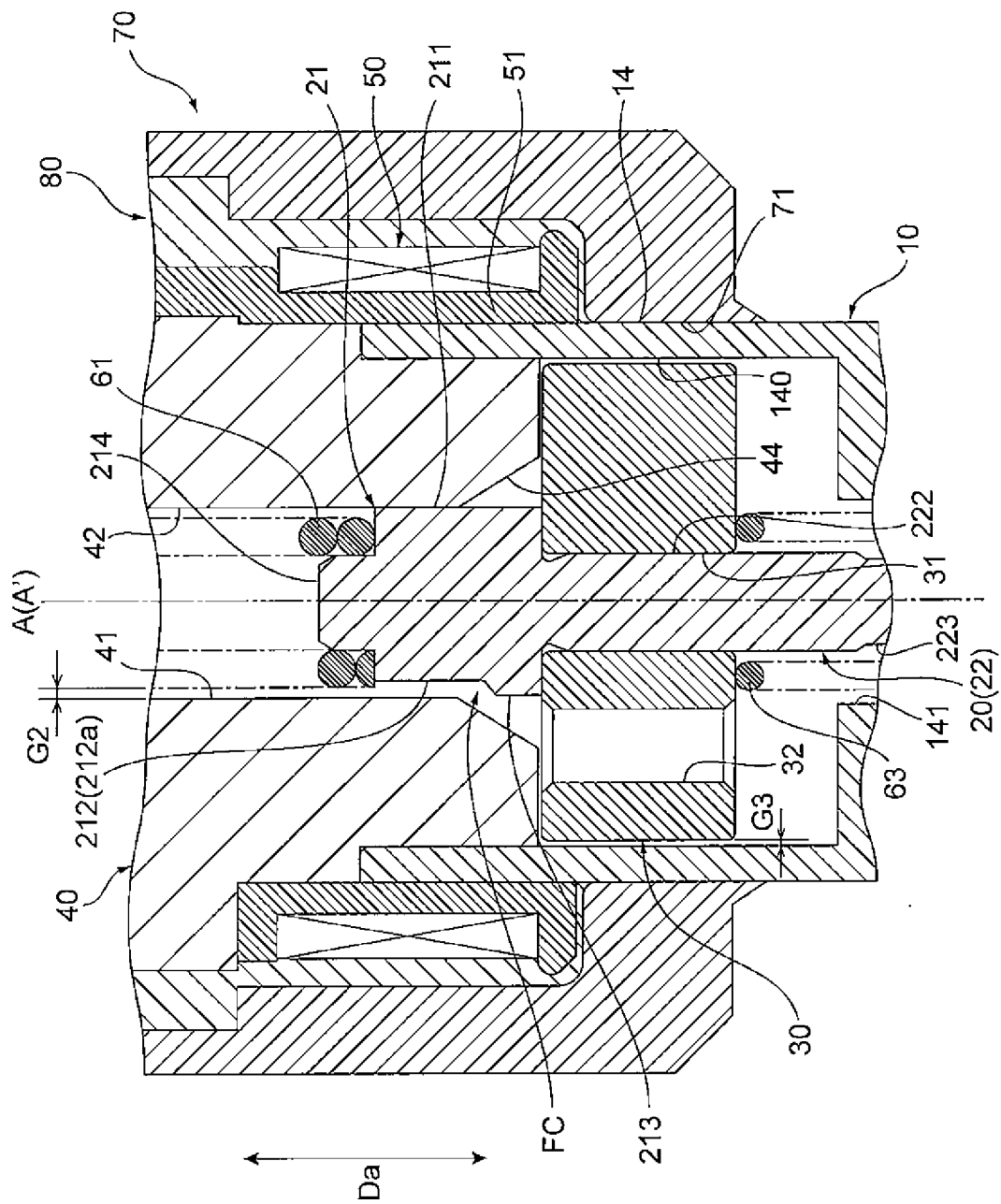
[図2]



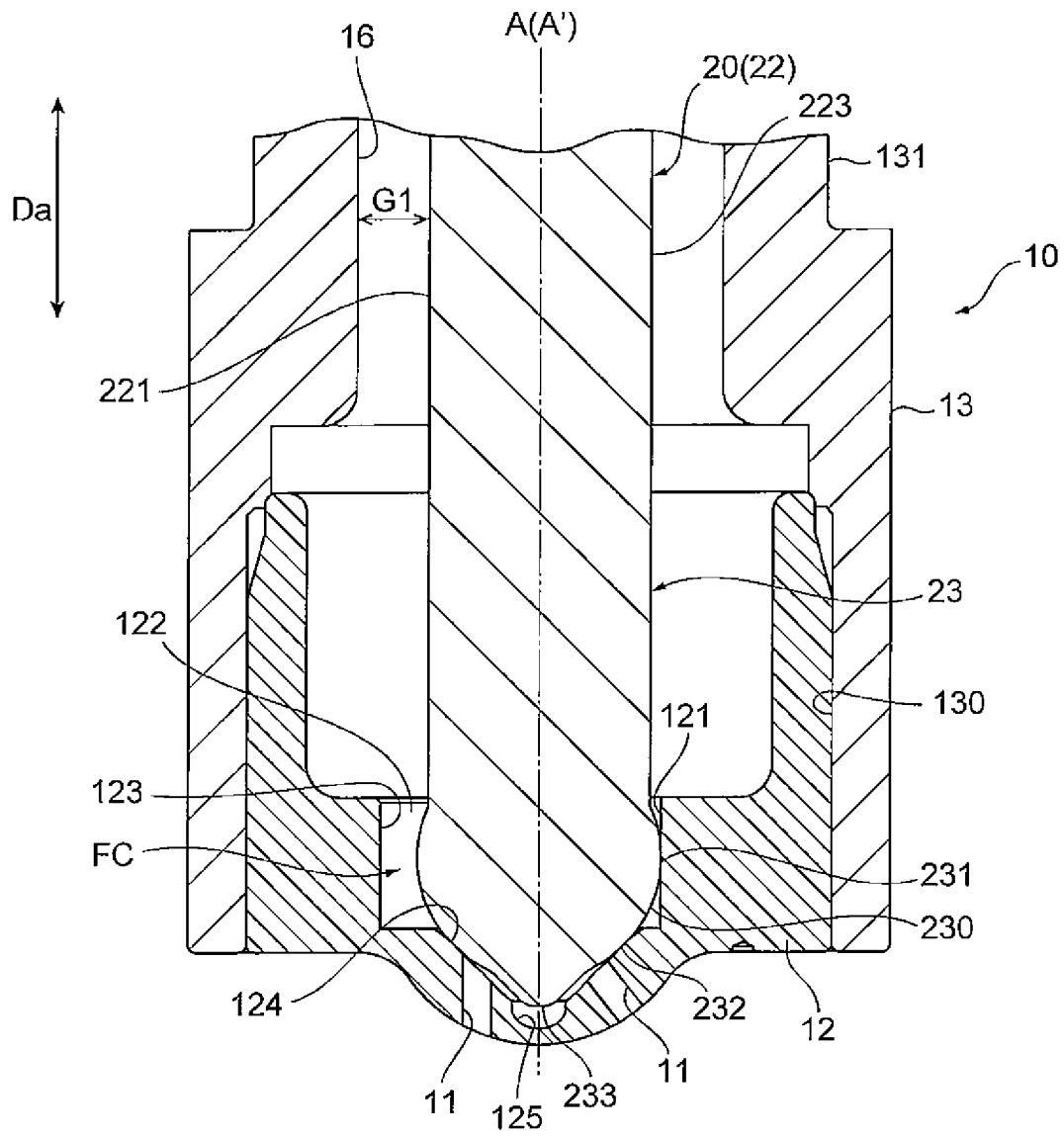
[図3]



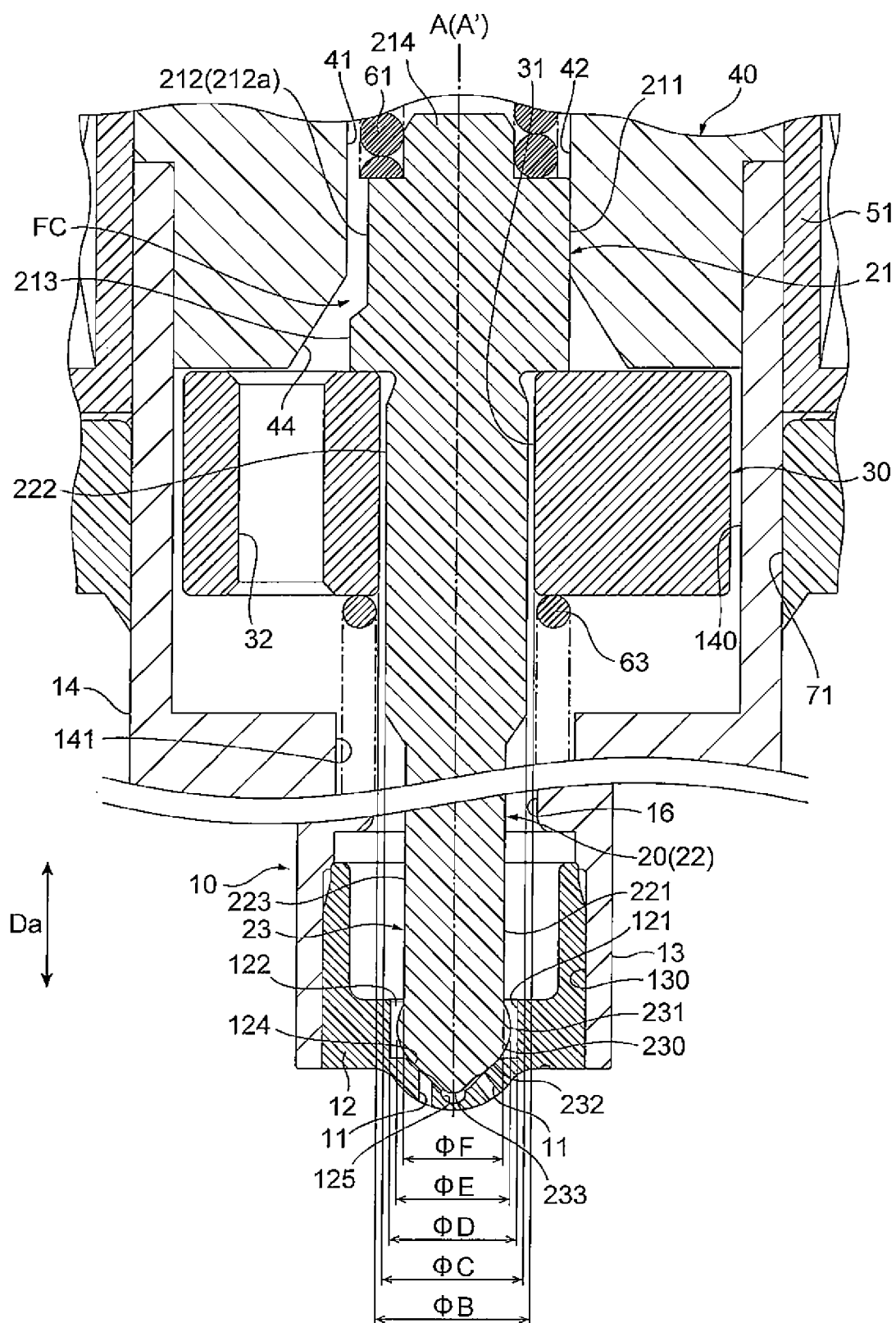
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02M47/02 (2006.01) i, F02M47/00 (2006.01) i, F02M61/10 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F02M47/02, F02M47/00, F02M61/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-200011 A (DENSO CORP.) 01 December 2016, paragraphs [0017]-[0029], [0077], fig. 1-2, 9 & US 2018/0080420 A1, paragraphs [0032]-[0046], [0100], fig. 1-2, 9 & WO 2016/163110 A1 & CN 107407240 A	1-15
Y	JP 2018-109414 A (DENSO CORP.) 12 July 2018, paragraphs [0017]-[0029], [0077], fig. 1-2, 9 (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 November 2019 (13.11.2019)

Date of mailing of the international search report
26 November 2019 (26.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031318

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/188765 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 27 November 2014, paragraph [0024], fig. 1 & JP 2014-227958 A & US 2016/0097358 A1, paragraph [0034], fig. 1 & EP 3006720 A1 & CN 105431626 A	1-15
Y	JP 2008-31853 A (DENSO CORP.) 14 February 2008, paragraphs [0035]-[0036], fig. 7 & DE 102007000353 A1	7-9
Y	JP 2016-48064 A (DENSO CORP.) 07 April 2016, paragraphs [0099]-[0103], fig. 21-22 & US 2017/0218907 A1, paragraphs [0148]-[0153], fig. 21-22 & WO 2016/031125 A1 & CN 106574586 A	7-9
Y	WO 2016/042869 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 24 March 2016, paragraphs [0016], [0116]-[0117], fig. 16 & US 2017/0292488 A1, paragraphs [0038], [0138]-[0139], fig. 16 & CN 107076076 A	7-9
Y	JP 2013-72298 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 22 April 2013, paragraph [0029], fig. 1-2, 4, 6-7 & US 2013/0075501 A1, paragraph [0037], fig. 1-2, 4, 6-7 & EP 2574768 A1 & CN 103016226 A	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02M47/02(2006.01)i, F02M47/00(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02M47/02, F02M47/00, F02M61/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-200011 A（株式会社デンソー）2016.12.01, 段落 0017-0029, 0077, 図 1-2, 9 & US 2018/0080420 A1, paragraphs0032-0046, 100, FIG. 1-2, 9 & WO 2016/163110 A1 & CN 107407240 A	1-15
Y	JP 2018-109414 A（株式会社デンソー）2018.07.12, 段落 0017-0029, 0077, 図 1-2, 9（ファミリーなし）	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.11.2019

国際調査報告の発送日

26.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

稲村 正義

3G

9141

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2014/188765 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2014. 11. 27, 段落 0024, 図 1 & JP 2014-227958 A & US 2016/0097358 A1, paragraph0034, FIG. 1 & EP 3006720 A1 & CN 105431626 A	1-15
Y	JP 2008-31853 A (株式会社デンソー) 2008. 02. 14, 段落 0035-0036, 図 7 & DE 102007000353 A1	7-9
Y	JP 2016-48064 A (株式会社デンソー) 2016. 04. 07, 段落 0099-0103, 図 21-22 & US 2017/0218907 A1, paragraphs0148-0153, FIG. 21-22 & WO 2016/031125 A1 & CN 106574586 A	7-9
Y	WO 2016/042869 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2016. 03. 24, 段落 0016, 0116-0117, 図 16 & US 2017/0292488 A1, paragraph0038, 0138-0139, FIG. 16 & CN 107076076 A	7-9
Y	JP 2013-72298 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2013. 04. 22, 段落 0029, 図 1-2, 4, 6-7 & US 2013/0075501 A1, paragraph0037, FIG. 1-2, 4, 6-7 & EP 2574768 A1 & CN 103016226 A	9