(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
2018年7月26日(26.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/135264 A1

(51) 国際特許分類:
F02M 51/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/046875

(22) 国際出願日： 2017年12月27日(27.12.2017)

(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 2017-009088 2017年1月23日(23.01.2017) JP

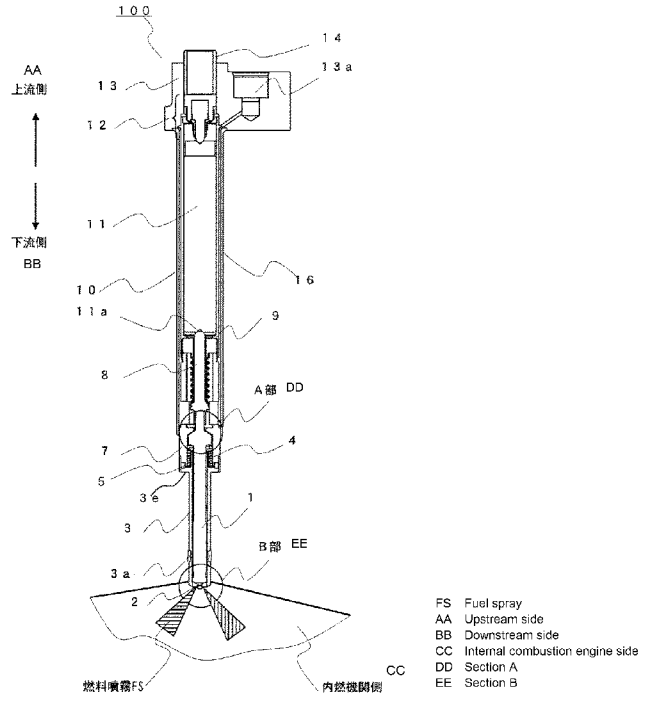
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 安川 義人 (**YASUKAWA Yoshihito**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 石川 亨(**ISHIKAWA Tohru**); 〒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). 三冨士 政徳(**MIFUJI Masanori**); 〒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). 古舘 仁(**FURUDATE Hitoshi**); 〒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). 飯塚 智(**IIZUKA Akira**); 〒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).

(54) **Title:** FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称： 燃料噴射弁

[図1]



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a fuel injection valve which reduces pressure loss. The fuel injection valve of the present invention has been configured so as to be equipped with a downstream-side valve seat, an upstream-side valve seat positioned to the upstream side of the downstream-side valve seat, and a valve body which closes a fuel passage by coming into contact with the downstream-side valve seat or the upstream-side valve seat and opens the fuel passage by separating from the downstream-side valve seat and the

WO 2018/135264 A1

［続葉有］

吉村 一樹(YOSHIMURA Kazuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (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, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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)）

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。（規則48.2(h)）

upstream-side valve seat, and so that the diameter φ_{S1} of the downstream-side valve seat is in the range of 3.0–4.5 mm and the diameter φ_{S2} of the upstream-side valve seat is in the range of 2.5–4.5 mm.

(57) 要約：本発明の目的は、圧力損失を低減する燃料噴射弁を提供することである。そのため、本発明は、下流側弁座と、前記下流側弁座の上流側に位置する上流側弁座と、前記下流側弁座または前記上流側弁座に当接することによって燃料通路を閉じ、前記下流側弁座および前記上流側弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、を備え、前記下流側弁座の直径φ_{S1}が３．０～４．５ｍｍの範囲内にあるとともに、前記上流側弁座の直径φ_{S2}が２．５～４．５ｍｍの範囲内にあるように燃料噴射弁を構成した。

明　細　書

発明の名称 ： 燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関に用いられる燃料噴射弁であって、電圧の印加により全長が伸長する圧電素子を有し、圧電素子の全長の伸縮により弁体の開閉を行う燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0002] 特許文献には、通電の開始により圧電素子の伸びを直接弁体に伝えて、弁体を押すときに弁体先端部が弁座から離れることで、燃料流路を形成し、ここから燃料を噴射し、通電が終了すると弁体に備えられたスプリングの力により、弁体は引き戻され、弁座と当接し、燃料流路が閉鎖して燃料噴射を終了する構造を有した燃料噴射装置について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００２－３１０１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、圧電素子は電圧を印加すると伸長する構造であるために、直接弁体を動作させる場合、弁体を押すことになり、弁体が押しだされて形成される隙間から燃料を噴射する構造となる。弁体先端は円錐形状が一般的であり、生成される噴霧は傘状噴霧となる。一般的に用いられる電磁方式燃料噴射装置の機能である通電して直接弁体を引き上げて、燃料を多噴孔より噴霧する燃料噴射装置と比較すると、噴霧形状の自由度が少なく、燃焼性能の改善には限界がでてくる。

[0005] 燃料噴射装置において、燃料が通過する弁座部の構造が適切でない状態においては圧力損失が大きく生じてしまい、噴射装置からの噴霧の微粒化性能が損なわれるという問題があった。そこで本発明は、圧力損失を低減する燃

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

[0006] 上記課題を解決するために本発明は、下流側弁座と、前記下流側弁座の上流側に位置する上流側弁座と、前記下流側弁座または前記上流側弁座に当接することによって燃料通路を閉じ、前記下流側弁座および前記上流側弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、を備え、前記下流側弁座の直径ϕ_{S1}が３．０～４．５ｍｍの範囲内にあるとともに、前記上流側弁座の直径ϕ_{S2}が２．５～４．５ｍｍの範囲内にあるように燃料噴射弁を構成した。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、圧力損失を低減する燃料噴射弁を提供することが可能となる。上記以外の本発明の構成、作用、効果については、以下の実施例において詳細を説明する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施例に係る燃料噴射弁の構成を示す断面図である。

[図2A]図１の弁体上流側シート部１ａ（図１のＡ部）の近傍を拡大して示す拡大断面図である。

[図2B]図１の弁体下流側シート部１ｂ（図１のＢ部）の近傍を拡大して示す拡大断面図である。

[図3]図１のベローズ体８の近傍を拡大して示す拡大断面図である。

[図4]図１のダンパー体１２の近傍を拡大して示す拡大断面図である。

[図5]各条件における弁体上流側シート部１ａの状態を示した拡大断面図である。

[図6]各条件における弁体下流側シート部１ｂの状態を示した拡大断面図である。

[図7A]本発明に係る燃料噴射弁１００の印加電圧と、弁体上流側シート部１ａ及び弁体下流側シート部１ｂの各弁座との当接状態との関係を示す図である。

[図7B]図８Ａに示す弁体上流側シート部１ａ及び弁体下流側シート部１ｂの

各弁座との当接状態を示す図である。

[図8]本発明の一実施例に係る燃料噴射装置の燃料圧力と噴霧粒径の関係を示す図である。

[図9]本発明の一実施例に係る燃料噴射装置における内燃機関から排出されるすす物質排出量と燃料圧力の関係を示す図である。

[図10]本発明の一実施例に係る燃料噴射弁１００の弁体１に作用する力関係を示した図である。

[図11]本発明の一実施例に係る燃料噴射弁１００のベローズ体８の組付け方法の詳細を示した図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明者らは、従来の課題を改善するために、圧電素子の伸縮を直接弁体に伝えて駆動させ、且つ、弁体が弁座から引上げられる機構を設け、燃料を噴孔から噴射する燃料噴射装置を開発した。以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

実施例

[0010] 本発明の燃料噴射装置の実施形態について図１乃至図１１を用いて説明する。本実施例の目的は、圧電素子の伸縮を直接弁体に伝えて駆動させ、且つ弁体が弁座から引上げられたときに燃料を噴射する燃料噴射装置において、燃料の圧力損失を低減し種々の寸法関係を最適に設定することである。本実施例によれば、燃料に作用する圧力損失を低減できることから、噴霧性能の悪化を抑制することが可能となる。

[0011] 図１は、本発明の一実施例に係る燃料噴射弁１００の構成を示す断面図である。図２Ａは、図１の弁体上流側シート部１ａ（図１のＡ部）の近傍を拡大して示す拡大断面図である。図２Ｂは、図１の弁体下流側シート部１ｂ（図１のＢ部）の近傍を拡大して示す拡大断面図である。図３は、図１のベローズ体８の近傍を拡大して示す拡大断面図である。図４は、図１のダンパー体１２の近傍を拡大して示す拡大断面図である。

[0012] 本発明の一実施例に係る燃料噴射弁１００の構成について、図１を参照し

て説明する。なお、以下の説明において、上流側及び下流側は、燃料の流れ方向における上流側及び下流側を表す。また、燃料噴射弁１００の噴孔２ｂが設けられる側の端部を先端部（先端側の端部）と呼び、先端部に対して反対側の端部を基端部（基端側の端部）と呼ぶ。先端部は下流側の端部であり、基端部は上流側の端部である。また、説明の中で使用する上下方向を、図１に基づいて定義する。すなわち、基端部は先端部に対して上方にあり、先端部は基端部に対して下方にある。この上下方向は説明を簡便にするために定義するものであり、燃料噴射弁１００の実装状態における上下方向とは関係が無い。

[0013] 図１、図２Ｂに示すように、ノズル体３の下流側（先端側又は内燃機関側）には、ノズル体３と同軸上に下流側弁座部材（先端側弁座部材）２が接合されている。弁体１は下流側弁座部材２の上流側に配設されている。弁体１はノズル体３に内包され、ノズル体３に対して同軸状に配設されている。そして弁体１は、ノズル体３の内部で、ノズル体３の中心軸線１００Ａに沿う方向に、移動可能に設けられている。すなわち弁体１は、軸方向に変位可能に構成されている。さらに弁体１は、軸方向において燃料の流れる方向の上流側に配設された弁体上流側シート部１ａと、下流側に配設された弁体下流側シート部１ｂとを有する。なおノズル体３の中心軸線は、燃料噴射弁１００の中心軸線１００Ａに一致し、中心軸線１００Ａと同軸に構成されている。

[0014] 図１、図２Ａに示すように、ノズル体３と弁体１との間には、弁体１を上流側（基端側）に向けて付勢する第一付勢部材４が設置される。すなわち第一付勢部材４は、弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａと当接する方向に弁体１を付勢する。本実施例の場合、第一付勢部材４はコイルスプリングで構成している。

[0015] 図１、図３に示すように、弁体１の上流側には、燃料を封止するベローズ体（シール体）８が設けられている。ベローズ体８の上流側には、駆動素子１１が弁体１及びベローズ体８と同軸上に位置するように設けられている。

すなわち駆動素子１１は、弁体上流側シート部１ａに対して弁体下流側シート部１ｂが設けられた側とは反対側に設けられている。駆動素子１１が収容された空間はベローズ体８により封止され、駆動素子１１は燃料から遮蔽されている。

[0016] 図１、図４に示すように、駆動素子１１の上流側には構成部品の線膨張を相殺するためのダンパー体１２が配設されている。ダンパー体１２の上流側には、ダンパー体１２の位置を固定する固定部品１４が配設されている。駆動素子１１及びベローズ体８の外周にはケーシング体１６が設けられ、駆動素子１１及びベローズ体８はケーシング体１６に内包されている。ケーシング体１６は二重円管構造を有し、二重円管で形成される隙間（内側の円管と外側の円管との間の隙間）に燃料通路を形成している。ケーシング体１６の上流側に上部ケーシング１３が接合されている。

[0017] 燃料は、上部ケーシング１３の燃料供給口１３ａから供給され、ケーシング体１６が有する燃料通路を通り、弁体１の弁体上流側シート部１ａに至る。弁体上流側シート部１ａを通過した燃料は、弁体１とノズル体３との隙間を流れて、弁体１の弁体下流側シート部１ｂに至る。弁体下流側シート部１ｂを通過した燃料は噴孔２ｂから燃料噴射弁１００の外部、例えば内燃機関に噴射され、燃料噴霧ＦＳが生成される。

[0018] 次に各部の構造について、詳細に説明する。

図２Ｂに示すように、下流側弁座部材２は下流側弁座２ａと噴孔２ｂとを有する。噴孔２ｂは下流側弁座２ａの下流側に設けられる。下流側弁座２ａに弁体１の弁体下流側シート部１ｂが当接することにより、下流側弁座２ａと弁体下流側シート部１ｂとの間の燃料通路が閉じられて閉弁し、下流側弁座２ａから弁体下流側シート部１ｂが離間することにより、下流側弁座２ａと弁体下流側シート部１ｂとの間の燃料通路が開かれて開弁する。

このように弁体下流側シート部１ｂは、下流側弁座２ａに当接する当接部を構成する。弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ａに当接することにより下流側燃料通路が閉じられ、弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ａから

離間することにより下流側燃料通路が開かれる。

[0019] 弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ａから離間することにより、下流側弁座２ａと弁体下流側シート部１ｂとの間の燃料通路を流下した燃料は、噴孔２ｂから噴射される。

このとき噴孔２ｂは、噴射した燃料が所望の噴霧を形成することができるように、形状（形、断面積、長さ等）や数が決められている。噴孔２ｂが形成される下流側弁座部材２は、必要とされる噴霧を形成するための部品である。

[0020] 下流側弁座部材２はノズル体３の下流側端部の内周側に挿入されて固定されている。下流側弁座部材２は下流側端部の外面側に球状凸形状部２ｃを有し、内側に円錐面又は球面に形成された内面２ｄを有している。下流側弁座２ａは下流側弁座部材２の内面２ｄに形成されている。

[0021] 燃料を噴射するための噴孔２ｂは、球状凸形状部２ｃの箇所に１箇所以上開口される。

この噴孔２ｂは球状凸形状部２ｃの外面から内側の円錐面又は球面２ｄまで貫通している。噴孔２ｂは、中心軸線２ｂＡ方向に単一の直径で形成される場合と、直径が異なる複数の孔を中心軸線２ｂＡ方向に連結した段付きの形状で形成される場合とがある。本実施例の噴孔２ｂは、２つの孔を連結した形状であり、下流側の孔の直径が上流側の孔の直径よりも大きい。しかし噴孔２ｂの形状は、この形状に限定される訳ではなく、その他の形状であってもよい。

[0022] 下流側弁座部材２の円錐面又は球面２ｄには弁体１の弁体下流側シート部１ｂが衝突するために、高硬度、溶接性、機械的特性の良好な材料（例えば、ＳＵＳ４２０Ｊ２の熱処理材）で製作する。

[0023] 弁体１は、内燃機関へ燃料が洩れることを防止するために、弁体１の上流側部分と下流側部分とに分けられ、各部分に外方に向かって凸形状となる略球面状のシート部を具備する。弁体１の上流側部分に設けられる球面状シート部が弁体上流側シート部１ａであり、弁体１の下流側部分に設けられる球

面状シート部が弁体下流側シート部１ｂである。

[0024] 図２Ａ、図３に示すように本実施例では、弁体１の上流側端部に弁体中間部材１ｃとの嵌合凸部１ｅが設けられている。このため、弁体上流側シート部１ａは弁体１の上流側端部よりも少し下流側（先端側）に寄った位置に設けられている。弁体上流側シート部１ａには弁体１の衝突力が加わるので、嵌合凸部１ｅのように外径が細い箇所とのつなぎ部１ｄにはＲ部を形成し、衝撃による応力を緩和する構造にするとよい。一方、弁体下流側シート部１ｂは弁体１の下流側端部に設けられている。弁体１の詳細動作は図５にて説明する（後述）。

[0025] 図２Ｂに示すように、弁体１はノズル体３の内面との摺動部１８を１箇所以上有している。摺動部１８は円筒形を一部切り欠き、流路を形成することもある。弁体１の弁体下流側シート部１ｂは下流側弁座部材２のテーパー面に衝突するために、高硬度、溶接性、機械的特性も良好な材料（例えば、ＳＵＳ４２０Ｊ２の熱処理材）で製作する。

[0026] ノズル体３は弁体１を内包し、その内周面で、弁体１を中心軸線１００Ａに沿う方向に摺動可能に案内する。ノズル体３は噴霧位相を決めるため、下流側弁座部材２との接合時の位置あわせに必要な形状（例えば平面）を具備する。ノズル体３の先端部近傍の外周面には、内燃機関で発生する燃焼ガスをシールするため、シール部材１９を取り付ける溝３ａが１つ以上形成される。なお、弁体１の摺動部１８はノズル体３の内径に接触摺動する面の一部を切り欠いて、燃料の流路を形成することも出来る。

[0027] 図１に示すように、ノズル体３には上流側端部に径方向外方に拡大した、フランジ部（拡径部）３ｅが設けられている。このフランジ部３ｅに第一付勢部材４とリフト量の微調整に用いる円環状の調整リング５とを組付ける。

[0028] 図１、図２Ａに示すように、第一付勢部材４は、弁体１を上流方向に付勢するための部品である。第一付勢部材４の内径は、弁体１の外径より大きく、且つ第一付勢部材４の外径は第一ケーシング７の内径よりも小さく設定する。第一付勢部材４はノズル体３及び弁体１と同軸上に組付けられる。第一

付勢部材４の一方の端面は、ノズル体３のフランジ部３ｅの上流側（基端側）の端面に着座している。一方、第一付勢部材４の他方の端面は弁体１の弁体上流側シート部１ａのフランジ部１ａａの下面（弁体上流側シート部１ａとは反対側の面）に着座している。このために弁体上流側シート部１ａは弁体１の軸方向における中央部分の直径よりも大きな直径を有している。すなわち、弁体１は弁体上流側シート部１ａが設けられる部分で拡径しており、この拡径した部分の下端面に第一付勢部材４の他方の端面が着座している。第一付勢部材４は、倒れを防止するために、両端面を研磨する。また、第一付勢部材４には、腐食に強く、バネ定数が大きいＳＵＳ６３１等の材質が用いられる。

[0029] リフト量調整リング５の詳細は下記のとおりである。弁体１、ノズル体３及び下流側弁座部材２の部品公差によって寸法ばらつきが生じるため、必要とするリフト量（１００μｍ程度）が得られるように、各部品の寸法ばらつきを調整する必要がある。そこで、リング幅Ｗ（図１参照）の公差を厳しく管理したリフト量調整リング５で、弁体１、ノズル体３及び下流側弁座部材２の部品公差によって生じる寸法ばらつきを調整する。図１に示すように、リフト量調整リング５はノズル体３のフランジ部３ｅに一方の端面を、他方の端面を第一ケーシング７に当接して、固定される。リフト量調整リング５は、弁体１の弁体下流側シート部１ｂと下流側弁座部材２の下流側弁座２ａとの間に形成される隙間の実寸法と必要リフト量との差分をリフト量調整リング５の板厚Ｗで調整し、必要リフト量が得られるようにする。

[0030] 図２Ｂに示すように、下流側弁座部材２の下流側弁座２ａ、つまり、弁体下流側シート部１ｂが当接する当接部の直径がϕ_{S1}で定義される。また、下流側弁座部材２の軸方向断面図において、対称に配置される下流側弁座２ａにより形成されるシート角度がθ_1を有している。また、動作は後述するが、燃料噴射装置１００が動作するときの下流側弁座２ａからの弁体１の変位量はSt_1となっている。

[0031] 第一ケーシング７は、第一付勢部材４を内包し、弁体上流側シート部１ａ

と協働して機関停止時の燃料封止を行なう部品である。第一ケーシング７は弁体上流側シート部１ａと当接する上流側弁座７ａを有している。第一ケーシング７をノズル体３に組付けると、弁体１の弁体上流側シート部１ａは、先に組付けた第一付勢部材４の力により、第一ケーシング７の上流側弁座７ａに当接した状態となる。弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａに当接することにより上流側燃料通路が閉じられ、弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａから離間することにより上流側燃料通路が開かれる。

[0032] 図３に示すように、第一ケーシング７の上流側には、ベローズ体８を支える構造を有している。例えば、第一ケーシング７とベローズ体８の上側金具８ｂとの間に支持部位７ｂを設けて、ベローズ体８が支持される構造とする。支持部位は第一ケーシング７と一体でも別体でもよい。本実施例では、支持部位７ｂを第一ケーシング７と一体にした構成について説明する。

[0033] 第一ケーシング７の支持部位７ｂの下部に切欠き部（開口部）７ｃを設けて燃料流れＦＦの流路としている。弁体１の上端部には、嵌合凸部１ｅに下端部を嵌合した弁体中間部材１ｃが連結されている。弁体中間部材１ｃは弁体１と駆動素子１１との間を中継する中継部材である。ベローズ体８の下端部と弁体中間部材１ｃの拡径部１ｃｂとをレーザ溶接で接合するために、第一ケーシング７にはビームを通すための貫通部（本実施例では切欠き部７ｃ）を設けている。第一ケーシング７は高い燃料圧力が印加されるので、許容耐力が大きく、且つ溶接性の優れた材料（例えば、ＳＵＳ６３０といった析出硬化系ステンレス鋼）で製作される。

[0034] 図１に示す溶接リング６は、ノズル体３と第一ケーシング７とを溶接するための部品である。溶接リング６はノズル体３と第一ケーシング７とに対して圧入により仮固定され、その後溶接にて完全固定される。

[0035] この箇所は、燃料の圧力が印加されるために、溶接長は０．５ｍｍ以上確保する必要がある。溶接リング６は高い燃料圧力が印加されるので、許容耐力が大きく、且つ溶接性の優れた材料（例えば、ＳＵＳ６３０といった析出硬化系ステンレス鋼）で製作される。

[0036] 図２Ｂに示すように、第一ケーシング７の上流側弁座７ａ、つまり、弁体上流側シート部１ａが当接する当接部の直径がϕ_Sで定義される。また、第一ケーシング７の軸方向断面図において、対称に配置される上流側弁座７ａにより形成されるシート角度がθ_2を有している。また、動作は後述するが、燃料噴射装置１００が動作するときの上流側弁座７ａからの弁体１の変位量はSt_2となっている。

[0037] 燃料噴射装置１００において、供給圧力Ｐｉに対して、途中の燃料通路においての圧力損失が大きいと噴射される圧力が小さくなり、噴霧の微粒化性能が抑制され、内燃機関より排出されるすすの排出量が増大する。燃料噴射装置において、燃料の圧力損失が大きくなるすなわち、燃料の流速が上がる狭窄部は、弁シート部となっている。

[0038] そこで、本実施例の燃料噴射弁は、下流側弁座２ａと、下流側弁座２ａの上流側に位置する上流側弁座７ａと、下流側弁座２ａまたは上流側弁座７ａに当接することによって燃料通路を閉じ、下流側弁座２ａおよび上流側弁座７ａから離れることによって燃料通路を開く弁体１と、を備えている。そして、下流側弁座２ａの直径をϕ_{S1}、下流側弁座２ａと弁体１（弁体下流側シート部１ｂ）との当接面における下流側弁座２ａのシート角度をθ_1、上流側弁座７ａの直径をϕ_{S2}、上流側弁座７ａと弁体１（弁体上流側シート部１ａ）との当接面における上流側弁座７ａのシート角度をθ_2、燃料通路の入口に流入する燃料の圧力をPi、燃料密度をρ、流量をQとする。この場合に、燃料噴射時において下記の（数１）を満たすように下流側弁座２ａからの弁体１のリフト量St_1、及び上流側弁座７ａからの弁体１のリフト量St_2が制御される。

[0039] [数1]

$$0.4Pi_1 < 0.175\left(\left(\frac{Q}{\phi_{S1}\pi St_1 \cos\theta_1}\right)^2 + \left(\frac{Q}{\phi_{S2}\pi St_2 \cos\theta_2}\right)^2\right)$$

[0040] これにより燃料通路においての圧力損失が小さくなり噴射される圧力が大きくなることから、噴霧の微粒化性能が抑制されることなく、内燃機関より排出されるすすの排出量を低減することが可能である。

[0041] 図３、図１１に示すベローズ体８は燃料が駆動素子１１側に流入しないよう、駆動素子１１の収容室と燃料流路部とを遮断する部品である。ベローズ体８は蛇腹状部材（蛇腹部材）８ａと上側金具８ｂとで構成される。蛇腹状部材８ａの上流側端部は上側金具８ｂと溶接により接合され、また蛇腹状部材８ａの下流側端部は弁体中間部材１ｃの下部に形成された拡径部１ｃｂの外周面と溶接により接合されている。

[0042] 上側金具８ｂは、中心部に貫通孔８ｂａが形成され、空洞となっている。空洞８ｂａは、蛇腹状部材８ａを上側金具８ｂに溶接すると、蛇腹状部材８ａの内側の空間を駆動素子１１の収容室に連通させる貫通孔となっている。弁体中間部材１ｃは蛇腹状部材８ａの内部を貫通して、上側金具８ｂの上端面から突出し、駆動素子１１と線接触で接合されている。すなわち蛇腹状部材８ａは、弁体中間部材１ｃの径方向外方に設けられ、弁体中間部材１ｃを内包する。なお蛇腹状部材８ａは、自然長（自然な状態での長さ）となる初期状態から圧縮した状態で、燃料噴射弁１００に組み付けられている。

[0043] 本実施例では、駆動素子１１は下端面に円錐状の凹部１１ａを具備している。また弁体中間部材１ｃは、上端部が略球形に形成されている。弁体中間部材１ｃの略球形の上端部が凹部１１ａの開口縁と当接することで、弁体中間部材１ｃは駆動素子１１と線接触で接合される。ベローズ体８は初期に圧縮状態としておくことで、耐久性が増加する。そのため、ベローズ体８に圧縮を加えるために、第一ケーシング７の突当て部に隙間８ｄ（図１１参照）を設けている。ベローズ体８の初期圧縮についての詳細は、図１１を用いて後述する。

[0044] なお図３に示すように、上側金具８ｂの下面側の外周部には、蛇腹状部材８ａの圧縮量を調整するための部品として、ベローズリング１５が設けられる。ベローズ体８の寸法は、ベローズの製作方法や接合により、ばらつきが大きく、必要とする蛇腹状部材８ａの圧縮量がばらつく。そのため、ベローズリング１５の厚さを調整して、蛇腹状部材８ａの圧縮量を調整することができる機構を設けた。

[0045] 第二ケーシング９は、二重円管構造を有するケーシング体１６の内側の円管部材（筒状部材）を構成する部品であり、駆動素子１１の周方向の位置とベローズ体８の圧縮量を保持し、燃料流路を構成する部品である。第二ケーシング９の下流側端部の内周面に設けた径方向内方に向かって突出する凸部９ｂでベローズ体８の上側金具８ｂを下方に押し、ベローズ体８を圧縮する。この状態でベローズ体８の上側金具８ｂの外周と第二ケーシング９の外周は重ねあわせ溶接で接合する。第二ケーシング９の上流側端部の外周面には、図５に示すように、径方向外方に向かって突出するフランジ状突起（環状突起）９ａがあり、フランジ状突起９ａで上部ケーシング１３との位置あわせを行なう。

[0046] 第二ケーシング９は高い燃料圧力が印加されるので、許容耐力が大きく、且つ溶接性の優れた材料（例えば、ＳＵＳ６３０といった析出硬化系ステンレス鋼）で製作される。

[0047] 上部ケーシング１３には、第二ケーシング９、第三ケーシング１０、ダンパー体１２及び固定部品１４の取付け穴が同軸上に形成され、段付きの孔１２ｅを形成している。燃料供給口１３ａは第二ケーシング９と第三ケーシング１０とを取り付ける穴とは同軸上に構成されていない。なお第三ケーシング１０は、二重円管構造を有するケーシング体１６の外側の円管部材（筒状部材）を構成する部品であり、第二ケーシング９と共に燃料流路を構成するための部品である。

[0048] 図４に示すように、上部ケーシング１３の下流側端面から取付け穴１２ｅに第二ケーシング９及び第三ケーシング１０を挿入する。第二ケーシング９にはフランジ状突起９ａが設けてあり、第三ケーシング１０にはフランジ状突起１０ａが設けてある。フランジ状突起９ａ及びフランジ状突起１０ａは、それぞれ上部ケーシング１３の取付け穴１２ｅに当接した状態で位置が固定された後、全周が溶接される。なお、固定及び溶接は、第二ケーシング９、第三ケーシング１０の順番で行う。

[0049] 上部ケーシング１３は高い燃料圧力が印加されるので、許容耐力が大きく

、且つ溶接性の優れた材料（例えば、ＳＵＳ６３０といった析出硬化系ステンレス鋼）で製作される。

[0050] 駆動素子１１は、弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ｃと当接する方向に、弁体１を移動させるための部品である。前述の通り、駆動素子１１の下流側端面（下端面）１１ａは弁体中間部材１ｃと当接している。駆動素子１１の下流側端面１１ａは円錐状の凹部を具備し、下流側端面１１ａと同様、当接部の面圧を低減させ、磨耗を防ぐ。上流側端面も円錐状の凹部１１ｂを具備しているが、円錐状の凹部を具備している別部材を上流部端面に組付けることもできる。駆動素子１１は電圧を印加されると、全長が伸びる。駆動素子１１の一例である圧電素子の場合、薄いセラミックス製の素子を積層して構成され、電圧を印加すると数μｍから数十μｍ全長が伸びる。素子は両端部を金属製の蓋で固定され、素子の外周は伸縮できる形状の金属ケーシングにて覆われる。セラミックス製の圧電素子では、金属に比べて非常に線膨張率が低く、ステンレス鋼の１／１０程度となる。

[0051] 第三ケーシング１０の上流側端面はフランジ状突起１０ａになっている。第三ケーシング１０の下流側端面から１０ｍｍほど上流側までの内径は、第一ケーシング７の外径と同じだが、それより上流側では第一ケーシング７の外径よりも１ｍｍ以上大きくなる。第三ケーシング１０の内周にノズル体３を下流側端部から挿入するようにして、第三ケーシング１０を上部ケーシング１３に組み付ける。第三ケーシング１０のフランジ状突起１０ａを、上部ケーシング１３の取付け穴１２ｅに突き当てて固定し、上部ケーシング１３と第三ケーシング１０のフランジ状突起１０ａの外周とを溶接する。

[0052] また、第三ケーシング１０の下流側内径部と第一ケーシング７の上流側外径部とは圧入となっており、第三ケーシング１０の下流側と第一ケーシング７の上流側とを重ねあわせて、溶接で全周を接合する。これにより、第二ケーシング９の外径（外周）と第三ケーシング１０の内径（内周）の間が隙間となり、ここを燃料が流れる。

[0053] ダンパー体１２は、部品間の線膨張率の差を相殺するための部品である。

ダンパー体１２は駆動素子１１の上流側に位置している。ダンパー体１２は先端側の端部に略球状（半球状）になっている突起部１２ｃを具備しており、駆動素子１１の上流側端面に具備された円錐状の凹部１１ｂと当接している。

[0054] ダンパー体１２はシリンダ１２ｂとプランジャ１２ａとダイアフラム１２ｄとから構成されており、シリンダ１２ｂとプランジャ１２ａとダイアフラム１２ｄとの間には油が封入されている。油は気泡が混入しないように、脱気した状態でシリンダ１２ｂとプランジャ１２ａとダイアフラム１２ｄとの間に注入される。温度が高くなると油が膨張し、その膨張した分、ダイアフラム１２ｄが変形し、それに接続されているシリンダ１２ｂが追従して移動する。この移動により、下流側弁座２と弁体１の隙間が発生しないように接触を維持する。ダンパー体１２は駆動素子１１が高周波で駆動した場合の挙動では変動しない特性を有する。

[0055] 固定部品１４はダンパー体１２を固定する部品である。ダンパー体１２に当接している駆動素子１１の駆動力は１０００Ｎ以上あり、この荷重を受けても、固定部品１４が軸方向に移動しないように、固定部品１４に印加する圧入荷重が設定される。

[0056] 固定部品１４の固定方法は次のとおりである。固定部品１４を上部ケーシング１３の内周面１３ｂに圧入する。固定部品１４の圧入長さが規定値となるよう微調整を行なう。弁体１１の移動量が規定値となったときに、上部ケーシング１３と固定部品１４は仮固定される。固定方法は、かしめ等とする。その後、駆動素子１１が駆動するときの荷重に耐えるように、上部ケーシング１３と固定部品１４を接合して完全固定する。

[0057] 図７Ａ及び図７Ｂの（１）は機関及び燃料加圧装置の停止時の状態を示す。この時、駆動素子１１への電圧の印加は行われていない。この状態では、弁体１に設けられた第一付勢部材４の力により、弁体１は弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａと当接する位置まで押し上げられ、弁体上流側シート部１ａと上流側弁座７ａとの間の燃料通路が閉じた状態である（図５（ａ

）の状態）。この場合、燃料加圧装置は停止しているため燃料の供給は行われていないが、前回、機関の運転を停止するまで供給されていた燃料は弁体上流側シート部１ａ及び上流側弁座７ａによって止められ、弁体上流側シート部１ａ及び上流側弁座７ａの下流側には流下しない。従って、燃料噴射弁１００は閉弁した状態である。

なお、弁体下流側シート部１ｂと下流側弁座２ａとの間の燃料通路は開いた状態である（図６（ａ）の状態）。

[0058] 図７Ａ及び図７Ｂの（１）で、機関が停止されたままの状態で燃料加圧装置が作動すると、燃料が供給される。しかしこの状態では、駆動素子１１への電圧の印加は行われていない。そのため弁体１は、第一付勢部材４の付勢力とベローズ体８から作用する上流方向への力の双方により、上流方向へ押し上げられている。その結果、弁体１の弁体上流側シート部１ａは第一ケーシング７の上流側弁座７ａと当接し、弁体上流側シート部１ａと上流側弁座７ａとの間の燃料通路が閉じた状態が維持されている（図５（ａ）の状態）。この状態では、弁体下流側シート部１ｂ側の燃料通路は開いているものの、弁体上流側シート部１ａ側の燃料通路が閉じているため、燃料の流れが遮断される。この場合も、燃料噴射弁１００は閉弁した状態を維持している。このとき、燃料を遮断しないと、内燃機関の燃焼室内に燃料が流入してしまい、機関始動時に圧縮が発生し、内燃機関を破壊してしまう可能性がある。

[0059] 図７Ａ及び図７Ｂの（２）は、燃料加圧装置が始動された後、機関が始動された状態（機関の作動中の状態）を示している。この状態では、エンジンコントロールユニットからの指令値に基づいて、燃料を燃料噴射弁１００から所定の流量だけ噴射する。弁体１は、必要とされる流量の燃料が流れ、圧力損失や噴霧性能が維持されるよう、弁体下流側シート部１ｂ側の流路面積と弁体上流側シート部１ａ側の流路面積との比が最適となるように、駆動素子１１に印加される電圧が制御されて駆動される。すなわち、駆動素子１１の駆動電圧が図７Ａの中間電圧に制御され、弁体上流側シート部１ａと上流側弁座７ａとの間の燃料通路が開き（図５（ｂ）の状態）、弁体下流側シー

ト部１ｂと下流側弁座２ａとの間の燃料通路も開いている状態であり、燃料噴射弁１００が開弁した状態である（図６（ａ）の状態）。

[0060] 図７Ａ及び図７Ｂの（３）は、機関及び燃料加圧装置が共に作動している状態において、燃料噴射を停止させる状態を示す。弁体１の弁体下流側シート部１ｂと下流側弁座２ａとが当接するように、駆動素子１１に通電を行う。これにより、弁体１が下流側弁座２ａ側へ移動する。結果、燃料流路が閉塞され、燃料噴射が停止する。すなわち、弁体上流側シート部１ａと上流側弁座７ａとの間の燃料通路は開いた状態（図５（ｃ）の状態）であるが、弁体下流側シート部１ｂと下流側弁座２ａとの間の燃料通路が閉じた状態（図６（ｃ）の状態）となり、燃料噴射弁１００が閉弁した状態となる。

[0061] 機関駆動時には、図７Ａ及び図７Ｂの（２）の状態と（３）の状態とを繰り返すことにより、機関の燃焼に必要とされる燃料量を適切なタイミングで燃料噴射弁１００から供給することが可能となる。図７Ａ及び図７Ｂの（４）の状態は（３）と同じ状態、（５）の状態は（２）と同じ状態である。ただし、（５）の状態では、途中で機関及び燃料加圧装置が停止され、弁体１は第一付勢部材４の付勢力とベローズ体８から作用する上流方向への力の双方により、上流方向へ押し上げられる。これにより、弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａに当接し、燃料噴射弁１００は閉弁した状態で動作を停止する。

[0062] すなわち本実施例の燃料噴射弁１００は、弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａから離間し、弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ａから離間した状態に、弁体１を駆動素子１１により駆動して燃料を噴射する。燃料噴射弁１００は、駆動素子１１への通電を行っていない状態では、弁体上流側シート部１ａが上流側弁座７ａと当接する向きに弁体１を付勢する、第一付勢部材４の付勢力を含む上流向き付勢力が、弁体下流側シート部１ｂが下流側弁座２ａと当接する向きに弁体１を付勢する下流向き付勢力よりも大きくなるように構成されている。燃料噴射弁１００は、駆動素子１１への通電中に、駆動素子１１の駆動力を含む下流向き付勢力が上流向き付勢力よりも大

きくなるように駆動素子１１を駆動することにより、弁体下流側シート部１ｂを下流側弁座２ａに当接させて下流側燃料通路を閉じる。

[0063] 本実施例の構成、作用、効果を図８、図９を用いて説明する。本発明者らは下流側弁座２ａの直径ϕ_{S1}または上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}が大きいほど、圧力損失効果が大きいことを見出した。しかし、一方で直径が大き過ぎると燃料噴射弁の大型化を招くため、これのトレードオフが重要となる。つまり、下流側弁座２ａの直径ϕ_{S1}、上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}は大きいほど、圧力損失を低減することは可能であるが、燃料噴射装置１００の下流のノズル体３の外径が拡大することになる。すなわち、内燃機関に対しての搭載性が悪化することが懸念される。

[0064] そこで、本実施例においては、下流側弁座２ａの直径ϕ_{S1}が３．０～４．５ｍｍの範囲内にあるとともに、上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}が２．５～４．５ｍｍの範囲内にあるように構成した。これにより圧力損失効果を大きく、かつ大型化を招くことなく燃料噴射弁を構成可能である。より具体的には、下流側弁座２ａの直径ϕ_{S1}を３．５～４．５ｍｍの範囲内として、さらに上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}が２．５～３．５ｍｍの範囲内とすることが望ましい。これにより高い圧力損失低減効果を図ることが可能となる。

[0065] また本発明者らは下流側弁座２ａの弁体１との当接面におけるシート角度θ_1、あるいは上流側弁座７ａの弁体１との当接面におけるシート角度θ_2が大きいほど、圧力損失効果が大きいことを見出した。しかし、一方で直径が大き過ぎると燃料噴射弁の大型化を招く。またシート角度が大きいと弁体先端を平坦に製造する必要性が生じ、製造が難しくなるという問題もある。つまり、シート角度θ_1及びシート角度θ_2は大きいほど、圧力損失を低減することが可能であるが、燃料をシールするための面圧を発生させる必要がある。このため、角度が大きすぎると、発生する面圧が低下することがあるために、角度は一定以内である必要がある。

[0066] そこで、本実施例においては下流側弁座２ａは弁体１との当接面におけるシート角度θ_1が６０～１５０°の範囲内にあるとともに、上流側弁座７ａは

弁体１との当接面におけるシート角度θ_2が６０～１５０°の範囲内にあるように構成された。なお、６０°であっても本実施例の作用、効果を奏することが可能であるが、さらに望ましくはシート角度θ_1及びシート角度θ_2が９０～１５０°の範囲内にあることである。これにより高い圧力損失低減効果を図ることが可能となる。

[0067] また本発明者らは燃料噴射時において下流側弁座２ａからの弁体１のリフト量St_1、あるいは上流側弁座７ａからの弁体１のリフト量St_2が大きいほど圧力損失効果が大きいことを見出した。これらのリフト量St_1（ストローク量と呼んでも良い）及びリフト量St_2は、大きく設定すれば圧力損失を低減することは可能であるが、駆動素子１１の全長が長くなることになり、敷いては燃料噴射装置１００の全長が長くなり、搭載性が悪化する要因となる。

[0068] そこで、本実施例では、燃料噴射時において下流側弁座２ａからの弁体１のリフト量St_1が２５～５０μｍの範囲内となるように制御されるとともに、上流側弁座７ａからの弁体１のリフト量St_2が２０～４０μｍの範囲内となるように制御されるように構成した。

[0069] また上記構成において下流側弁座１ａの直径ϕ_{S1}が上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}よりも大きく構成されることが望ましい。すなわち、下流側弁座１ａは上流側弁座７ａに比べてスペースに余裕がないため、加工することに対して制限がかかる。しかし、直径ϕ_{S1}を大きくすることだけであれば、加工上、問題なく行えるので、本構成により、容易に加工することを可能としつつ、圧力損失効果低減を図ることが可能である。

[0070] より具体的には、燃料噴射時における弁体１のリフト量St_1が４０～５０μｍの範囲内として、さらに上流側弁座７ａからの弁体１のリフト量St_2が３０～４０μｍの範囲内とすることが望ましい。これにより高い圧力損失低減効果を図ることが可能となる。

また本実施例の燃料噴射装置は、燃料通路入口から流入する燃料の圧力をＰｉとした場合に、下流側弁座１ａの下流側の燃料噴射孔２ｂから噴射される

圧力が０．６Ｐｉ以上となるように、下流側弁座１ａの直径ϕ_{S1}、上流側弁座７ａの直径ϕ_{S2}、燃料噴射時におけるそれぞれのリフト量（St_1、St_2）、及びそれぞれのシート角度（θ_1、θ_2）が構成される。

[0071] 燃料圧力が噴射時に低減していると、粒径及び内燃機関からのすす排出量に影響を与える。本発明者らの試験結果によると以下のことが分かっている。粒径及びすす排出量と燃料圧力の関係は、燃料圧力５０ＭＰａを基準に考えると、４０％以上噴射圧力が下がる３０ＭＰａ以下において、微粒化が促進せず、すす排出量の増加が著しい。噴霧の微粒化に関しては、燃料噴射圧力の低下により、噴霧の流速が低下し、剪断による微粒化効果が損なわれるためであると考えられる。また、すすの排出に対しては、内燃機関内における混合気の均一性及び筒内の壁面などへの付着が多いことによってすすが排出されることが分かっている。噴霧の微粒化が損なわれ、筒内の混合気の均一性が向上しないことと同時に、内燃機関筒内の壁面への燃料が付着しやすくなっていることが影響していると考えられる。

[0072] 上記した本実施例における燃料噴射装置では、上流側弁座７ａと下流側弁座２ａとにおける燃料の圧力損失を小さくすることが可能である。したがって、噴霧の微粒化性能を抑制することなく、燃料を噴射することが可能となる。そして、これにより、内燃機関より排出されるすすの排出量を低減することが可能となる。本実施例において、上記のように圧力損失を４０％以下にすることについて説明したが、図８及び図９において、２０％以下に圧力損失を抑えることが更に好ましいと言える。

[0073] 図１０は、本実施例に係る燃料噴射弁１００の弁体１に作用する力関係を示した図である。

図１０（１）は機関及び燃料加圧装置の停止時に作用する力を示す。各部の荷重（力）関係は（数２）のとおりとなる。

[0074] [数2]

$$k_1 x_1 > F_1$$

[0075] $k_1 x_1$は第一付勢部材４のばね定数k_1と圧縮量x_1により、弁体１が上流方向へ付勢される力である。F_1はダンパー体１２が駆動素子１１を下流方向に押す荷重である。

[0076] 図１０（２）は機関が停止した状態で燃料加圧装置が動作して燃料圧力が印加された状態において作用する力を示す。各部の荷重（力）関係は（数３）のとおりとなる。

[0077] [数3]

$$k_1 x_1 + \frac{\pi D_3^2}{4} P > \frac{\pi D_2^2}{4} P + F_1$$

[0078] $k_1 x_1$は第一付勢部材４のばね定数k_1と圧縮量x_1により、上流方向へ付勢される力である。（$\pi D_3^2 / 4$）Ｐはベローズ体８の有効径D_3に燃料圧力Ｐが作用し、弁体１が上流方向へ付勢される力である。これは、ベローズ体８内部が空気層となり、外部に加圧された燃料が存在するためである。（$\pi D_2^2 / 4$）Ｐはシート径D_2に液体の圧力Ｐが作用し、下流方向に付勢される力である。F_1はダンパー体１２が駆動素子１１を押す荷重である。

[0079] 図１０（３）は燃料噴射時に作用する力を示す。各部の荷重（力）関係は（数４）のとおりとなる。

[0080] [数4]

$$k_1 x_1 + \frac{\pi D_3^2}{4} P = F_1 + F_2$$

[0081] $k_1 x_1$は第一付勢部材４のばね定数k_1と圧縮量x_1により、上流側方向へ付勢される力である。（$\pi D_3^2 / 4$）Ｐはベローズ体８の有効径D_3に液体圧力Ｐが作用し、弁体１が上流側方向へ印加される力である。これは、ベローズ体８内部が空気層となり、外部に加圧された燃料が存在するためである。F_1はダンパー体１２を押す下流側に印加する力である。F_2は駆動素子１１により弁体１が下流側に押される力である。右項と左項とは、平衡状態で釣り合い、弁体１は所望の位置で停止する。

[0082] 図１０（４）は燃料噴射停止時に作用する力を示す。各部の荷重（力）関係は（数５）のとおりとなる。

[0083] [数5]

$$\frac{\pi D_1^2}{4}P + k_1 x_1 + \frac{\pi D_3^2}{4} < F_1 + F_2$$

[0084] （πＤ$_1$^{2}／４）Ｐは弁体１の下流側シート径Ｄ$_1$に液体圧力Ｐが作用し、上流側方向へ印加される力である。ｋ$_1$ｘ$_1$は第一付勢部材４のばね定数ｋ$_1$と圧縮量ｘ$_1$により、弁体１が上流側方向へ付勢される力である。（πＤ$_3$^{2}／４）Ｐはベローズ体８の有効径Ｄ$_3$に液体圧力Ｐが作用し、弁体１が上流側方向へ付勢される力である。これは、ベローズ体８内部が空気層となり、外部に加圧された燃料が存在するためである。Ｆ$_1$はダンパー１２が駆動素子１１を押す力であり、下流側に向かう力である。Ｆ$_2$は駆動素子１１により弁体１が下流側に押される力である。

[0085] 上記（数２）～（数５）の力関係が成立しない場合、燃料が噴射しない又弁体１が下流側弁座２ｃに当接せずに、燃料が洩れてしまう等の不具合が生じる。

[0086] ≪弁座部径の大小関係に対しての作用効果≫

以上の面から、本実施例においては、上流側にある上流側弁座７ａの直径φ$_{S2}$が下流側にある下流側弁座２ａの直径φ$_{S1}$よりも小さくなることが望ましい。機関電源非通電時に、燃料をシールする場合を考えると、上流側弁座７ａの直径φ$_{S2}$が小さいことが燃料によって受ける圧力に寄る力を小さくすることが可能となる。よって、第一付勢部材４の設定荷重を不要に上げる必要が無くなるため望ましい。

[0087] 一方、逆に、上流側弁座７ａの直径φ$_{S2}$が下流側弁座２ａの直径φ$_{S1}$よりも大きい場合は、他の特徴を有する。この場合は、弁体中間部材１ｃの弁体１との接続部の径を大きくすることが可能となり、当該部品の倒れ等を抑制することが可能となり、組み立て性を向上することが可能となる。

[0088] 図１１は、本発明に係る燃料噴射弁１００のベローズ体８の組付け方法の詳細を示した図である。

ベローズ体８は第二ケーシング９の組付け時に、ベローズ体８の上側金具８ｂが第二ケーシング９に引きずられて、蛇腹状部材８ａを圧縮してしまう。蛇腹状部材８ａの圧縮量が圧縮許容値を超えると、蛇腹状部材８ａは塑性変形を起こして伸縮性が失われ、弁体１が移動しなくなる。そのため、上側金具８ｂの下端面に受け部品を設けるか、第一ケーシング７に受け部を設けて、蛇腹状部材８ａの圧縮量を抑える必要がある。

[0089] 一方、ベローズ体８は流体圧力、温度、弁体１の移動により伸びが発生する。このとき、蛇腹状部材８ａの伸び量が伸び許容値を超えると、蛇腹状部材８ａは塑性変形を起こして伸縮性が失われ、弁体１が移動しなくなる。蛇腹状部材８ａの材質変更や肉圧増加、全長拡大により改善可能ではあるが、燃料噴射弁１００の許容寸法や相手側の内燃機関レイアウトにより、ベローズ体８の改善は制約を受ける。そこで、図１１に示すように、組付け時に蛇腹状部材８ａに圧縮を与えて、伸び量の拡大を図る。そのために、第一ケーシング７とベローズ体８の上側金具８ｂの下端面との間にすきま８ｄを有する構造として、第二ケーシング９と第一ケーシング７とで上側金具８ｂを挟み込み、蛇腹状部材８ａに圧縮を加える構造とする。ベローズリング１５はベローズ体８の寸法ばらつきを吸収するための部品である。

符号の説明

[0090] １…弁体、１ａ…上流部シート部、１ｂ…下流部シート部、１ｃ…弁体中間部材、２…下流側弁座部材、２ａ…下流側弁座、２ｂ…噴孔、３…ノズル体、４…第一付勢部材、５…調整リング、６…溶接リング、７…第一ケーシング、７ａ…上流側弁座、７ｂ…支持部位、８…ベローズ体（シール体）、８ａ…蛇腹部材、８ｂ…上側金具、８ｃ…すきま、９…第二ケーシング、９ａ…フランジ状突起、１０…第三ケーシング、１０ａ…フランジ状突起、１１…駆動素子、１１ａ…駆動素子下流側端面の凹部、１１ｂ…駆動素子上流側端面の凹部、１２…ダンパー体、１２ａ…プランジャ、１２ｂ…シリンダ、

１２ｃ…突起部、１２ｄ…ダイアフラム、１３…上部ケーシング、１３ａ…燃料供給口、１４…固定部品、１５…ベローズリング、１６…ケーシング体、１７…流路、１８…摺動部、１９…シール部材。

請求の範囲

[請求項1] 下流側弁座と、

前記下流側弁座の上流側に位置する上流側弁座と、

前記下流側弁座または前記上流側弁座に当接することによって燃料通路を閉じ、前記下流側弁座および前記上流側弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、を備え、

前記下流側弁座の直径ϕ_{S1}が３．０～４．５ｍｍの範囲内にあるとともに、前記上流側弁座の直径ϕ_{S2}が２．５～４．５ｍｍの範囲内にあるように構成された燃料噴射装置。

[請求項2] 請求項１に記載の燃料噴射弁において、

前記下流側弁座は前記弁体との当接面におけるシート角度θ_1が６０～１５０°の範囲内にあるとともに、前記上流側弁座は前記弁体との当接面におけるシート角度θ_2が６０～１５０°の範囲内にあるように構成された燃料噴射装置。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の燃料噴射弁において、

燃料噴射時において前記下流側弁座からの前記弁体のリフト量が２５～５０μｍの範囲内となるように制御されるとともに、前記上流側弁座からの前記弁体のリフト量が２０～４０μｍの範囲内となるように制御される燃料噴射装置。

[請求項4] 請求項１又は２の何れかに記載の燃料噴射装置において、

前記下流側弁座の直径ϕ_{S1}が前記上流側弁座の直径ϕ_{S2}よりも大きく構成された燃料噴射装置。

[請求項5] 下流側弁座と、

前記下流側弁座の上流側に位置する上流側弁座と、

前記下流側弁座または前記上流側弁座に当接することによって燃料通路を閉じ、前記下流側弁座および前記上流側弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、を備え、

燃料通路入口から流入する燃料の圧力をＰｉとした場合に、前記下

流側弁座の下流側の燃料噴射孔から噴射される圧力が０．６Ｐｉ以上となるように構成された燃料噴射装置。

[請求項6] 下流側弁座と、

前記下流側弁座の上流側に位置する上流側弁座と、

前記下流側弁座または前記上流側弁座に当接することによって燃料通路を閉じ、前記下流側弁座および前記上流側弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、を備え、

前記下流側弁座の直径をϕ_{S1}、前記下流側弁座と前記弁体との当接面における前記下流側弁座のシート角度をθ_1、前記上流側弁座の直径をϕ_{S2}、前記上流側弁座と前記弁体との当接面における前記上流側弁座のシート角度をθ_2、燃料通路の入口に流入する燃料の圧力をＰｉ、燃料密度をρ、流量をＱとした場合に、

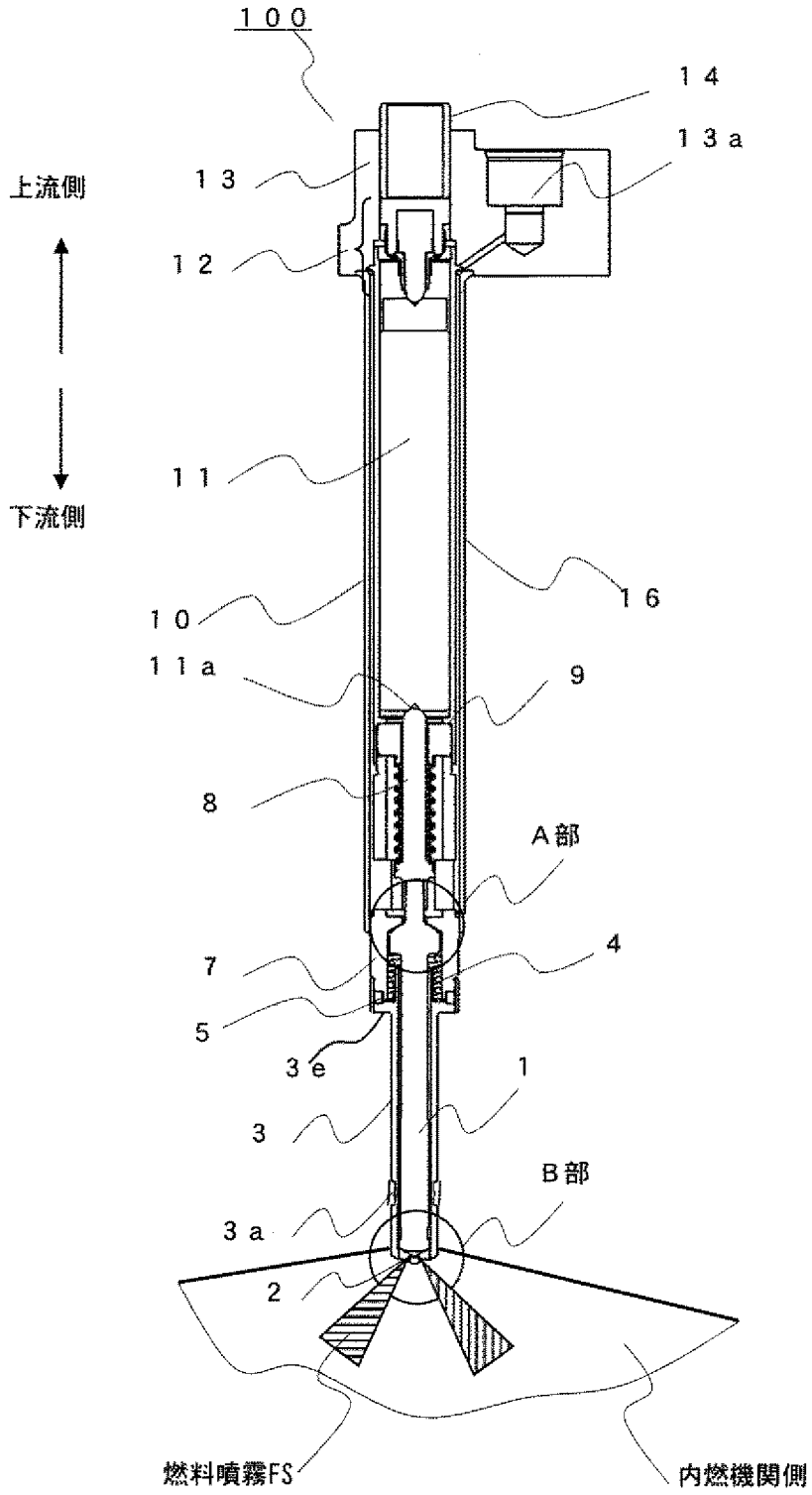
燃料噴射時において下記の（数１）を満たすように前記下流側弁座からの前記弁体のリフト量St_1、及び前記上流側弁座からの前記弁体のリフト量St_2が制御される燃料噴射装置。

[数1]

$$0.4Pi_1 < 0.175\left(\left(\frac{Q}{\phi_{S1}\pi St_1\cos\theta_1}\right)^2+\left(\frac{Q}{\phi_{S2}\pi St_2\cos\theta_2}\right)^2\right)$$

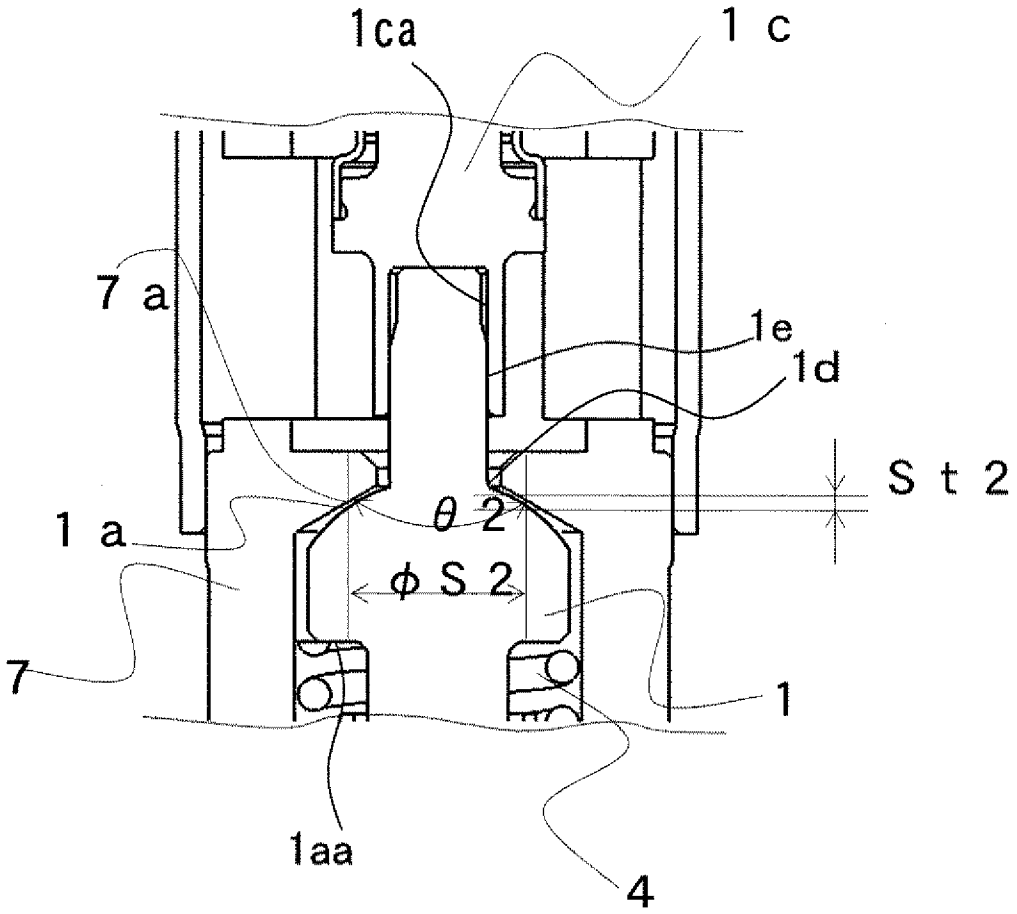
[図1]

図1


１００
１４
１３ａ
１３
上流側
１２
１１
下流側
１６
１０
１１ａ
９
８
Ａ部
４
７
５
３ｅ
１
３
Ｂ部
３ａ
２
燃料噴霧FS
内燃機関側

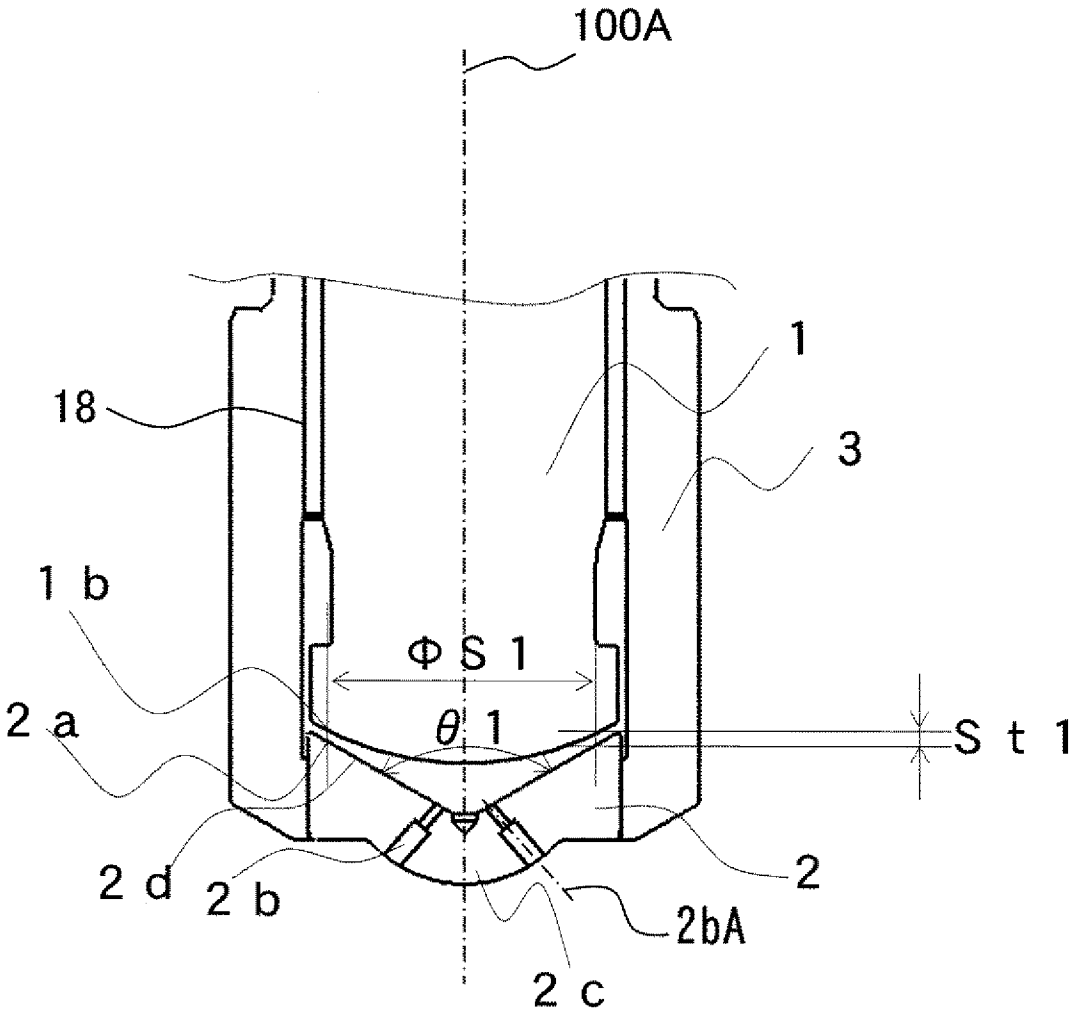
[図2A]

図２Ａ



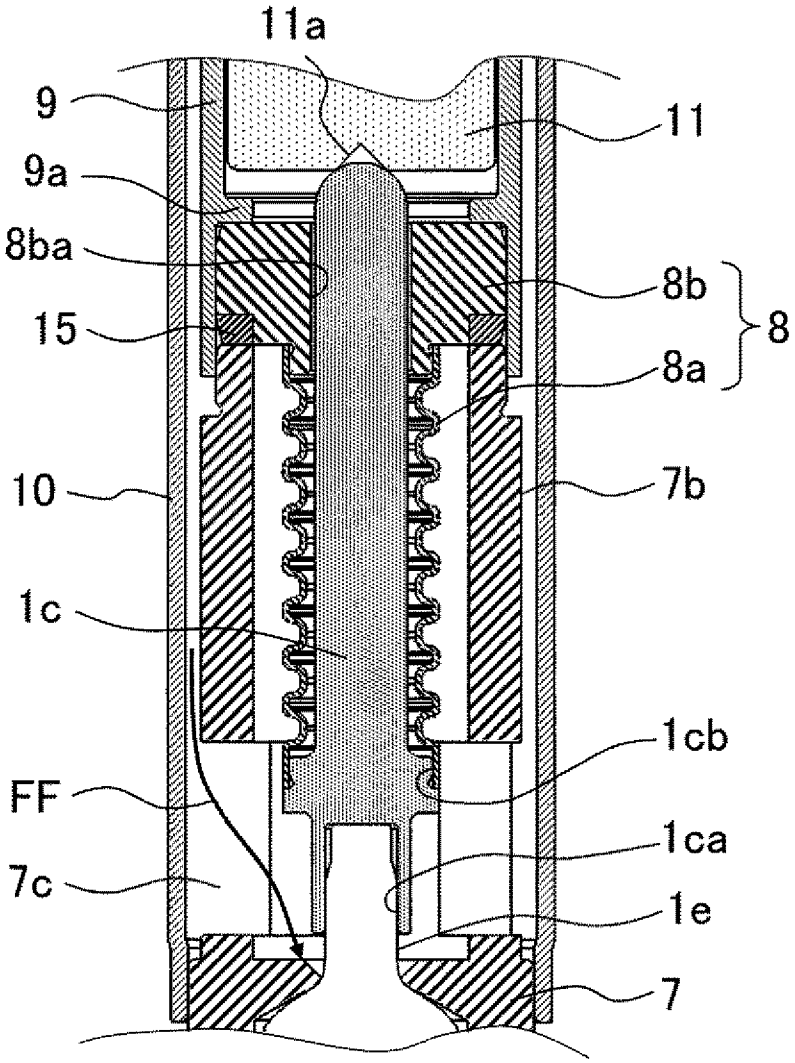
[図2B]

図２Ｂ



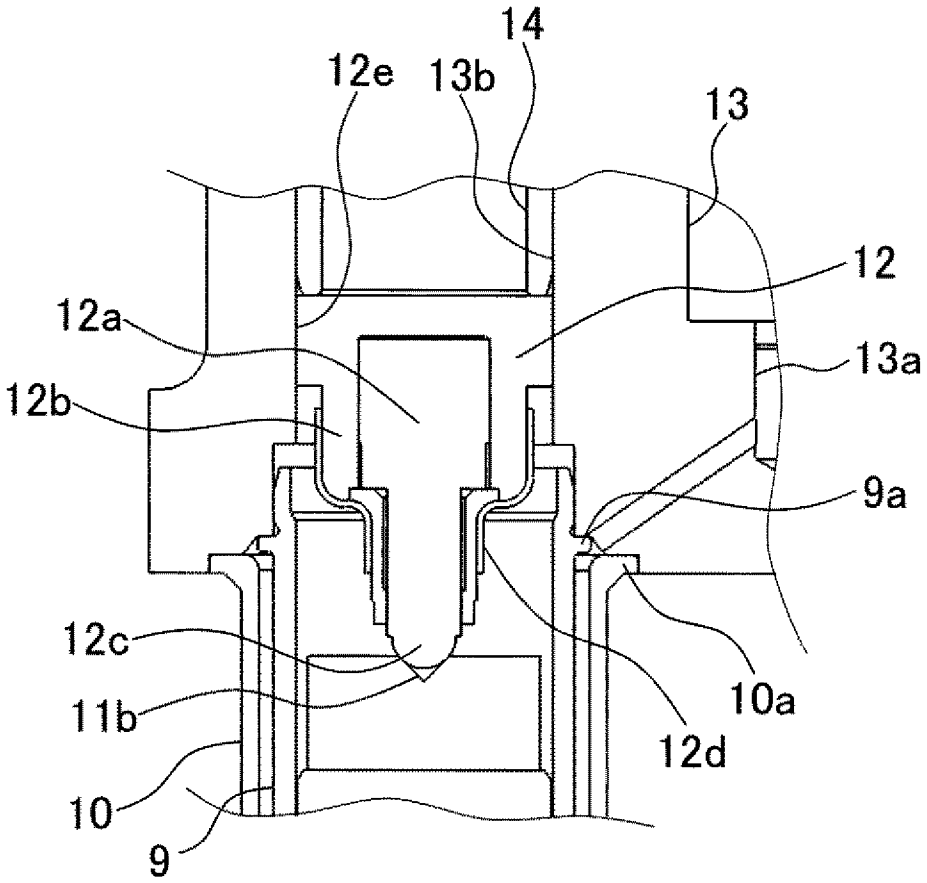
[図3]

図3



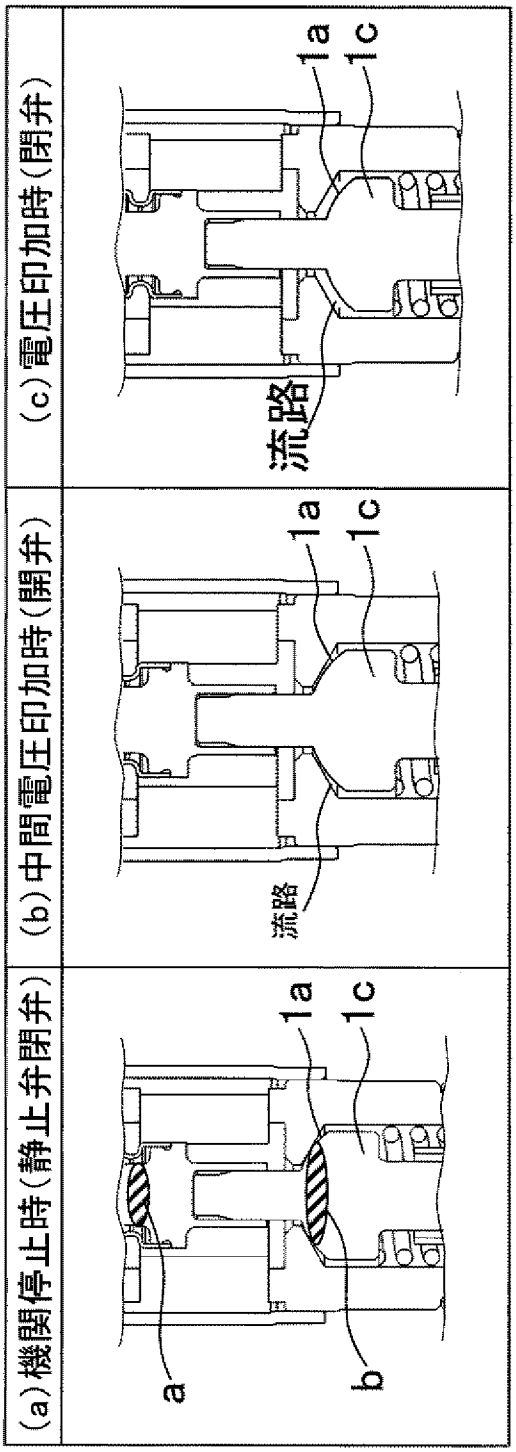
[図4]

図4



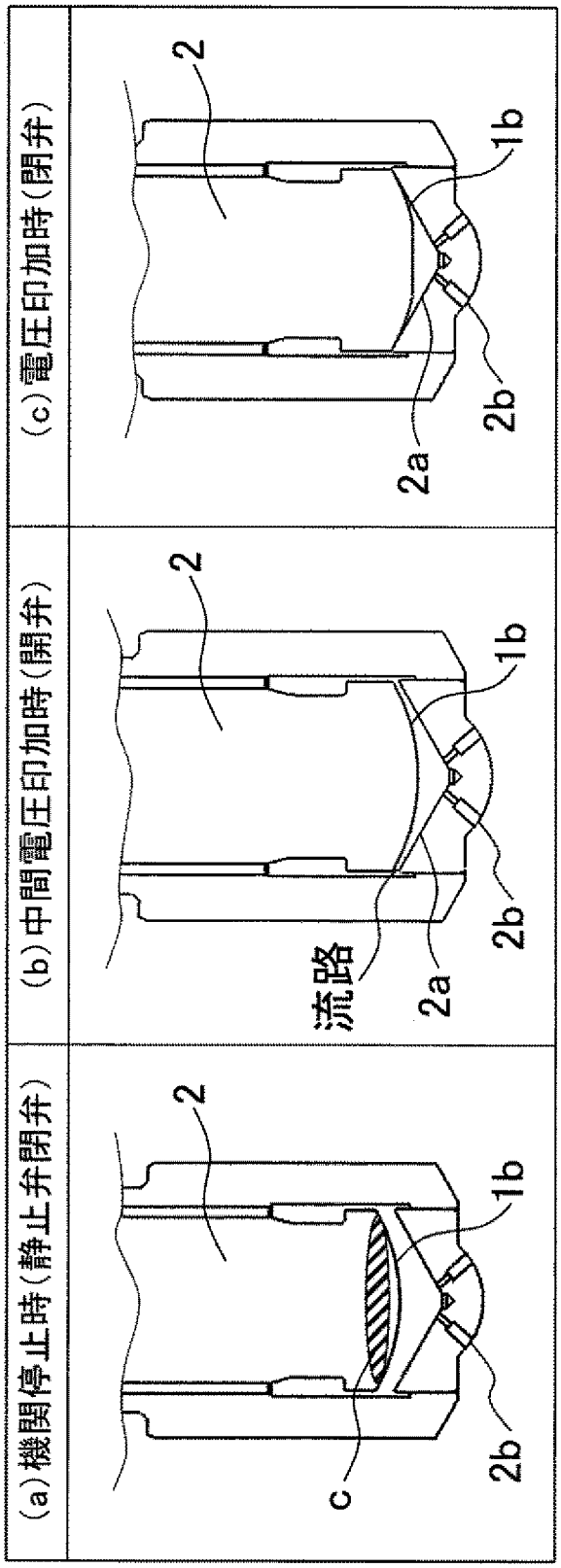
[図5]

図 5



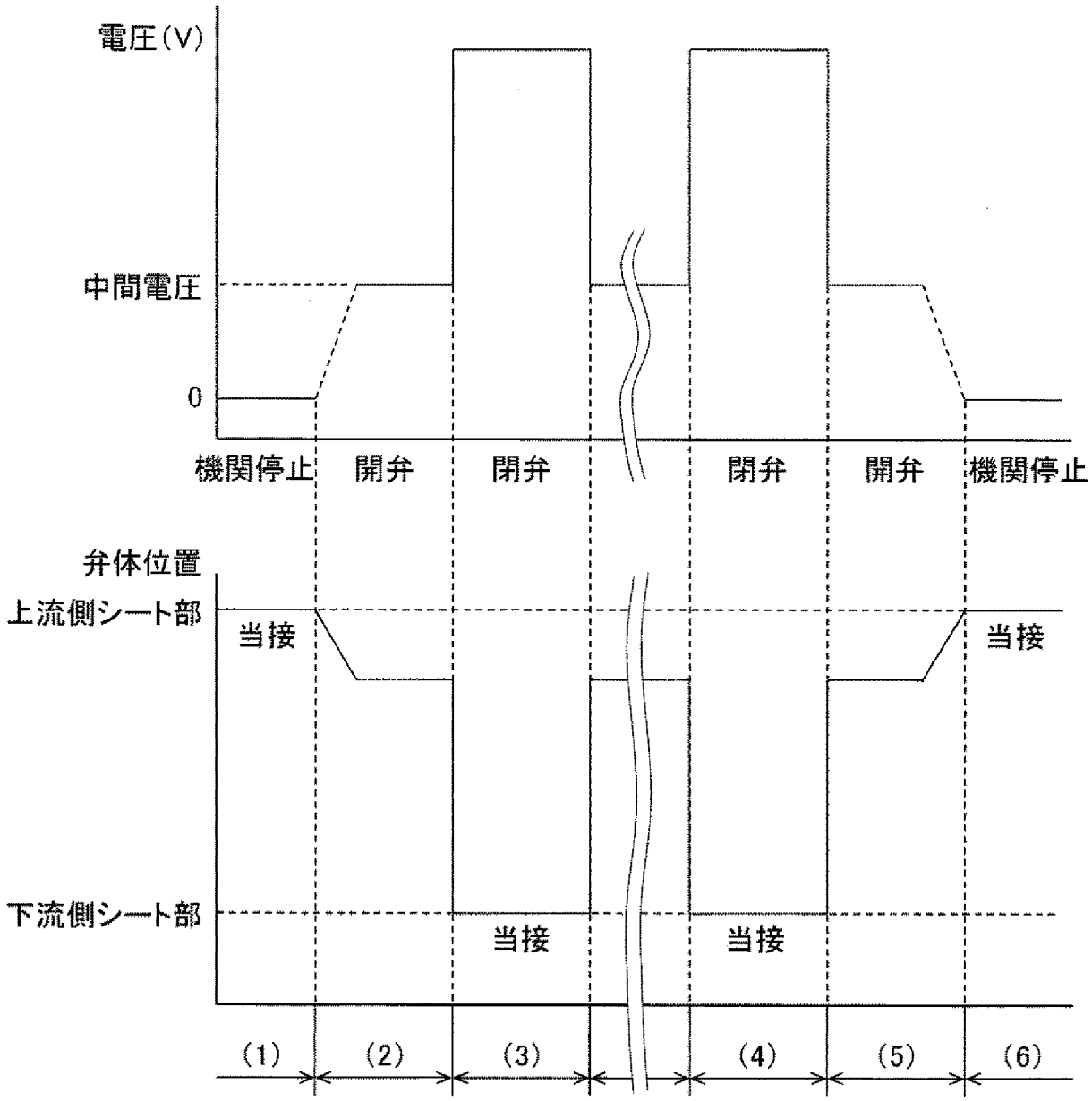
[図6]

図 6



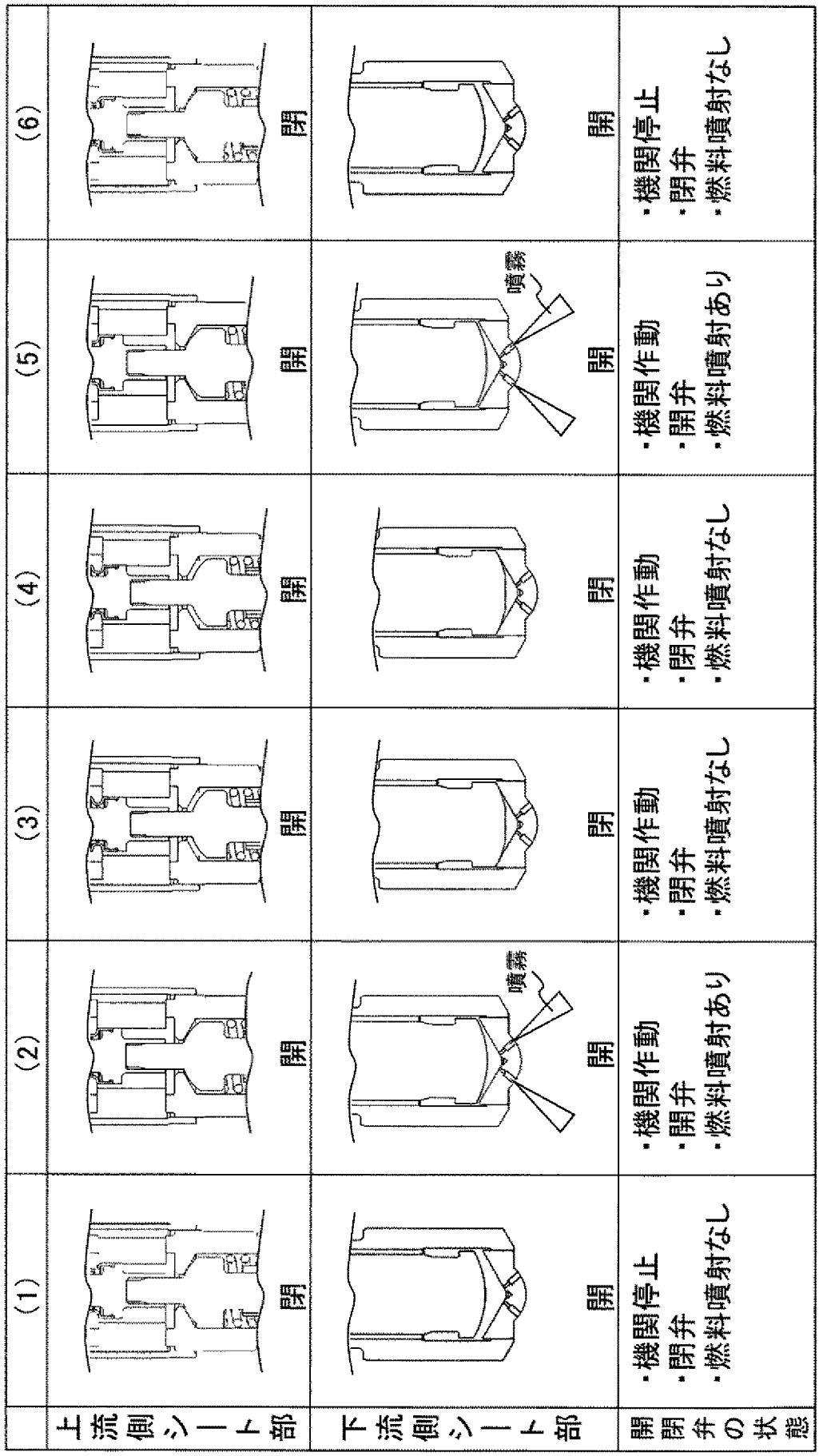
[図7A]

図 7A


電圧(V)
中間電圧
0
機関停止
開弁
閉弁
閉弁
開弁
機関停止
弁体位置
上流側シート部
当接
当接
下流側シート部
当接
当接
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)

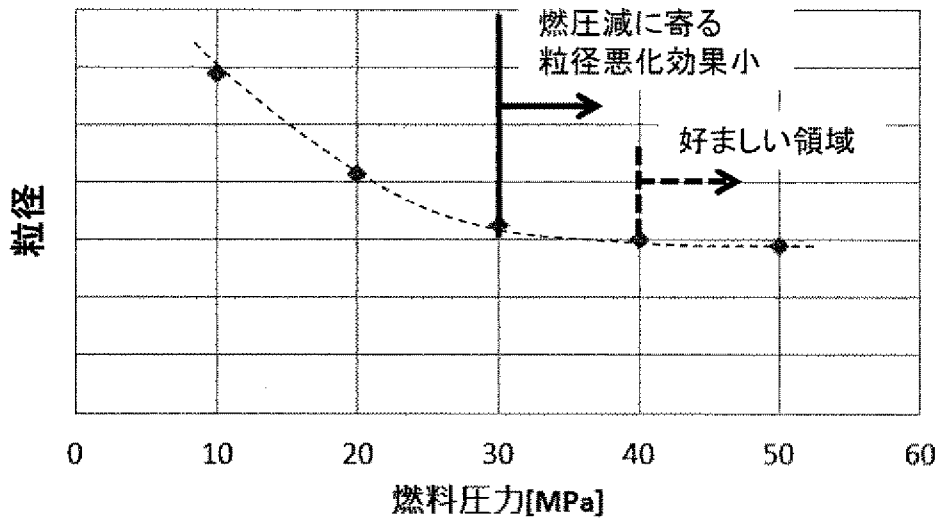
[図7B]

図 7B


(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
上流側シート部
閉
開
開
開
開
開
下流側シート部
開
開
閉
閉
開
開
噴霧
噴霧
開閉弁の状態
・機関停止
・閉弁
・燃料噴射なし
・機関作動
・開弁
・燃料噴射あり
・機関作動
・閉弁
・燃料噴射なし
・機関作動
・開弁
・燃料噴射あり
・機関停止
・閉弁
・燃料噴射なし

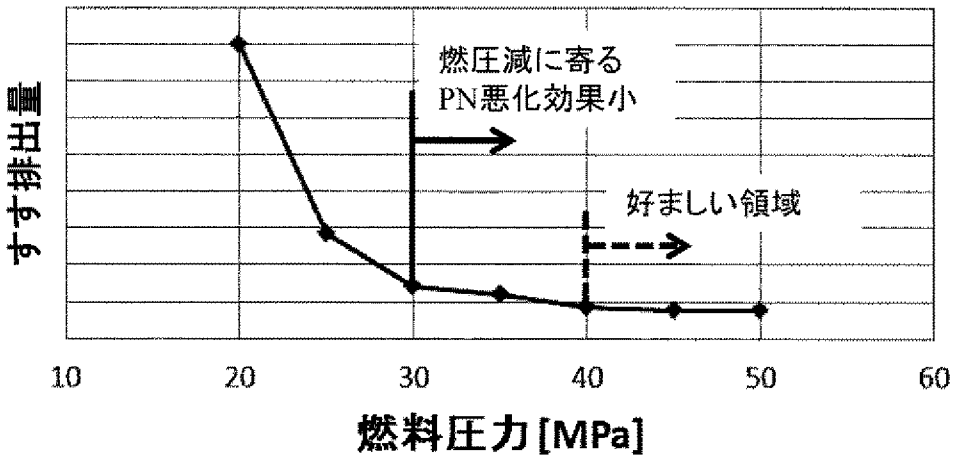
[図8]

図8


燃圧減に寄る
粒径悪化効果小
好ましい領域
粒径
0
10
20
30
40
50
60
燃料圧力[MPa]

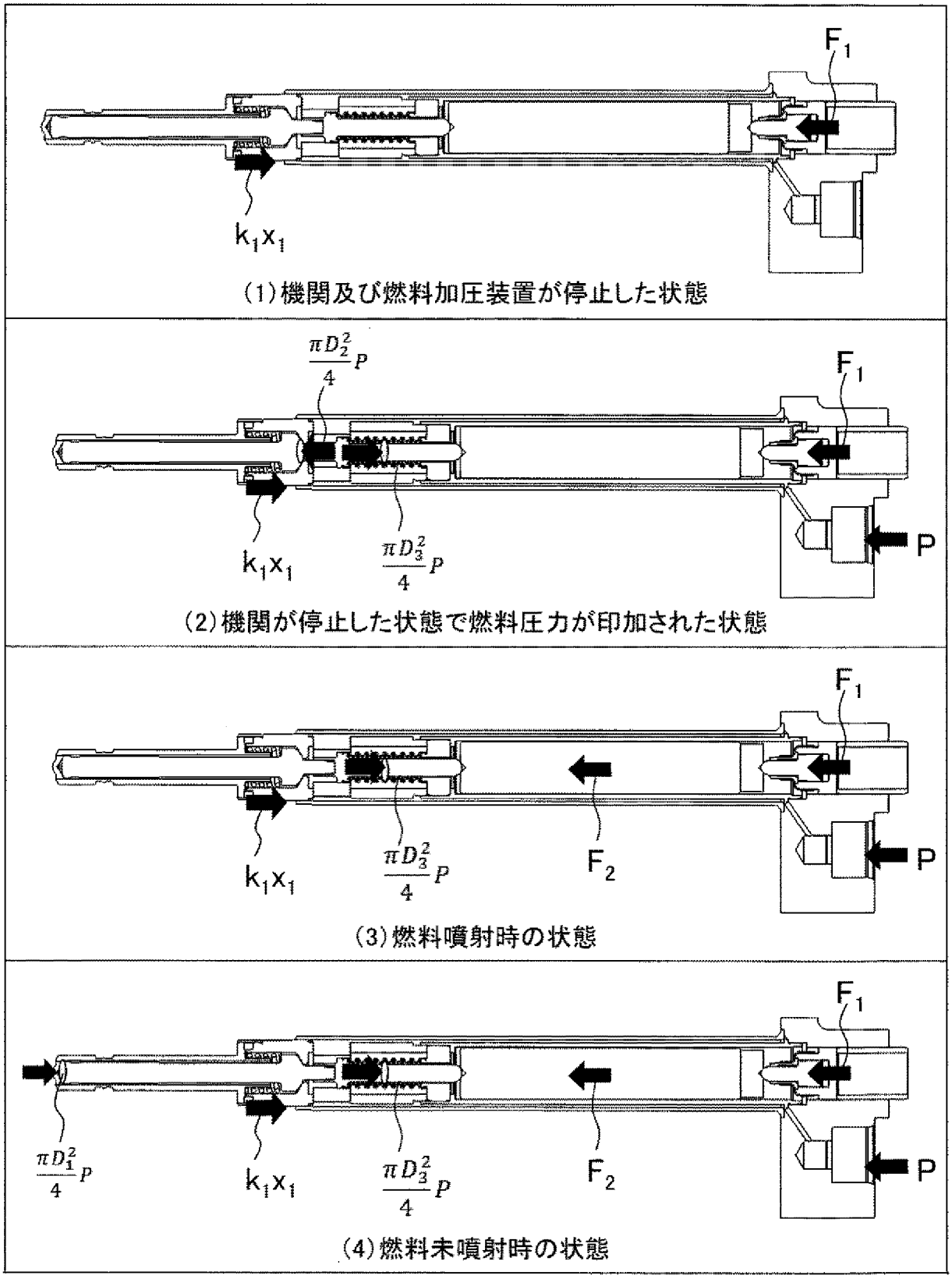
[図9]

図9


燃圧減に寄る
PN悪化効果小
好ましい領域
すす排出量
10
20
30
40
50
60
燃料圧力 [MPa]

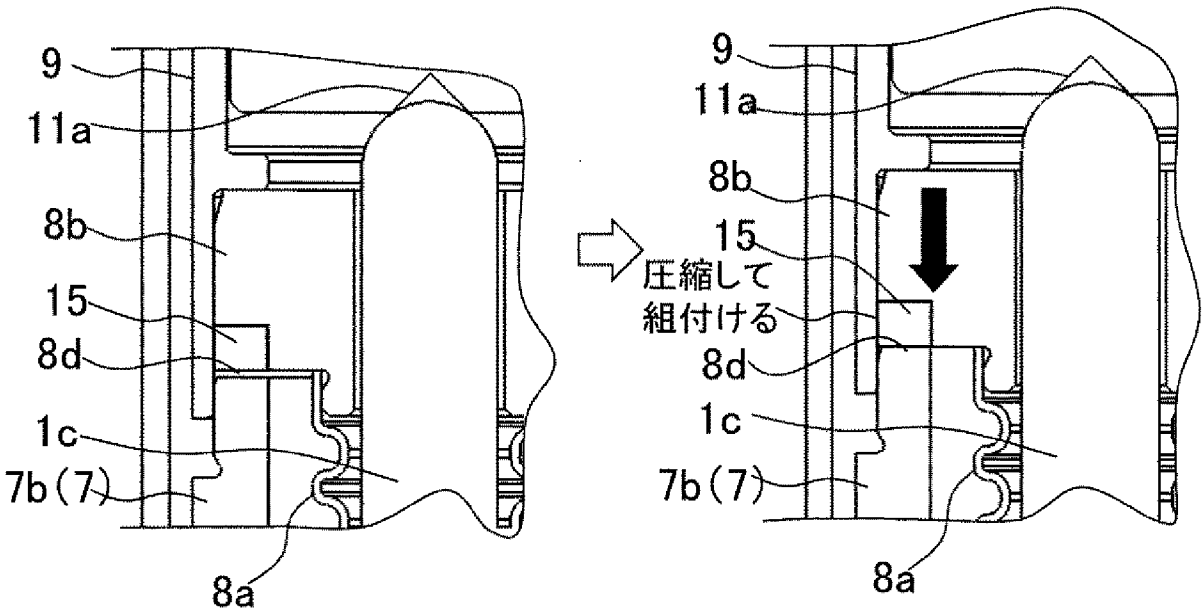
[図10]

図 10


F1
k1x1
(1)機関及び燃料加圧装置が停止した状態
πD2²/4 P
F1
k1x1
πD3²/4 P
P
(2)機関が停止した状態で燃料圧力が印加された状態
F1
k1x1
πD3²/4 P
F2
P
(3)燃料噴射時の状態
F1
πD1²/4 P
k1x1
πD3²/4 P
F2
P
(4)燃料未噴射時の状態

[図11]

図 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/046875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F02M51/06(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. F02M51/06

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 1021/1987 (Laid-open No. 110670/1988) (TOYOTA MOTOR CORP.) 15 July 1988, specification, page 3, line 19 to page 10, line 3, fig. 1-2 (Family: none)	1-6
Y	JP 2001-140726 A (DENSO CORP.) 22 May 2001, paragraphs [0025]-[0027], fig. 1-5 & DE 19958872 A1	1-6

☒ 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
"T" 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 26 April 2018 (26.04.2018)	Date of mailing of the international search report 15 May 2018 (15.05.2018)
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/JP2017/046875

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 36-9206 B1 (CATERPILLAR, TRACTOR, COMPANY) 30 June 1961, page 1, right column, line 5 to page 2, right column, line 14, fig. 1-2 (Family: none)	4
A	US 2010/0140380 A1 (GRUENDL, Andreas) 10 June 2010, paragraphs [0037]-[0049], fig. 1a-1b & WO 2008/101535 A1	1-6
A	JP 9-236063 A (NIPPON SOKEN, INC.) 09 September 1997, paragraphs [0014]-[0018], fig. 1-5 (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４６８７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02M51/06(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.　F02M51/06

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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	日本国実用新案登録出願 62-1021 号(日本国実用新案登録出願公開 63-110670 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（トヨタ自動車株式会社）1988.07.15, 明細書第 3 頁第 19 行-第 10 頁第 3 行, 第 1-2 図（ファミリーなし）	１－６
Y	JP 2001-140726 A (株式会社デンソー) 2001.05.22, [0025]-[0027], [図 1]-[図 5] & DE 19958872 A1	１－６

☑　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	国際調査報告の発送日
２６．０４．２０１８	１５．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｇ　９３３０
村山　禎恒
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	JP 36-9206 B1 (カターピラー、トラクター、コムパニー) 1961.06.30, 第1頁右欄第5行-第2頁右欄第14行,第1-2図 (ファミリーなし)	4
A	US 2010/0140380 A1 (GRUENDL, Andreas) 2010.06.10, [0037]-[0049],Figs.1a-1b & WO 2008/101535 A1	１－６
A	JP 9-236063 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1997.09.09, [0014]-[0018],[図1]-[図5] (ファミリーなし)	１－６