(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
2015 年 12 月 23 日(23.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/194071 A1

(51) 国際特許分類:
F02M 61/18 (2006.01) *F02M 51/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/000394

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 29 日(29.01.2015)

(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 2014-123281 2014 年 6 月 16 日(16.06.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 加藤　典嗣(KATO, Noritsugu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 金　順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦２丁目１３番１９号　瀧定ビル６階 Aichi (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

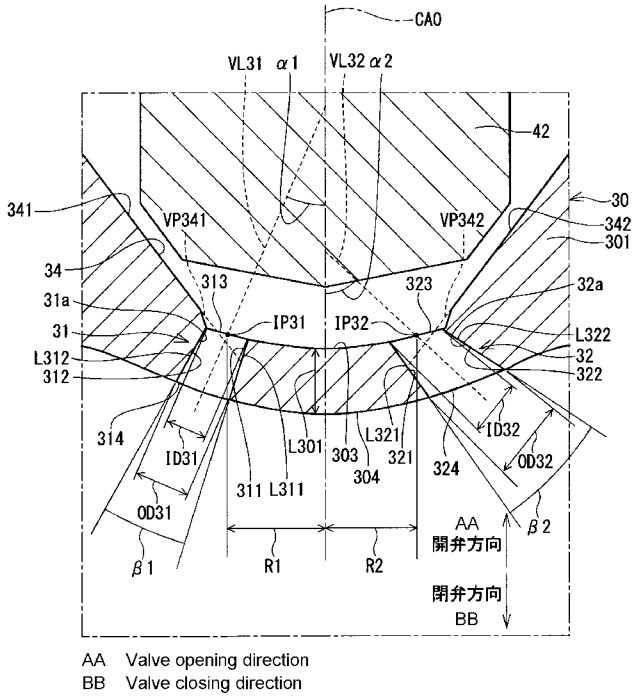
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

WO 2015/194071 A1

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

(54) 発明の名称 : 燃料噴射弁



AA Valve opening direction
BB Valve closing direction

(57) **Abstract**: A plurality of injection holes (31, 32) of an injection nozzle (30) is formed in such a manner that inner diameters (OD31, OD32) of outer openings (314, 324) are larger than inner diameters (ID31, ID32) of inner openings (313, 323), respectively. Further, a valve seat (34) and the injection holes (31, 32) are formed in such a manner that when virtual planes (VP341, VP342) including valve seat portions (341, 342), which are part of the valve seat (34) and adjacent to the injection holes (31, 32), are extended toward a center axis (CA0), the virtual planes (VP341, VP342) first intersect with injection hole inner wall portions (311, 321) of injection hole inner walls (31a, 32a) of the injection holes (31, 32).

(57) 要約:　噴射ノズル（３０）の複数の噴孔（３１、３２）は、外側開口（３１４、３２４）の内径（ＯＤ３１、ＯＤ３２）が内側開口（３１３、３２３）の内径（ＩＤ３１、ＩＤ３２）より大きくなるようそれぞれ形成されている。また、弁座（３４）および各噴孔（３１、３２）は、弁座（３４）の一部であって噴孔（３１、３２）に隣接する弁座部（３４１、３４２）を含む仮想平面（ＶＰ３４１、ＶＰ３４２）を中心軸（ＣＡ０）に向かって延ばすと、仮想平面（ＶＰ３４１、ＶＰ３４２）が噴孔（３１、３２）の噴孔内壁（３１ａ、３２ａ）の噴孔内壁部（３１１、３２１）と最初に交わるよう形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 燃料噴射弁

関連出願の相互参照

[0001] 本願は、２０１４年６月１６日に出願された日本特許出願第２０１４－１２３２８１号に基づくものであり、この開示をもってその内容を本明細書中に開示したものとする。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関（以下、「エンジン」という）に燃料を噴射供給する燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0003] 従来、ハウジングに形成される噴孔をニードルの往復移動によって開閉しハウジングの内部の燃料を噴射する燃料噴射弁が知られている。例えば、特許文献１には、内燃機関に対して点火プラグが設けられる位置に応じて異なる内径の噴孔を複数有するハウジングを備える燃料噴射弁が記載されている。

[0004] 特許文献１に記載の燃料噴射弁では、噴孔は、ハウジングの内壁に形成される噴孔の内側開口の内径とハウジングの外壁に形成される噴孔の外側開口の内径とが同じであり、内側開口から外側開口まで断面積が一定となるよう形成されている。一般に、内側開口から外側開口まで断面積が一定となるよう形成されている噴孔では、噴孔から噴射される燃料が到達する噴孔からの距離（以下、「噴霧長」という）は、噴孔の内径と噴孔が形成されている部材の厚みとの比によって決定される。このため、特許文献１に記載の燃料噴射弁では、それぞれの噴孔において噴霧長を調整しようとすると、噴孔に合わせて厚みを変更する加工が必要となる。また、燃料を微粒化するため噴孔の内側開口の内径を小さくすると、噴孔の内径と厚みとの比が大きくなるため噴霧長が長くなり、ピストンや燃焼室を形成するシリンダブロックに衝突し粒子状物質の生成量が増加するおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－０８５３３３号公報

発明の概要

[0006] 本開示の目的は、製造工数を低減しつつ、燃料が燃焼するとき生成される粒子状物質の生成量を低減する燃料噴射弁を提供することにある。

[0007] 上記目的を達成するために、本開示では、ハウジング、ニードル、コイル、固定コア、及び、可動コアを備える燃料噴射弁を提供する。ハウジングは、筒状に形成され、該ハウジングの中心軸の方向における一端に形成され燃料が噴射される複数の噴孔と、噴孔の周囲に形成される弁座と、噴孔への燃料が流通する燃料通路とを有する。ニードルは、ハウジングに中心軸の方向に往復移動可能に収容され、弁座に離間または当接すると噴孔を開閉する。コイルは、通電されると磁界を発生する。固定コアは、ハウジング内でコイルが発生する磁界内に固定される。可動コアは、固定コアの弁座側にハウジングの中心軸の方向に往復移動可能に設けられ、コイルに通電されると固定コアの方向に吸引される。ハウジングの外壁に形成される噴孔の外側開口の内径は、ハウジングの内壁に形成される当該噴孔の内側開口の内径より大きい。弁座および各噴孔は、弁座を含む仮想平面をハウジングの中心軸に向かって延ばすと噴孔の外側開口と当該噴孔の内側開口との間に内側開口から外側開口に向けて当該噴孔の断面積を広げるよう形成される噴孔内壁と最初に交わるよう形成されている。また、各噴孔は、ハウジングの内壁上に設けられる噴孔の内壁側中心点とハウジングの中心軸上の点とを通る噴孔軸がハウジングの中心軸と形成する角度である噴射角が小さいほど内側開口の内径が小さくなるよう形成されている。

[0008] 本開示の燃料噴射弁では、噴孔は、ハウジングの外壁に形成される噴孔の外側開口の内径が、ハウジングの内壁に形成される当該噴孔の内側開口の内径より大きく、また、噴孔の外側開口と当該噴孔の内側開口との間に形成される噴孔内壁が、内側開口から外側開口に向けて当該噴孔の断面積を広げる

よう形成されている。

[0009] 本願の発明者は、内側開口から外側開口に向けて当該噴孔の断面積を広げるよう噴孔内壁が形成されている噴孔では、内側開口から外側開口に向けて断面積が一定となるよう噴孔内壁が形成されている噴孔に比べ、内側開口の内径に対する厚みの比が変化しても噴霧長は大きく変化しないことを実験によって見いだした。これにより、複数の噴孔のそれぞれにおいて噴射される燃料の噴射状態に応じて噴孔の内側開口の内径を変化しても噴霧長に影響しないため、ハウジングの噴孔が形成される部位の厚みを調整する加工が不要となる。これによって、燃料噴射弁の製造工数を低減することができる。

[0010] また、本開示の燃料噴射弁では、弁座（具体的には、弁座の一部である弁座部）を含む仮想平面を中心軸の方向に延ばすと噴孔を形成する噴孔内壁（具体的には、噴孔内壁の一部である噴孔内壁部）と最初に交わるよう弁座が形成されている。ニードルと弁座とが離間するとき、噴孔に向かって弁座（弁座部）の表面を流れる燃料がハウジングの他の部位に衝突することなく噴孔内壁（噴孔内壁部）に衝突する。噴孔内壁（噴孔内壁部）に衝突する燃料は、燃料通路を流れる燃料の圧力を維持したまま噴孔内壁（噴孔内壁部）に沿って流れるため、燃料が微粒化しやすくなる。

[0011] また、噴霧長が長くなりピストンやシリンダブロックに燃料が衝突すると、粒子状物質の生成量が増加するおそれがある。噴孔の噴射角が小さくなると弁座（弁座部）を含む仮想平面と当該噴孔の噴孔内壁（噴孔内壁部）とがなす角度である衝突角が小さくなるため、噴孔内壁（噴孔内壁部）に沿って流れる燃料の流速は速くなるが、噴孔内壁（噴孔内壁部）に押し付けられる力は小さくなる。このため、燃料が微粒化しにくくなる。

[0012] そこで、本開示の燃料噴射弁では、噴射角が小さい噴孔は、内側開口の内径を噴射角が大きい噴孔に比べ小さくする。これにより、噴孔内壁（噴孔内壁部）に沿って流れる燃料の流速をさらに速くし、燃料がさらに微粒化しやすくなる。

[0013] また、本願の発明者は、噴孔の内側開口の内径が小さくなると微粒化し噴

霧長が相対的に短くなることを実験によって見いだした。これにより、噴射角が小さい噴孔において流速が速い燃料が噴孔から噴射されてもピストンやシリンダブロックに衝突し粒子状物質の生成量が増加することを防止することができる。

[0014] このように、本開示の燃料噴射弁では、噴孔の噴孔内壁を内側開口から外側開口に向かって断面積が広がるよう形成し、噴霧長にあわせて噴孔を形成する部位の厚みを加工する工数を低減する。また、噴孔の噴射角が小さいほど当該噴孔の内側開口の内径が小さくなるよう噴孔を形成し、噴孔内壁（噴孔内壁部）と弁座（弁座部）を含む仮想平面とが交差するよう形成する。これにより、噴孔から噴射された燃料が微粒化しやすくなり、また、ピストンやシリンダブロックに衝突し粒子状物質が生成することを防止する。したがって、本開示の燃料噴射弁は、噴霧長を調整するために噴孔が形成される部位の厚みを調整する加工を不要とし、燃料を微粒化しつつ噴霧長を短くすることによって粒子状物質の生成量を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本開示の一実施形態による燃料噴射弁の断面図である。

[図2]図１のＩＩ部拡大図である。

[図3]燃料噴射弁における噴孔の内側開口の内径と噴射部の厚みとの比に対する噴霧長の変化を示す特性図である。

[図4]本開示の一実施形態による燃料噴射弁におけるテーパ角と噴霧長との関係を示す特性図である。

[図5]本開示の一実施形態による燃料噴射弁におけるテーパ角と流量低下率との関係を示す特性図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本開示の実施形態について図面に基づいて説明する。

[0017] 本開示の一実施形態による燃料噴射弁１を図１、２に示す。なお、図１、２には、ニードル４０が弁座３４から離間する方向である開弁方向、及び、ニードル４０が弁座３４に当接する方向である閉弁方向を図示する。

[0018] 燃料噴射弁１は、例えば図示しない直噴式ガソリンエンジンの燃料噴射装置に用いられ、燃料としてのガソリンを高圧でエンジンに噴射供給する。燃料噴射弁１は、ハウジング２０、ニードル４０、可動コア４７、固定コア３５、コイル３８、スプリング２４、２６などを備える。

[0019] ハウジング２０は、図１に示すように、第一筒部材２１、第二筒部材２２、第三筒部材２３及び噴射ノズル３０を備える。第一筒部材２１、第二筒部材２２及び第三筒部材２３は、いずれも略円筒状に形成され、第一筒部材２１、第二筒部材２２、第三筒部材２３の順に同軸となるよう配置され、互いに接続している。

[0020] 第一筒部材２１及び第三筒部材２３は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により形成され、磁気安定化処理が施されている。第一筒部材２１及び第三筒部材２３は、硬度が比較的低い。一方、第二筒部材２２は、例えばオーステナイト系ステンレス等の非磁性材料により形成されている。第二筒部材２２の硬度は、第一筒部材２１及び第三筒部材２３の硬度よりも高い。

[0021] 噴射ノズル３０は、第一筒部材２１の第二筒部材２２とは反対側の端部に設けられている。噴射ノズル３０は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により有底筒状に形成されており、第一筒部材２１に溶接されている。噴射ノズル３０は、所定の硬度を有するよう焼入れ処理が施されている。噴射ノズル３０は、噴射部３０１及び筒部３０２から形成されている。

[0022] 噴射部３０１は、燃料噴射弁１の中心軸と同軸のハウジング２０の中心軸ＣＡ０上の点を中心として球体の外郭状に形成されている。噴射部３０１の外壁３０４は、中心軸ＣＡ０の方向に突出するよう形成されている。噴射部３０１には、ハウジング２０の内部と外部とを連通する噴孔が複数形成されている。噴射部３０１の内壁３０３において、該内壁３０３に形成されている噴孔の内部側の開口である内側開口の縁には、環状の弁座３４が形成されている。噴射ノズル３０の詳細な構造は後述する。

[0023] 筒部３０２は、噴射部３０１の径方向外側を囲み、噴射部３０１の外壁３

０４が突出する方向とは反対側に延びるように設けられている。筒部３０２は、一方の端部が噴射部３０１に接続し、他方の端部が第一筒部材２１に接続している。

[0024] ニードル４０は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により形成されている。ニードル４０は、所定の硬度を有するよう焼入れ処理が施されている。ニードル４０の硬度は、噴射ノズル３０の硬度とほぼ同等に設定されている。

[0025] ニードル４０は、ハウジング２０内に往復移動可能に収容されている。ニードル４０は、軸部４１、シール部４２、及び、大径部４３を有する。軸部４１、シール部４２、及び、大径部４３は、一体に形成される。

[0026] 軸部４１は、円筒棒状に形成されている。軸部４１のシール部４２近傍には、摺接部４５が形成されている。摺接部４５は、略円筒状に形成され、外壁４５１の一部が面取りされている。摺接部４５は、外壁４５１の面取りされていない部分が噴射ノズル３０の内壁と摺接可能である。これにより、ニードル４０は、弁座３４側の先端部での往復移動が案内される。軸部４１には、軸部４１の内壁と外壁とを接続する孔４６が形成されている。

[0027] シール部４２は、軸部４１の弁座３４側の端部に弁座３４に当接可能に設けられている。ニードル４０は、シール部４２が弁座３４から離間または弁座３４に当接することにより噴孔を開閉し、ハウジング２０の内部と外部とを連通または遮断する。

[0028] 大径部４３は、軸部４１のシール部４２とは反対側に設けられている。大径部４３は、その外径が軸部４１の外径より大きくなるよう形成されている。大径部４３の弁座３４側の端面は、可動コア４７に当接している。

[0029] ニードル４０は、摺接部４５が噴射ノズル３０の内壁により支持され、また、軸部４１が可動コア４７を介して第二筒部材２２の内壁により支持されつつ、ハウジング２０の内部を往復移動する。

[0030] 可動コア４７は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により略円筒状に形成され、表面には例えばクロムめっきが施されている。可動コア４

７は、磁気安定化処理が施されている。可動コア４７の硬度は比較的低く、ハウジング２０の第一筒部材２１及び第三筒部材２３の硬度と概ね同等である。可動コア４７の略中央には貫通孔４９が形成されている。貫通孔４９には、ニードル４０の軸部４１が挿通されている。

[0031] 固定コア３５は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により略円筒状に形成されている。固定コア３５は、磁気安定化処理が施されている。固定コア３５の硬度は可動コア４７の硬度と概ね同等であるが、可動コア４７のストッパとしての機能を確保するために表面に例えばクロムめっきを施し、必要な硬度を確保している。固定コア３５は、ハウジング２０の第三筒部材２３と溶接され、ハウジング２０の内側に固定されるよう設けられている。

[0032] コイル３８は、略円筒状に形成され、主に第二筒部材２２及び第三筒部材２３の径方向外側を囲むよう設けられている。コイル３８は、電力が供給されると磁界を発生する。コイル３８の周囲に磁界が発生すると、固定コア３５、可動コア４７、第一筒部材２１及び第三筒部材２３に磁気回路が形成される。これにより、固定コア３５と可動コア４７との間に磁気吸引力が発生し、可動コア４７は、固定コア３５に吸引される。このとき、可動コア４７の弁座３４側とは反対側の面に当接しているニードル４０は、可動コア４７とともに固定コア３５側、すなわち、開弁方向へ移動する。

[0033] スプリング２４は、一端が大径部４３のスプリング当接面４３１に当接するよう設けられている。スプリング２４の他端は、固定コア３５の内側に圧入固定されたアジャスティングパイプ１１の一端に当接している。スプリング２４は、軸方向に伸びる力を有している。これにより、スプリング２４は、ニードル４０を可動コア４７とともに弁座３４の方向、すなわち閉弁方向に付勢している。

[0034] スプリング２６は、一端が可動コア４７の段差面４８に当接するよう設けられている。スプリング２６の他端は、ハウジング２０の第一筒部材２１の内壁に形成された環状の段差面２１１に当接している。スプリング２６は、

軸方向に伸びる力を有している。これにより、スプリング２６は可動コア４７をニードル４０とともに弁座３４とは反対の方向、すなわち開弁方向に付勢している。

[0035] 本実施形態では、スプリング２４の付勢力は、スプリング２６の付勢力より大きく設定されている。これにより、コイル３８に電力が供給されていない状態では、ニードル４０のシール部４２は、弁座３４に着座した状態、すなわち閉弁状態となる。

[0036] 第三筒部材２３の第二筒部材２２とは反対側の端部には、略円筒状の燃料導入パイプ１２が圧入及び溶接されている。燃料導入パイプ１２の内側には、フィルタ１３が設けられている。フィルタ１３は、燃料導入パイプ１２の導入口１４から流入した燃料に含まれる異物を捕集する。

[0037] 燃料導入パイプ１２及び第三筒部材２３の径方向外側は、樹脂によりモールドされている。当該モールド部分にコネクタ１５が形成されている。コネクタ１５には、コイル３８へ電力を供給するための端子１６がインサート成形されている。また、コイル３８の径方向外側には、コイル３８を覆うよう筒状のホルダ１７が設けられている。

[0038] 燃料導入パイプ１２の導入口１４から流入する燃料は、固定コア３５の径内方向、アジャスティングパイプ１１の内部、ニードル４０の大径部４３及び軸部４１の内側、孔４６、第一筒部材２１とニードル４０の軸部４１との間の隙間を流通し、噴射ノズル３０の内部に導かれる。すなわち、燃料導入パイプ１２の導入口１４から第一筒部材２１とニードル４０の軸部４１との間の隙間までが噴射ノズル３０の内部に燃料を導入する燃料通路１８となる。一実施形態による燃料噴射弁では、燃料通路１８を流れる燃料の圧力は、１ＭＰａ以上となるよう設定されている。

[0039] 一実施形態による燃料噴射弁１は、噴射ノズル３０に形成される噴孔が設けられる位置及び噴孔の形状に特徴がある。ここでは、中心軸ＣＡ０を通る燃料噴射弁１の断面図である図２を参照して噴孔の位置及び形状を説明する。

[0040] 最初に、噴孔３１の形状について説明する。

[0041] 噴孔３１は、噴射部３０１の内壁３０３上であって中心軸ＣＡ０から所定の距離Ｒ１の位置に設けられる内壁側中心点ＩＰ３１と中心軸ＣＡ０上の点とを通る「噴孔軸」としての仮想線ＶＬ３１と中心軸ＣＡ０とがなす角度が、噴射角α１となるよう形成される。

[0042] また、噴孔３１は、仮想線ＶＬ３１に垂直な断面形状が円形状となるよう形成されている。外壁３０４に形成される外側開口３１４の内径ＯＤ３１は、内壁３０３に形成される内側開口３１３の内径ＩＤ３１より大きい。すなわち、噴孔３１は、燃料噴射弁１の外部側からみて噴射ノズル３０の内部に向かうにつれて細くなるテーパ状に形成されている。

[0043] 噴孔３１は、内側開口３１３と外側開口３１４との間に内側開口３１３から外側開口３１４に向けて噴孔３１の断面積が広がるよう形成されている噴孔内壁３１ａが開き角β１をなすよう形成されている。

[0044] 開き角β１について、中心軸ＣＡ０及び仮想線ＶＬ３１を通る燃料噴射弁１の断面図である図２を参照して具体的に説明する。ここでは、便宜的に、仮想線ＶＬ３１より中心軸ＣＡ０側の噴孔３１の噴孔内壁３１ａの一部を噴孔内壁部３１１とし、仮想線ＶＬ３１より中心軸ＣＡ０側とは反対側の噴孔３１の噴孔内壁３１ａの一部を「噴孔軸を挟んで一の直線が位置する噴孔内壁部とは反対側の噴孔内壁部」としての噴孔内壁部３１２とする。このとき、図２に示される噴孔内壁部３１１上の「一の直線」としての断面線Ｌ３１１と噴孔内壁部３１２上の「他の直線」としての断面線Ｌ３１２とがなす角度が開き角β１となる。別の言い方をすれば、噴孔３１の開き角度β１は、噴孔内壁３１ａ上に位置し外側開口３１４と内側開口３１３とを結ぶ断面線（一の直線）Ｌ３１１と、噴孔軸ＶＬ３１を挟んで断面線（一の直線）Ｌ３１１とは反対側の噴孔内壁３１ａ上に位置する外側開口３１４と内側開口３１３とを結ぶ断面線（他の直線）Ｌ３１２とがなす角度である。一実施形態では、噴孔３１の開き角β１は、１０～２２°の間の角度となるよう形成されている。

[0045] また、弁座３４の一部であって噴孔３１からみて中心軸ＣＡ０がある方向とは反対の方向に位置する弁座部３４１は、弁座部３４１を含む仮想平面ＶＰ３４１を中心軸ＣＡ０に向かって延ばすと、仮想平面ＶＰ３４１は噴孔内壁部３１１と最初に交わるよう形成されている。なお、弁座部３４１は、噴孔３１の上流側において該噴孔３１に隣接する弁座３４の一部である。

[0046] 次に、噴孔３２の形状について説明する。

[0047] 噴孔３２は、噴射部３０１の内壁３０３上であって中心軸ＣＡ０から所定の距離Ｒ２の位置に設けられる内壁側中心点ＩＰ３２と中心軸ＣＡ０上の点とを通る「噴孔軸」としての仮想線ＶＬ３２と中心軸ＣＡ０とがなす角度が、噴射角α１より大きい噴射角α２となるよう形成される。

[0048] また、噴孔３２は、仮想線ＶＬ３２に垂直な断面形状が円形状となるよう形成されている。外壁３０４に形成される外側開口３２４の内径ＯＤ３２は、内壁３０３に形成される内側開口３２３の内径ＩＤ３２より大きい。すなわち、噴孔３２は、燃料噴射弁１の外部側からみて噴射ノズル３０の内部に向かうにつれて細くなるテーパ状に形成されている。

[0049] また、内径ＩＤ３２は、内径ＩＤ３１より大きい。

[0050] 噴孔３２は、内側開口３２３と外側開口３２４との間に内側開口３２３から外側開口３２４に向けて噴孔３２の断面積が広がるよう形成されている噴孔内壁３２ａが開き角β２をなすよう形成されている。

[0051] 開き角β２について、中心軸ＣＡ０及び仮想線ＶＬ３２を通る燃料噴射弁１の断面図である図２を参照して具体的に説明する。ここでは、便宜的に、仮想線ＶＬ３２より中心軸ＣＡ０側の噴孔３２の噴孔内壁３２ａの一部を噴孔内壁部３２１とし、仮想線ＶＬ３２より中心軸ＣＡ０側とは反対側の噴孔３２の噴孔内壁３２ａの一部を「一の直線が位置する噴孔内壁部とは反対側の噴孔内壁部」としての噴孔内壁部３２２とする。このとき、図２に示される噴孔内壁部３２１上の「一の直線」としての断面線Ｌ３２１と噴孔内壁部３２２の「他の直線」としての断面線Ｌ３２２とがなす角度が開き角β２となる。一実施形態では、噴孔３２の開き角β２は、１０～２２°の間の角度

となるよう形成されている。

[0052] また、弁座３４の一部であって噴孔３２からみて中心軸ＣＡ０がある方向とは反対の方向に位置する弁座部３４２は、弁座部３４２を含む仮想平面ＶＰ３４２を中心軸ＣＡ０に向かって延ばすと、噴孔３２の噴孔内壁部３２１と最初に交わるよう形成されている。

[0053] ここでは、図２に示されている二つの噴孔３１、３２のみについて、噴射角と内側開口の内径との大小関係、一つの噴孔における内側開口の内径と外側開口の内径との大小関係、開き角の大きさ、及び、弁座と噴孔内壁との位置関係を説明したが、噴射ノズル３０に形成されている他の噴孔との間においても同じ関係を有する。

[0054] すなわち、一実施形態による燃料噴射弁１では、全ての噴孔において、外側開口の内径は内側開口の内径より大きく、噴孔内壁は内側開口から外側開口に向かって噴孔の断面積を広げるよう形成されている。また、複数の噴孔の間での比較において、噴射角が小さい噴孔は、内側開口の内径が小さい。また、一実施形態による燃料噴射弁１では、弁座（弁座部）を含む仮想平面を中心軸の方向に延ばすと噴孔内壁（噴孔内壁部）に最初に衝突し、噴孔が有する開き角は、１０～２２°である。

[0055] （実験結果１）

本願の発明者は、噴孔の内側開口の内径と噴孔が形成される部位の厚みとの比の変化に対する噴霧長の変化に関する実験を行った。その実験結果を図３に示す。図３では、横軸に噴孔の内側開口の内径と噴孔が形成される部位の厚み（図２の厚みＬ３０１に相当）との比Ｌ／Ｄを示し、縦軸に当該噴孔から噴射される燃料が到達する噴孔からの距離である噴霧長ＳＤを示す。図３には、内側開口の内径が外側開口の内径より大きく形成され断面積が広がるよう噴孔内壁が形成されている噴孔において、内側開口の内径が異なる三個の噴孔について実験結果を示している。具体的には、内側開口の内径が比較的大きい噴孔の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ１、内側開口の内径が比較的小さい噴孔の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ３、内側開口の内径が比

較的中程度の噴孔の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ２として示す。また、図３には、比較例として、外側開口の内径と内側開口の内径とが同じ大きさであり、断面積が一定である噴孔についての実験結果を結ぶ仮想線を点線ＶＬ０で示す。

[0056] 図３に示すように、比Ｌ／Ｄが大きくなるほど噴霧長ＳＤは長くなる。このとき、断面積が広がるよう噴孔内壁が形成されている噴孔における比Ｌ／Ｄと噴霧長ＳＤとの関係は、比較例の燃料噴射弁が有する噴孔における比Ｌ／Ｄと噴霧長ＳＤとの関係に比べ、比Ｌ／Ｄの変化に対する噴霧長ＳＤの変化が小さい。すなわち、断面積が広がるよう噴孔内壁が形成されている噴孔は、比較例の噴孔に比べ、比Ｌ／Ｄが変化しても噴霧長ＳＤはそれほど変化しないことが明らかとなった。また、図３より、断面積が広がるよう噴孔内壁が形成されている噴孔のうち、内側開口の内径が小さい噴孔ほど噴霧長は短くなることが明らかとなった。

[0057] （実験結果２）

また、本願の発明者は、噴孔の開き角と噴霧長との関係について実験を行った。その実験結果を図４に示す。図４では、横軸に開き角ＯｐＡを示し、縦軸に噴霧長ＳＤを示す。図４には、複数の異なる噴射角における複数の開き角ＯｐＡにおける噴霧長ＳＤを示す。具体的には、噴射角０°、２０°、４０°、４５°のそれぞれの噴孔において開き角０°、１０°、２０°、２５°、３０°であるときの噴霧長ＳＤの実験結果をプロットしている。図４には、噴射角０°の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ４１、噴射角２０°の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ４２、噴射角４０°の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ４３、噴射角４５°の実験結果を結ぶ仮想線を実線ＶＬ４４で示す。また、図４には、噴霧長ＳＤの上限値ＳＤ０を示す。噴霧長ＳＤの上限値ＳＤ０とは、噴孔から噴射された燃料がエンジンの燃料室を形成するピストンやシリンダブロックの内壁に衝突する噴霧長を示している。具体的には、噴霧長ＳＤが上限値ＳＤ０より長くなると、噴射された燃料がピストンやシリンダブロックの内壁に衝突し、粒子状物質の生成量が増加する。

[0058] 図４に示すように、開き角０°の場合、噴霧長ＳＤが上限値ＳＤ０より長くなるため、粒子状物質の生成量が増加する。一方、開き角１０°、２０°、２５°、３０°の場合、噴霧長ＳＤは上限値ＳＤ０より短くなることが明らかとなった。

[0059] また、同じ開き角ＯｐＡにおける噴射角の違いについては、大きな差異は認められなかったが、噴射角が大きいほど噴霧長ＳＤは短くなる。

[0060] （実験結果３）

また、本願の発明者は、燃料噴射弁１について噴孔の開き角と流量低下率との関係について実験を行った。その実験結果を図５に示す。図５では、横軸に噴孔の開き角ＯｐＡを示し、縦軸に流量低下率Ｆ０を示す。ここで、「流量低下率Ｆ０」とは、内側開口から噴孔に流入した燃料の量から外側開口から噴射された燃料の量を引いた値を内側開口から噴孔に流入した燃料の量で割った値であって、流量低下率Ｆ０が大きいと噴孔を形成する部位の外壁に燃料が付着している量が多いことを示す。図５には、開き角０°、１５°、２０°、２５°の噴孔においてそれぞれ４回実験を行い、得られた実験結果の平均を結んだ仮想線を実線ＶＬ５１で示している。また、図５には、流量低下率Ｆ０の上限値として流量低下率ＦＬ０を示す。

[0061] 図５に示す実線ＶＬ５１と流量低下率ＦＬ０との関係から開き角が１０°から２２°において流量低下率Ｆ０が流量低下率ＦＬ０を下回ることが明らかとなった。図４に示した実験結果より噴霧長ＳＤが比較的短くなる開き角２２°以上の噴孔では、噴孔における燃料の剥離が効率的に行われないため、外壁に付着する燃料の量が多くなり、流量低下率Ｆ０が流量低下率ＦＬ０を上回るものと思われる。

[0062] 一実施形態による燃料噴射弁１では、噴孔３１の外側開口３１４の内径ＯＤ３１が噴孔３１の内側開口３１３の内径ＯＤ３１より大きくなるよう噴孔３１が形成されている。また、噴孔３１の噴孔内壁３１ａは、断面積が広がるよう形成されている。

[0063] 噴孔の断面積が広がるよう噴孔内壁を形成すると、図３に示したように、

内側開口から外側開口に向けて断面積が一定となるよう噴孔内壁が形成されている場合に比べ、比Ｌ／Ｄの変化に応じた噴霧長ＳＤの変化が小さくなる。これにより、噴孔を流れる燃料の量や噴孔の噴射角の設定などによって比Ｌ／Ｄが変化しても噴霧長ＳＤがそれほど変化しなくなる。したがって、噴霧長が変化しないように噴孔が形成される部位の厚みを調整する加工が不要となり、燃料噴射弁１の製造工数を低減することができる。

[0064] また、燃料噴射弁１では、噴孔３１、３２は、噴孔３１、３２を形成する噴孔内壁３１ａ、３２ａのうち中心軸ＣＡ０側の噴孔内壁部３１１、３２１と弁座部３４１、３４２を含む仮想平面ＶＰ３４１、ＶＰ３４２とが交差するよう形成されている。ニードル４０と弁座３４とが離間するとき、噴孔３１、３２に向かって弁座部３４１、３４２の表面を流れる燃料がハウジング２０の他の部位に衝突することなく噴孔３１、３２を形成する噴孔内壁３１ａ、３２ａの噴孔内壁部３１１、３２１に衝突する。噴孔内壁部３１１、３２１に衝突した燃料は、燃料通路１８における圧力を維持したまま噴孔内壁部３１１、３２１に押さえ付けられつつ流れる。これにより、燃料が噴孔内壁部３１１、３２１上において液膜を形成する一方、噴孔内壁部３１２、３２２上には気相が形成されるため、燃料の液膜表面から燃料が微粒化しやすくなる。したがって、燃料の微粒化が促進され、粒子状物質の生成量を低減することができる。

[0065] また、燃料噴射弁１では、噴孔の噴射角が小さいほど当該噴孔の内側開口の内径が小さくなるよう噴孔が形成されている。

[0066] 噴孔から噴射された燃料の噴霧長が長くなると、噴射された燃料はピストンや燃焼室を形成するシリンダブロックに衝突する。ピストンやシリンダブロックに衝突した燃料は燃焼が不完全になりやすく、粒子状物質を生成するおそれがある。噴孔の噴射角が小さくなると、弁座部を含む仮想平面と当該噴孔の噴孔内壁部とがなす角度である衝突角が小さくなるため、燃料が噴孔内壁部に押し付けられる力は小さくなり、燃料が微粒化しにくくなる。一方で、噴孔における燃料の流速は比較的速くなるため、噴霧長が延びる傾向に

ある。このため、燃料が微粒化しにくく、かつ、噴霧長が長くなるため、粒子状物質の生成量が増加するおそれがある。

[0067] そこで、一実施形態による燃料噴射弁１では、噴射角α２より小さい噴射角α１を有する噴孔３１について、内側開口３１３の内径ＩＤ３１を噴射角α２を有する噴孔３２の内側開口３２３の内径ＩＤ３２より小さくする。これにより、図３に示したように、噴霧長が比較的短くなり、ピストンやシリンダブロックに燃料が衝突することを防止する。また、内側開口の内径ＩＤ３１を相対的に小さくすることによって燃料の流速をさらに速くし、燃料が微粒化しやすくなる。これにより、燃料を微粒化しつつ、ピストンやシリンダブロックに衝突し粒子状物質の生成量が増加することを防止することができる。

[0068] また、燃料噴射弁１では、噴孔３１、３２は、開き角β１、β２が１０°～２２°の間となるよう形成されている。図４、５に示したように、噴孔の開き角ＯｐＡがこの角度の範囲にあると、噴霧長ＳＤを適度に短くしつつ流量低下率Ｆ０を低く抑えることができる。これにより、噴射部３０１の外壁３０４に付着する燃料の量を低減し、かつ、噴孔から噴射された燃料がピストンや燃焼室を形成するシリンダブロックに衝突することを防止する。したがって、開き角β１、β２が１０°～２２°の間となるよう噴孔３１、３２を形成することによって、粒子状物質の生成量をさらに低減することができる。

[0069] （他の実施形態）

（Ａ）上述の実施形態では、噴孔の開き角は１０～２２°であるとした。しかしながら、噴孔の開き角はこれに限定されない。０°より大きければよい。

[0070] （Ｂ）上述の実施形態では、燃料通路を流れる燃料の圧力は、１ＭＰａ以上であるとした。しかしながら、燃料の圧力はこれに限定されない。エンジンの燃焼室に直接燃料を噴射可能な程度の圧力であればよい。

[0071] （Ｃ）上述の実施形態では、噴孔は、断面形状が円形状となるよう形成さ

れるとした。しかしながら、噴孔の断面形状はこれに限定されない。

[0072] 以上、本開示はこのような実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

請求の範囲

[請求項1] 中心軸（ＣＡ０）の方向における一端に形成され燃料が噴射される複数の噴孔（３１、３２）、前記複数の噴孔（３１、３２）の周囲に形成される弁座（３４）、及び、前記複数の噴孔（３１、３２）への燃料が流通する燃料通路（１８）を有する筒状のハウジング（２０）と、

前記ハウジング（２０）に前記中心軸（ＣＡ０）の方向に往復移動可能に収容され、前記弁座（３４）に離間または当接すると前記複数の噴孔（３１、３２）を開閉するニードル（４０）と、

通電されると磁界を発生するコイル（３８）と、

前記ハウジング（２０）内で前記コイル（３８）が発生する磁界内に固定される固定コア（３５）と、

前記固定コア（３５）の前記弁座（３４）側に前記ハウジング（２０）の前記中心軸（ＣＡ０）の方向に往復移動可能に設けられ、前記コイル（３８）に通電されると前記固定コア（３５）の方向に吸引される可動コア（４７）と、

を備え、

前記ハウジング（２０）の外壁（３０４）に形成される前記各噴孔（３１、３２）の外側開口（３１４、３２４）の内径（ＯＤ３１、ＯＤ３２）は、前記ハウジング（２０）の内壁（３０３）に形成される当該噴孔（３１、３２）の内側開口（３１３、３２３）の内径（ＩＤ３１、ＩＤ３２）より大きく、

前記弁座（３４）および前記各噴孔（３１、３２）は、前記弁座（３４）を含む仮想平面（ＶＰ３４１、ＶＰ３４２）を前記ハウジング（２０）の中心軸（ＣＡ０）に向かって延ばすと前記外側開口（３１４、３２４）と前記内側開口（３１３、３２３）との間に前記内側開口（３１３、３２３）から前記外側開口（３１４、３２４）に向けて当該噴孔（３１、３２）の断面積を広げるよう形成される噴孔内壁（

３１ａ、３２ａ）と最初に交わるよう形成され、

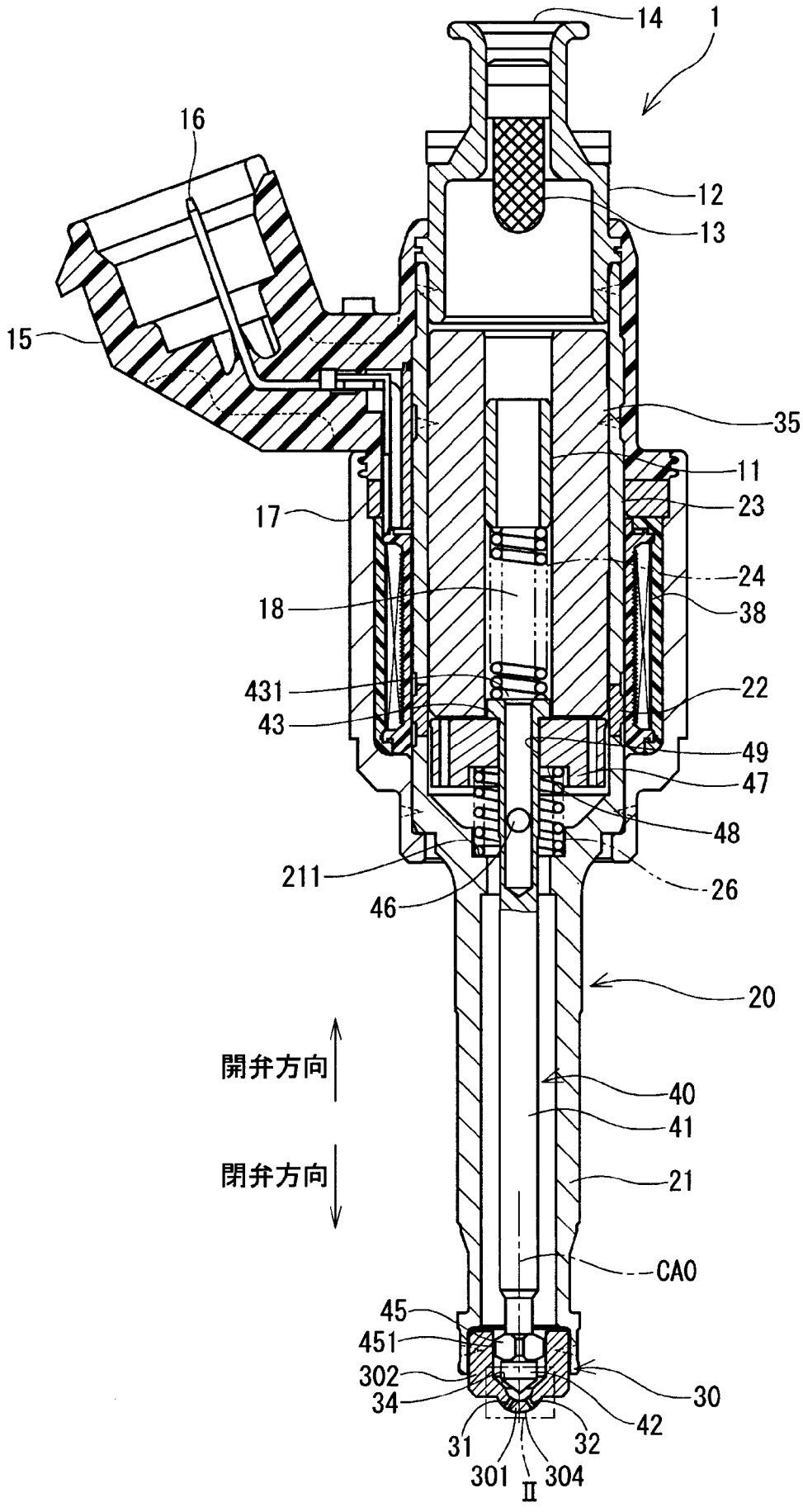
前記各噴孔（３１、３２）は、前記ハウジング（２０）の内壁（３０３）上に設けられる前記噴孔（３１、３２）の内壁側中心点（ＩＰ３１、ＩＰ３２）と前記ハウジング（２０）の中心軸（ＣＡ０）上の点とを通る噴孔軸（ＶＬ３１、ＶＬ３２）が前記ハウジング（２０）の中心軸（ＣＡ０）と形成する角度である噴射角（α１、α２）が小さいほど前記内側開口（３１３、３２３）の内径（ＩＤ３１、ＩＤ３２）が小さくなるよう形成される燃料噴射弁。

[請求項2] 前記各噴孔（３１、３２）の開き角度（β１、β２）は１０～２２°であり、前記各噴孔（３１、３２）の開き角度（β１、β２）は、前記噴孔内壁（３１ａ、３２ａ）上に位置し前記外側開口（３１４、３２４）と前記内側開口（３１３、３２３）とを結ぶ一の直線（Ｌ３１１、Ｌ３２１）と、前記噴孔軸（ＶＬ３１、ＶＬ３２）を挟んで前記一の直線とは反対側の前記噴孔内壁（３１ａ、３２ａ）上に位置する前記外側開口（３１４、３２４）と前記内側開口（３１３、３２３）とを結ぶ他の直線（Ｌ３１２、Ｌ３２２）とがなす角度である請求項１に記載の燃料噴射弁。

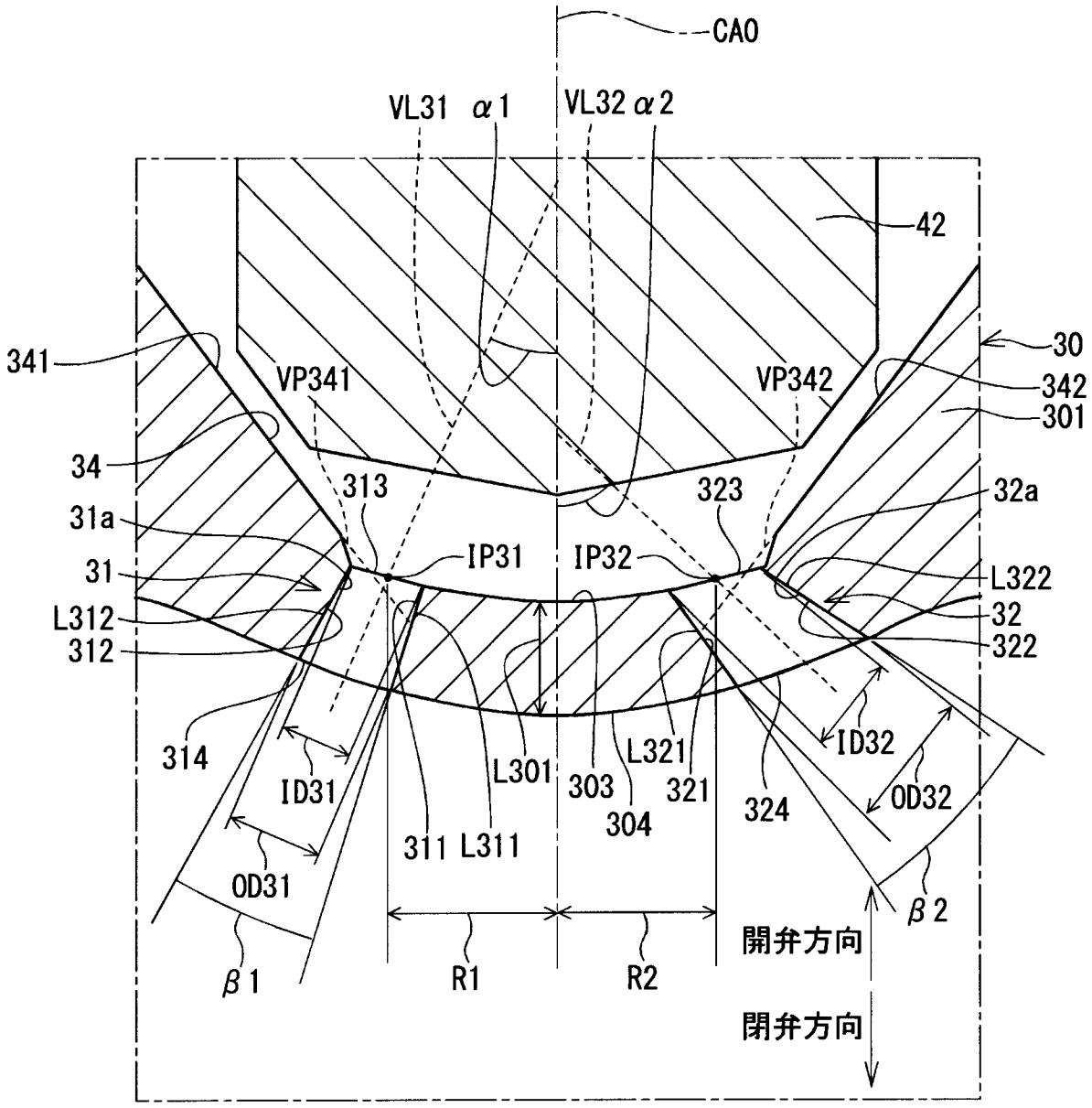
[請求項3] 前記各噴孔（３１、３２）から噴射される燃料の圧力は、１ＭＰａ以上である請求項１または２に記載の燃料噴射弁。

[請求項4] 前記複数の噴孔（３１、３２）のうちの１つの噴孔の前記噴射角は、前記複数の噴孔（３１、３２）のうちの別の１つの噴孔の前記噴射角より小さく、前記複数の噴孔（３１、３２）のうちの前記１つの噴孔の前記内側開口の前記内径は、前記複数の噴孔（３１、３２）のうちの前記別の１つの噴孔の前記内側開口の前記内径より小さい請求項１～３のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

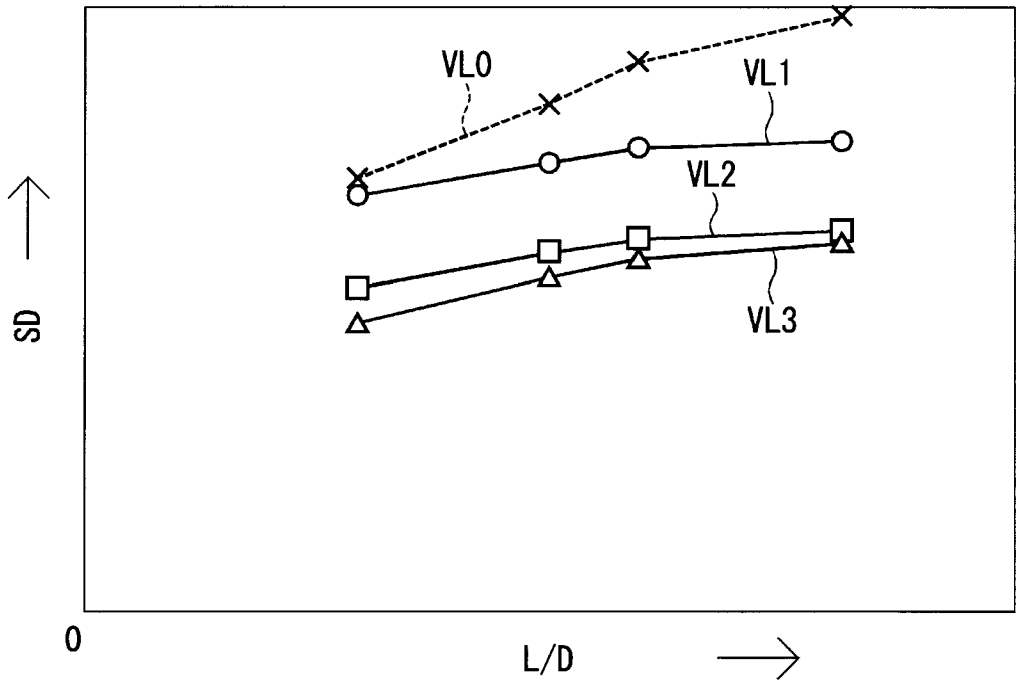
[図1]


14
1
16
12
13
15
35
11
17
23
24
18
38
431
22
43
49
47
48
211
26
46
20
開弁方向
40
41
閉弁方向
21
CA0
45
451
302
30
34
42
31
32
301
304
II

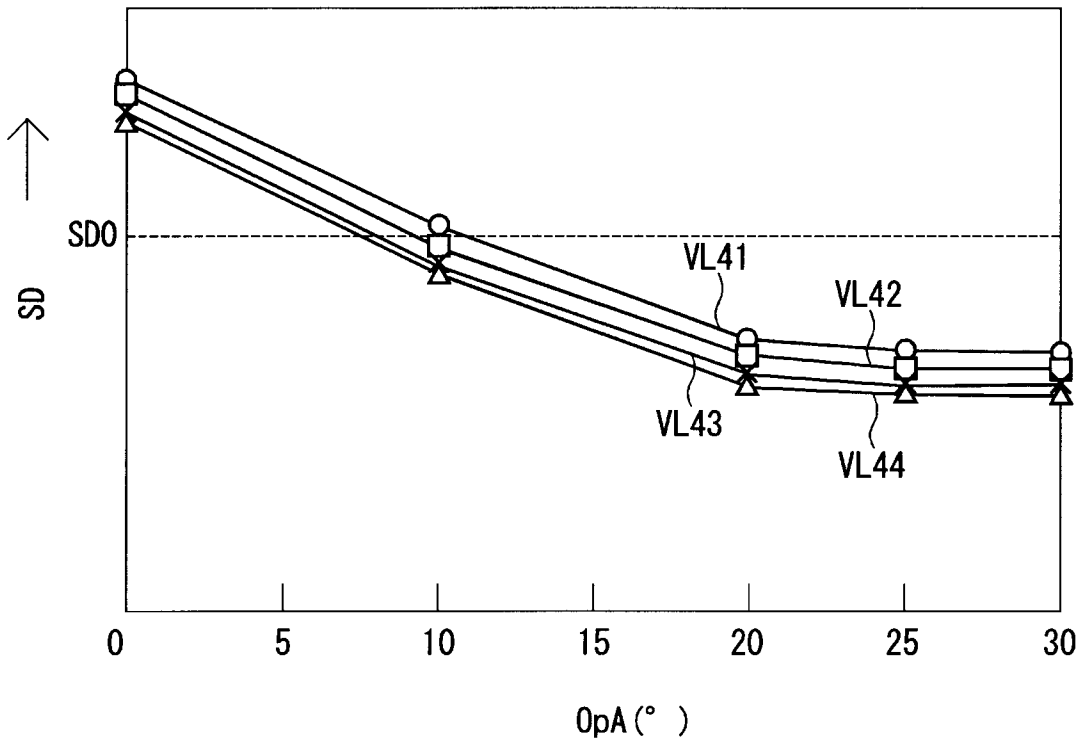
[図2]


CA0
VL31
α1
VL32
α2
42
341
30
VP341
VP342
342
301
34
313
323
32a
31a
IP31
IP32
31
L322
L312
32
312
322
314
ID31
L301
303
L321
321
324
ID32
OD32
311
L311
304
OD31
β2
β1
R1
R2
開弁方向
閉弁方向

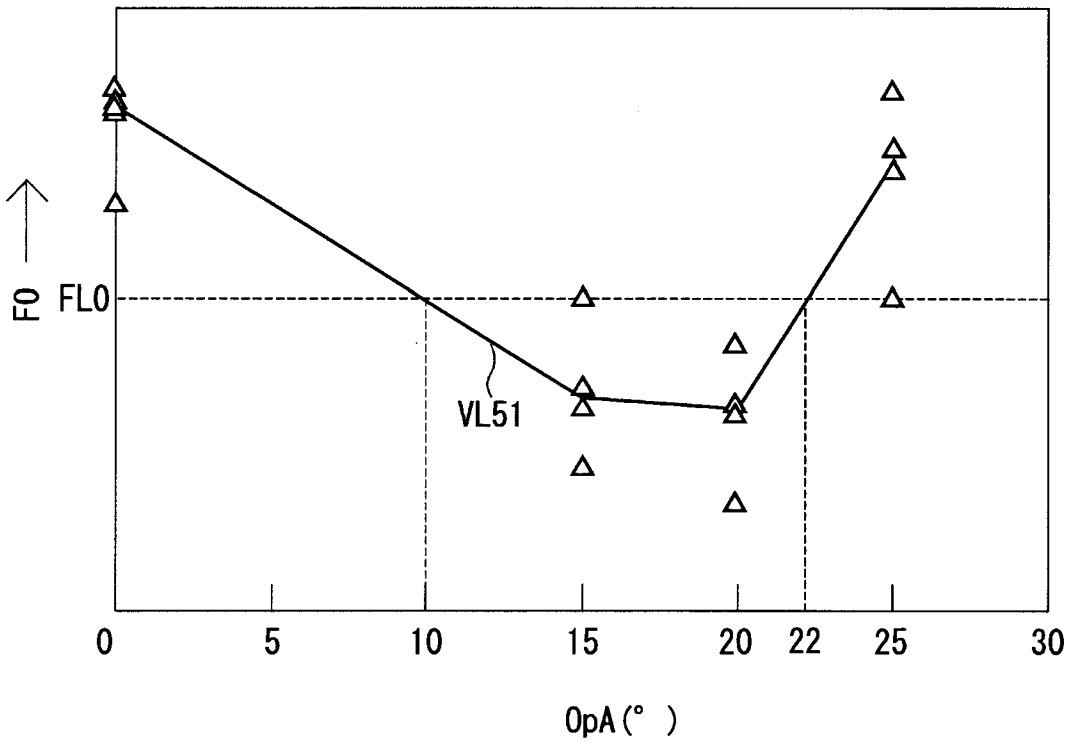
[図3]


VL0
VL1
VL2
VL3
SD
0
L/D

[図4]


SD0
VL41
VL42
VL43
VL44
SD
0
5
10
15
20
25
30
θpA(°)

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/000394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02M61/18(2006.01)i, *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)
F02M61/18, F02M51/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2010-151053 A (Denso Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraphs [0029] to [0041]; fig. 1 to 7 & DE 102009055102 A1	1-4
Y	JP 2006-207419 A (Kehin Corp.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraphs [0024] to [0051]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-4
Y	JP 2004-19569 A (Denso Corp.), 22 January 2004 (22.01.2004), paragraph [0059]; fig. 13 to 14 (Family: none)	1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13 April 2015 (13.04.15)	28 April 2015 (28.04.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/000394

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009/0283612 A1 (CATERPILLAR INC.), 19 November 2009 (19.11.2009), paragraph [0027]; fig. 4 (Family: none)	1-4
Y	JP 2012-246897 A (Denso Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraph [0022]; fig. 3 (Family: none)	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０００３９４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02M61/18(2006.01)i, 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.　F02M61/18, 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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2010-151053 A (株式会社デンソー) 2010.07.08, 段落[0029]-[0041], 第1-7図 & DE 102009055102 A1	1-4
Y	JP 2006-207419 A (株式会社ケーヒン) 2006.08.10, 段落[0024]-[0051], 第1-5図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2004-19569 A (株式会社デンソー) 2004.01.22, 段落[0059], 第13-14図 (ファミリーなし)	1-4

☑　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
１３．０４．２０１５	２８．０４．２０１５

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　９８２２
川口　真一
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	US 2009/0283612 A1 (CATERPILLAR INC.) 2009.11.19, 段落[0027], 第４図（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2012-246897 A（株式会社デンソー）2012.12.13, 段落[0022], 第３図（ファミリーなし）	2