

(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
2017年8月24日(24.08.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/141592 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/JP2017/000938
- (22) 国際出願日: 2017年1月13日(13.01.2017)
- (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 2016-025800 2016年2月15日(15.02.2016) 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: 丹羽 雅之(NIWA Masayuki); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内 Aichi (JP). 加藤 典嗣(KATO Noritugu); 〒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(JIN Shunji); 〒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).

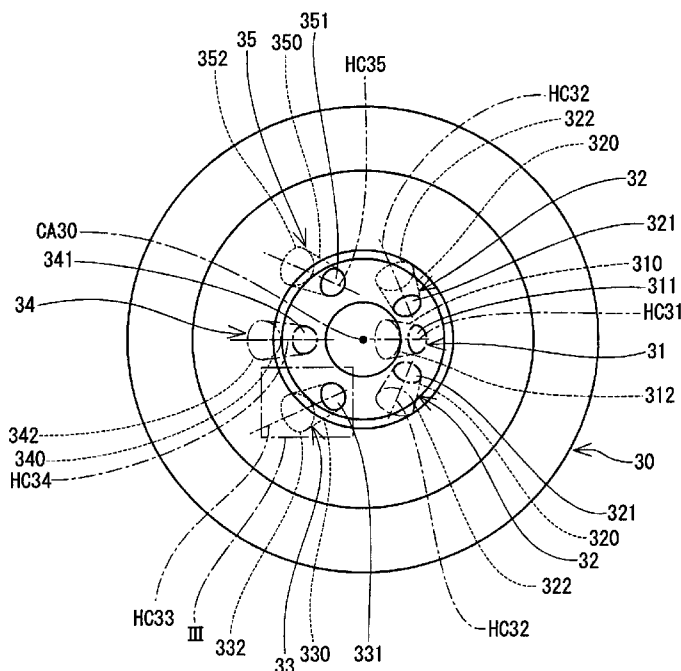
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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))

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁



(57) Abstract: A nozzle body (20) has nozzle holes (31, 32, 33, 34, 35, 36) and a valve seat (306). A needle (40) restricts the flow of fuel through the nozzle holes when in contact with the valve seat and permits the flow of fuel through the nozzle holes when separated from the valve seat. The nozzle hole passages (310, 320, 330, 340, 350, 360) of the nozzle holes provide communication between inner openings (311, 321, 331, 341, 351, 361) and outer openings (312, 322, 332, 342, 352, 362). The cross-sectional area of the inner openings of the nozzle holes is less than the cross-sectional area of the outer openings of the nozzle holes. The needle moves in the valve closing direction to come in contact with the valve seat. First inner walls (335) of the nozzle holes are located on the valve closing direction side of the nozzle hole axes (HC31, HC32, HC33, HC34, HC35, HC36). Second inner walls (336) of the nozzle holes are located on the side opposite the valve closing direction side of the nozzle hole axes. The nozzle hole passages are formed from the first inner walls and the second inner walls.

(57) 要約: ノズルボディ(20)は、噴孔(31、32、33、34、35、36)及び弁座(306)を有する。ニードル(40)は、弁座に当接すると噴孔を介した燃料の流れを規制し、弁座から離間すると噴孔を介した燃料の流れを許容する。噴孔の噴孔通路(310、320、330、340、350、360)は、内側開口(311、321、331、341、351、361)と外側開口(312、322、332、342、352、362)とを連通する。噴孔の内側開口の断面積は、噴孔の外側開口の断面積に比べ小さい。ニードルは、閉弁方向に移動し弁座と当接する。噴孔の第一内壁(335)は、噴孔軸(HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36)の閉弁方向側に位置する。噴孔の第二内壁(336)は、噴孔軸の閉弁方向側とは反対側に位置する。噴孔通路は、第一内壁及び第二内壁とから形成される。

51、361)と外側開口(312、322、332、342、352、362)とを連通する。噴孔の内側開口の断面積は、噴孔の外側開口の断面積に比べ小さい。ニードルは、閉弁方向に移動し弁座と当接する。噴孔の第一内壁(335)は、噴孔軸(HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36)の閉弁方向側に位置する。噴孔の第二内壁(336)は、噴孔軸の閉弁方向側とは反対側に位置する。噴孔通路は、第一内壁及び第二内壁とから形成される。

WO 2017/141592 A1

明 細 書

発明の名称： 燃料噴射弁

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年2月15日に出願された日本出願番号2016-25800号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0003] 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では、エンジンが有する燃焼室における燃料の噴霧状態を最適化するため、様々な噴孔形状が提案されている。例えば、特許文献1には、断面積が内側開口から外側開口にかけて拡大する噴孔を有するノズルボディを備え、当該噴孔の内側開口と外側開口とを連通する噴孔通路を形成する内壁に径内方向に突出部が形成されている燃料噴射弁が記載されている。

[0004] 一般に、噴孔通路を流れる燃料は内側開口に流入する前の燃料が内側開口の中心と外側開口の中心とを結ぶ噴孔軸に非平行な方向から流れてくるため、噴孔通路を形成する内壁の一部に燃料の液膜が形成される。特許文献1に記載の燃料噴射弁では、燃料の液膜が噴孔通路の内壁に沿って周方向に広がるよう燃料の液膜が形成される内壁に突出部を設けている。しかしながら、燃料の液膜が広がる範囲が変化すると、燃焼室における燃料の広がり範囲や噴霧形状などが変化する。このため、当該噴孔から噴射される燃料の噴霧特性が燃料噴射の度に変化する事が懸念される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-57462号公報

発明の概要

[0006] 本開示は、燃料の噴霧特性の安定性を向上する燃料噴射弁を提供すること

を目的とする。

[0007] 本開示の第一の態様における燃料噴射弁は、燃料を噴射可能な噴孔、及び、前記噴孔の内側開口の周囲に形成される弁座を有するノズルボディを備える。前記燃料噴射弁は、前記弁座に当接可能に設けられ、前記弁座に当接すると前記噴孔を介した前記ノズルボディ内と外部との燃料の流れを規制し、前記弁座から離間すると前記噴孔を介した前記ノズルボディ内と外部との燃料の流れを許容するニードルを、更に備える。前記燃料噴射弁は、前記ニードルを往復移動可能な駆動部を、更に備える。前記噴孔は、前記内側開口の断面積が前記噴孔の外側開口の断面積に比べ小さくなるよう形成される。前記ノズルボディの中心軸に沿って往復移動する前記ニードルが前記弁座と当接するよう移動する方向は、前記中心軸の閉弁方向である。前記内側開口と前記外側開口とを連通する前記噴孔の噴孔通路は、前記噴孔の噴孔軸の前記閉弁方向側に位置する第一内壁、及び、前記噴孔軸の前記閉弁方向側とは反対側に位置し前記第一内壁に比べ前記噴孔軸の近くに形成される第二内壁とから形成される。

図面の簡単な説明

[0008] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]本開示の第一実施形態による燃料噴射弁の断面図であり、
[図2]図1のⅠ－Ⅰ線断面図であり、
[図3]図2のⅠ－Ⅰ部拡大図であり、
[図4]図3のⅡ－Ⅱ線断面図であり、
[図5]図4のⅢ－Ⅲ線断面図であり、
[図6]図5のⅣ部拡大図であり、
[図7]本開示の第一実施形態による燃料噴射弁の効果を説明する模式図であり、
、
[図8]本開示の第一実施形態による燃料噴射弁の効果を説明する特性図であり、
、

[図9]本開示の第二実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図であり、
[図10]図9のX部拡大図であり、
[図11]本開示の第二実施形態による燃料噴射弁の効果を説明する特性図であり、
[図12]本開示の第三実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図であり、
[図13]本開示の第三実施形態による燃料噴射弁の効果を説明する特性図であり、
[図14]本開示の第四実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図であり、
[図15]本開示の第五実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図であり、
[図16]本開示の第五実施形態による燃料噴射弁の効果を説明する模式図であり、
[図17]本開示の第六実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図であり、
また
[図18]本開示の第七実施形態による燃料噴射弁が有する噴孔の断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の複数の実施形態について図面に基づいて説明する。

[0010] (第一実施形態)

本開示の第一実施形態による燃料噴射弁を図1～8に基づいて説明する。
図1には、第一実施形態による燃料噴射弁1の断面図を示す。なお、図1には、ノズルボディ20が有する噴射ノズル30の中心軸CA30に沿ってニードル40が弁座306に当接するよう移動する方向である閉弁方向、及び、ニードル40が弁座306から離間するよう移動する方向である開弁方向を図示する。

[0011] 燃料噴射弁1は、図示しない直噴式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直噴式エンジンに噴射供給する。燃料噴射弁 1 は、ノズルボディ 20、ニードル 40、可動コア 47、固定コア 44、コイル 38、スプリング 24、26などを備える。可動コア 47、固定コア 44及びコイル 38は、特許請求の範囲に記載の「駆動部」に相当する。

[0012] ノズルボディ 20は、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などから構成されている。第一筒部材 21、第二筒部材 22及び第三筒部材 23は、いずれも略円筒状の部材であって、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。

[0013] 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、有底筒状の部材であって、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。

[0014] 噴射部 301は、噴射ノズル 30の中心軸 CA 30上の点を中心とした中空の半球状の部位である。噴射部 301の内壁面 303は、球面状に形成されている。内壁面 303は、噴孔から噴射される燃料が一旦滞留するサック 304を形成する。噴射部 301の外壁面 305は、中心軸 CA 30の方向に突出している。噴射部 301は、ノズルボディ 20の内部と外部とを連通する噴孔を複数有する。本実施形態では、図 2に示すように、六個の噴孔 31、32、33、34、35、36が周方向に配置されている。

[0015] 噴孔 31、32、33、34、35、36のそれぞれは、当該噴孔を加工する際に当該噴孔を加工するための加工具を進める方向と同じ方向に設定される噴孔軸 HC 31、HC 32、HC 33、HC 34、HC 35、HC 36を有する。噴孔 31は、内壁面 303上の開口である内側開口 311、外壁面 305上の開口である外側開口 312、及び、内側開口 311と外側開口 312とを連通する噴孔通路 310などを有する。噴孔 31は、噴孔軸 HC 31に垂直な断面形状が曲線から形成されている。噴孔 32は、内壁面 30

3上の開口である内側開口321、外壁面305上の開口である外側開口322、及び、内側開口321と外側開口322とを連通する噴孔通路320などを有する。噴孔32は、噴孔軸HC32に垂直な断面形状が曲線から形成されている。噴孔33は、内壁面303上の開口である内側開口331、外壁面305上の開口である外側開口332、及び、内側開口331と外側開口332とを連通する噴孔通路330などを有する。噴孔33は、噴孔軸HC33に垂直な断面形状が曲線から形成されている。噴孔34は、内壁面303上の開口である内側開口341、外壁面305上の開口である外側開口342、及び、内側開口341と外側開口342とを連通する噴孔通路340などを有する。噴孔34は、噴孔軸HC34に垂直な断面形状が曲線から形成されている。噴孔35は、内壁面303上の開口である内側開口351、外壁面305上の開口である外側開口352、及び、内側開口351と外側開口352とを連通する噴孔通路350などを有する。噴孔35は、噴孔軸HC35に垂直な断面形状が曲線から形成されている。噴孔36は、内壁面303上の開口である内側開口361、外壁面305上の開口である外側開口362、及び、内側開口361と外側開口362とを連通する噴孔通路360などを有する。噴孔36は、噴孔軸HC36に垂直な断面形状が曲線から形成されている。内壁面303にはニードル40が当接可能な環状の弁座306が形成される。噴孔の詳細な形状は、後述する。

[0016] 筒部302は、噴射部301の径方向外側を囲み、噴射部301の外壁面305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、他方の端部が第一筒部材21に接続している。

[0017] ニードル40は、ノズルボディ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などから構成されている。

[0018] 軸部41は、円筒棒状の部位である。軸部41とシール部42との間には摺動部45が設けられている。摺動部45は、略円筒状の部位であって、外壁451の一部が面取りされている。摺動部45は、外壁451の面取りさ

れていない部分が噴射ノズル 30 の内壁と摺動可能である。これにより、ニードル 40 は、弁座 306 側の先端部での往復移動が案内される。軸部 41 は、摺動部 45 が設けられる側とは反対側の端部に軸部 41 の内壁と外壁とを接続する孔 46 を有する。

[0019] シール部 42 は、軸部 41 の弁座 306 側の端部に弁座 306 に当接可能に設けられている。シール部 42 と弁座 306 とが当接すると噴孔 31、32、33、34、35、36 を介したノズルボディ 20 内と外部との燃料の流れを規制される。また、シール部 42 と弁座 306 から離間すると噴孔 31、32、33、34、35、36 を介したノズルボディ 20 内と外部との燃料の流れが許容される。

[0020] 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、外径が軸部 41 の外径より大きい。大径部 43 の弁座 306 側の端面は、可動コア 47 に当接可能に形成されている。

[0021] ニードル 40 は、噴射ノズル 30 の内壁に摺動している摺動部 45、及び、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ている軸部 41 を有する。これにより、ニードル 40 のノズルボディ 20 内での往復移動が案内される。

[0022] 可動コア 47 は、磁気安定化処理が施されている略円筒状の部材である。可動コア 47 は、大径部 43 の噴射ノズル 30 側に往復移動可能に設けられる。可動コア 47 は、略中央に貫通孔 49 を有する。貫通孔 49 には、ニードル 40 の軸部 41 が挿通されている。

[0023] 固定コア 44 は、磁気安定化処理が施されている略円筒状の部材である。固定コア 44 は、ノズルボディ 20 の第三筒部材 23 と溶接され、ノズルボディ 20 の内側に固定されている。

[0024] コイル 38 は、略円筒状の部材であって、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し、固定コア 44、可動コア 47、第一筒部材 21 及び第三筒部材 23 を通る磁気回路を形成する。これにより、固定コア 44 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４４に吸引される。

[0025] スプリング２４は、一端が大径部４３のスプリング当接面４３１に当接するように設けられている。スプリング２４の他端は、固定コア４４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３０６の方向、すなわち閉弁方向に付勢している。

[0026] スプリング２６は、一端が可動コア４７の噴射ノズル３０側の端面４８に当接するように設けられている。スプリング２６の他端は、第一筒部材２１が有する環状の段差面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を弁座３０６とは反対の方向、すなわち開弁方向に付勢している。本実施形態では、スプリング２４の付勢力は、スプリング２６の付勢力に比べ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、シール部４２は弁座３０６に当接した状態、すなわち閉弁状態となる。

[0027] 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。

[0028] 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はコネクタ１５が設けられている。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を覆う筒状のホルダ１７が設けられている。

[0029] 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４４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。

[0030] 本実施形態による燃料噴射弁 1 は、噴孔の形状に特徴がある。ここでは、図 3～6 に基づいて、噴孔 33 の形状について説明する。図 3 には、噴孔 33 をノズルボディ 20 の内部側からみた模式図を示す。図 4 には、噴射ノズル 30 の噴孔軸 HC 33 を含む平面であって中心軸 CA 30 に平行な第一仮想平面 VP 1 上の断面を示す。図 4 には、図 1 に示す閉弁方向及び開弁方向を示す。また、図 5 には、噴孔 33 の噴孔軸 HC 33 に垂直な第二仮想平面 VP 2 上の断面を示す。なお、ここでは、噴孔 33 の形状についてのみ説明するが、燃料噴射弁 1 が有する他の噴孔 31、32、34、35、36 も同様の特徴を有している。

[0031] 図 3 に示すように、内側開口 331 の断面積は、外側開口 332 の断面積に比べ小さくなっている。内側開口 331 は、断面形状が真円とは異なる形状をなしている。具体的には、噴孔軸 HC 33 上の点 HC 331 を中心とする仮想円 VC 331 を基準として比較すると、内側開口 331 を形成する縁部のうち一方の側の縁部 333 は、他方の側の縁部 334 に比べ点 HC 331 の近くに位置している。また、外側開口 332 は、断面形状が真円とは異なる形状をなしている。具体的には、噴孔軸 HC 33 上の点 HC 332 を中心とする仮想円 VC 332 を基準として比較すると、外側開口 332 を形成する縁部のうち一方の側の縁部 338 が他方の側の縁部 339 に比べ点 HC 332 の近くに位置している。

[0032] 噴孔 33 が有する二つの開口の形状について、内側開口 311 と外側開口 312 とを連通する噴孔通路 330 の形状から図 4～6 に基づいてさらに詳細に説明する。

[0033] 本実施形態では、噴孔通路 330 は、第一内壁 335 及び第二内壁 336 から形成されている。第一内壁 335 は、図 4 に示す断面形状が図 4 に示す

噴孔軸HC33の閉弁方向側に位置している。また、第二内壁336は、図4に示す断面形状が図4に示す噴孔軸HC33の「閉弁方向側とは反対側」としての開弁方向側に位置している。なお、図4には、噴孔軸HC33の開弁方向側において噴孔軸HC33から第一内壁335までの距離と同じ距離にある仮想線VL336を示している。仮想線VL336は、図3における仮想円VC331と仮想円VC332とを噴孔軸HC33に沿う方向で繋げた線でもある。

[0034] また、第一内壁335は、図5に示すように、噴孔33の横断面形状でもある第二仮想平面VP2上の断面形状が噴孔軸HC33上の点を中心とする仮想円VC335の円弧状に形成されている。すなわち、噴孔軸HC33は、第一内壁335の第二仮想平面VP2上の断面形状を円周の一部に含む仮想円VC335の中心を繋げた線でもある。

[0035] 本実施形態では、第一仮想平面VP1と第一内壁335との交線を第一交線CL33とすると、第一内壁335は、図5に示すように、第二仮想平面VP2上の断面形状が噴孔軸HC33上の点からみて第一交線CL33上の点から二つの周方向のそれぞれに90度の中心角をなすよう形成されている（図5に示す角度A11、A12）。すなわち、第一内壁335は、第二仮想平面VP2上の断面形状が第一仮想平面VP1を対称面とする面对称となるよう形成されている。なお、図5には、便宜的に、第一内壁335と第二内壁336との接続点P33と噴孔軸HC33上の点とを結ぶ仮想線VL3を示している。

[0036] また、第二内壁336は、第二仮想平面VP2上の断面形状が第一内壁335の断面形状に比べ噴孔軸HC33の近くに位置する。本実施形態では、第二内壁336は、第二仮想平面VP2上の第一内壁335の断面形状に比べ噴孔軸HC33側につぶれた形状をなしている。また、本実施形態では、第二内壁336は、第二仮想平面VP2上の断面形状が噴孔軸HC33上の点からみて180度の中心角をなすよう形成されている（図5に示す角度A13）。これにより、第二内壁336は、第二仮想平面VP2上の断面形状

が第一仮想平面VP1を対称面とする面对称となるよう形成されている。

[0037] 第二内壁336の第一内壁335と接続する端部E336は、図6に示すように、第一内壁335と滑らかに接続するよう形成されている。これにより、噴孔通路330を形成する内壁は曲面から形成されることとなる。本実施形態では、第二内壁336の端部E336の断面形状を円弧の一部として含む仮想円VC337の半径を半径R2とし、第一内壁335の断面形状を円弧の一部として含む仮想円VC335の半径を半径R1とすると、第二内壁336の端部E336は、 $R2/R1$ が0.2以下となるよう形成されている。

[0038] (1) 次に、本実施形態による燃料噴射弁1の作用について図7に基づいて説明する。

[0039] 図7(a)には、噴孔33の噴孔軸HC33に垂直な断面図である横断面を示す。また、図7(b)には、比較例としての燃料噴射弁9が有する噴孔93の噴孔軸HC93に垂直な断面図である横断面を示す。比較例の燃料噴射弁9では、噴孔93の横断面形状は、噴孔軸HC93上の点を中心とする真円状に形成されている。

[0040] 比較例の燃料噴射弁9において、ニードルが弁座から離間すると、ノズルボディ内の燃料が噴孔93に流入する。噴孔93に流入する燃料は、噴孔93の噴孔通路930を形成する噴孔内壁上に液膜LF9を形成する。ここで、噴孔軸HC93からみて比較的厚めの燃料の液膜LF9が形成される一方の側の噴孔内壁を噴孔内壁935とし、噴孔軸HC93を挟んで噴孔内壁935とは反対側に位置する噴孔内壁を噴孔内壁936とする。比較例の燃料噴射弁9では、噴孔93の横断面形状は、噴孔軸HC93上の点を中心とする真円状に形成されているため、図7(b)に示すように、噴孔内壁935上の燃料の液膜LF9の一部は、噴孔通路930の周方向に移動しやすい。このため、燃料の液膜LF9は、噴孔内壁936上にも形成されやすい。噴孔内壁935上の燃料の液膜LF9の長さL95に対する噴孔内壁936上の燃料の液膜LF9の長さL961、L962の合計の比を燃料の液膜LF

9の広がり度 D_{sp} とすると、燃料噴射弁9では、当該広がり度 D_{sp} は、比較的大きな値となる。

[0041] 一方、燃料噴射弁1では、噴孔軸HC33からみて比較的厚めの燃料の液膜LF3が形成される第一内壁335は、横断面形状が真円の円弧状に形成されている一方、第二内壁336は、横断面形状が第一内壁335の断面形状に比べ噴孔軸HC33の近くに位置するよう形成されている。これにより、図7(a)に示すように、第一内壁335上に形成される燃料の液膜LF3は、第二内壁336上に比較的移動しにくくなる。これにより、第二内壁336上の燃料の液膜LF3の長さL361、L362の合計は、比較例の燃料噴射弁9に比べ短くなる。すなわち、第一内壁335上の燃料の液膜LF3の長さL35に対する第二内壁336上の燃料の液膜LF3の長さL361、L362の合計の比である燃料の液膜の広がり度 D_{sp} は、燃料噴射弁9に比べ小さな値となる。

[0042] このように、燃料噴射弁1では、横断面形状が真円形状の噴孔に比べ、第二内壁336における燃料の液膜の広がりを抑制することができる。これにより、噴孔通路310、320、330、340、350、360における燃料の液膜の広がりが燃料噴射弁1での燃料噴射ごとに大きく変化することを防止することができる。したがって、燃料噴射弁1は、燃料の液膜の広がりの度合いに依存する噴射後の燃料の広がりの範囲や噴霧形状の変化を小さくできるため、燃料の噴霧特性の安定性を向上することができる。

[0043] (2) 燃料噴射弁1では、噴孔31、32、33、34、35、36がそれぞれ有する第一内壁は、それぞれの第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36上の点からみて180度の中心角をなすよう形成されている。これにより、第二内壁の第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸からみて180度以上の中心角をなす場合に比べ、噴孔通路310、320、330、340、350、360に形成される燃料の液膜を比較的広く形成することができる。したがって、燃料噴射弁1は、多くの燃料を微粒子にすることができる。

- [0044] (3) 燃料噴射弁1では、噴孔31、32、33、34、35、36がそれぞれ有する第一内壁は、第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36上の点を中心とする真円の円弧状に形成されている。これにより、噴孔31、32、33、34、35、36の加工を比較的容易に行うことができる。
- [0045] (4) また、本願の出願人は、第二内壁336の端部E336の形状と燃料の広がり度 Dsp との関係について実験を行った。その結果を図8に示す。図8は、横軸に仮想円VC337の半径 $R2$ と仮想円VC335の半径 $R1$ との比を示し、縦軸に燃料の広がり度 Dsp を示す。
- [0046] 図8に示すように、半径 $R1$ に対する半径 $R2$ の比が大きくなると、燃料の広がり度 Dsp は大きくなることが明らかとなった。噴孔の形状変化の影響が比較的小さくなる目安としては、噴孔通路における燃料の広がり度 Dsp を0.2とすることが望ましい。図8に示す実験結果から、半径 $R1$ に対する半径 $R2$ の比を0.2以下とすると燃料の広がり度 Dsp を0.2とすることができることが明らかとなった。
- [0047] 本実施形態では、上述したように、半径 $R1$ に対する半径 $R2$ の比が0.2以下となるよう噴孔31、32、33、34、35、36が形成されている。これにより、噴孔通路310、320、330、340、350、360に形成される燃料の液膜は、第二内壁336に沿って比較的広がりにくくなっている。これにより、燃料噴射弁1は、燃料の噴霧特性の安定性をさらに向上することができる。
- [0048] (5) また、燃料噴射弁1では、噴孔31、32、33、34、35、36は、第一内壁と第二内壁とは滑らかに接続するよう形成されている(図6参照)。これにより、噴孔通路310、320、330、340、350、360の第二仮想平面上の断面形状は、曲線から形成されることとなる。したがって、燃料噴射弁1は、角部における燃料流れの乱れの発生を防止することができる。
- [0049] (6) 燃料噴射弁1では、噴孔31、32、33、34、35、36は、

第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36を含む第一仮想平面を対称面とする面对称となるよう形成されている。これにより、燃料の液膜を第一仮想平面に対して対称に広げることができる。したがって、燃料噴射弁1は、噴孔31、32、33、34、35、36から噴射される燃料の方向に対して均等に燃料を噴射することができる。

[0050] (第二実施形態)

次に、本開示の第二実施形態による燃料噴射弁を図9～11に基づいて説明する。第二実施形態は、噴孔の形状の関係が第一実施形態と異なる。なお、第一実施形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0051] 第二実施形態による燃料噴射弁2が備える噴射ノズル50の断面図を図9、10に示す。図9には、噴射ノズル50が有する噴孔53の噴孔軸HC53に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。噴孔軸HC53は、第一内壁335の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想円VC335の中心を繋げた線である。なお、ここでは、噴孔53についてのみ説明するが、噴射ノズル50が有する他の噴孔も同様の特徴を有している。

[0052] 本実施形態では、噴孔53が有する噴孔通路530は、第一内壁335、第二内壁536、及び、第三内壁537から形成されている。第二内壁536は、噴孔軸HC53を挟んで第一内壁335とは反対側に設けられている。すなわち、第二内壁536は、噴孔軸HC53を含む平面であって中心軸CA30に平行な第一仮想平面VP1上の断面形状が第一仮想平面VP1上の噴孔軸HC33の開弁方向側に位置している。第三内壁537は、第一内壁335と第二内壁536との間に設けられている。なお、図9には、便宜的に、第一内壁335と第三内壁337との接続点P531と噴孔軸HC53上の点とを結ぶ仮想線VL31を示している。また、第二内壁336と第三内壁337との接続点P532と噴孔軸HC53上の点とを結ぶ仮想線VL32を示している。

- [0053] 第二内壁536は、図9に示す断面形状が第一内壁335の断面形状に比べ噴孔軸HC53の近くに位置する。本実施形態では、第二内壁536は、仮想円VC335の半径に比べ大きい半径を有する仮想円VC536の円弧状となるよう形成されている。また、本実施形態では、第二内壁536は、図9に示す断面形状が噴孔軸HC53上の点からみて180度より小さい中心角をなすよう形成されている（図9に示す角度A23）。
- [0054] 第三内壁537は、図10に示すように、第一内壁335と第二内壁536とを滑らかに接続するよう形成されている。これにより、噴孔通路530を形成する内壁は曲面から形成されることとなる。本実施形態では、第三内壁537の断面形状を円弧の一部として含む仮想円VC537の半径を半径R3とすると、第三内壁537は、 $R3/R1$ が0.2以下となるよう形成されている。
- [0055] また、図10に示すように、接続点P531における第一内壁335の断面形状に接する接線を第一接線L531とし、接続点P532における第二内壁536の断面形状に接する接線を第二接線L532とする。本実施形態では、噴孔53の噴孔内壁は、第一接線L531と第二接線L532とがなす角度A24が40度以上となるよう形成されている。
- [0056] 本願の出願人は、角度A24と燃料の広がり度 D_{sp} との関係について実験を行った。その結果を図11に示す。図11は、横軸に第一接線L531と第二接線L532とがなす角度A24を示し、縦軸に燃料の広がり度 D_{sp} を示す。図11に示すように、角度A24が大きくなると、燃料の広がり度 D_{sp} は小さくなることが明らかとなった。このことから、燃料の広がり度 D_{sp} を噴孔の形状変化の影響が比較的小さくなる目安である0.2とするためには、角度A24を0.2以下とすることが望ましい。
- [0057] 本実施形態では、第二内壁536は、比較的厚めの燃料の液膜が形成される第一内壁335に比べて噴孔軸HC53の近くに位置するよう形成されている。これにより、燃料噴射弁2は、第一実施形態と同じ効果を奏する。また、燃料噴射弁2では、噴孔53は、第一接線L531と第二接線L532

とがなす角度 A_{24} が 40° 以上となるよう噴孔内壁が形成されている。これにより、燃料の広がり度 D_{sp} が 0.2 以下となり、第二内壁 536 に燃料が広がりにくくなっている。したがって、燃料噴射弁 2 は、燃料の噴霧特性の安定性をさらに向上することができる。

[0058] (第三実施形態)

次に、本開示の第三実施形態による燃料噴射弁を図 12 、 13 に基づいて説明する。第三実施形態は、噴孔の形状が第一実施形態と異なる。なお、第一実施形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0059] 第三実施形態による燃料噴射弁 3 が備える噴射ノズル 60 の断面図を図 12 に示す。図 12 には、噴射ノズル 60 が有する噴孔 63 の噴孔軸 $HC63$ に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。噴孔軸 $HC63$ は、第一内壁 335 の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想円 $VC335$ の中心を繋げた線である。なお、ここでは、噴孔 63 についてのみ説明するが、噴射ノズル 60 が有する他の噴孔も同様の特徴を有している。

[0060] 本実施形態では、噴孔 63 が有する噴孔通路 630 は、第一内壁 335 、及び、第二内壁 636 から形成されている。第二内壁 636 は、噴孔軸 $HC63$ を挟んで第一内壁 335 とは反対側に設けられている。すなわち、第二内壁 636 は、噴孔軸 $HC63$ を含む平面であって中心軸 $CA30$ に平行な第一仮想平面 $VP1$ 上の断面形状が第一仮想平面 $VP1$ 上の噴孔軸 $HC63$ の開弁方向側に位置している。

[0061] 第二内壁 636 は、図 12 に示す断面形状が第一内壁 335 の断面形状に比べ噴孔軸 $HC63$ に近い位置に設けられる。ここで、図 12 に示す断面形状において、第一内壁 335 と第二内壁 636 との接続点 $P63$ と噴孔軸 $HC63$ 上の点とを結ぶ仮想線を仮想線 $VLL3$ とする。また、仮想線 $VLL3$ に対して垂直に交わり、かつ、第二内壁 636 の方向に延びるよう設けられる仮想線であって第二内壁 636 上の点 $P636$ と噴孔軸 $HC63$ 上の点とを結ぶ仮想線を仮想線 $VLS3$ とする。このとき、第二内壁 636 の第二仮想平面上の断面形状は、仮想線 $VLL3$ を長軸とし、仮想線 $VLS3$ を短

軸とする仮想楕円 $VC636$ の円弧状に形成されている。また、仮想線 $VLL3$ の長さ RL は、仮想円 $VC335$ の半径と同じ長さであり、仮想線 $VLL3$ の長さ RL に対する仮想線 $VLS3$ の長さ RS の比は、 0.5 以下となっている。

[0062] 本実施形態では、第二内壁 636 は、第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸 $HC63$ 上の点からみて 180 度の中心角をなすよう形成されている（図12に示す角度 $A33$ ）。これにより、第二内壁 636 は、第二仮想平面上の断面形状が第一仮想平面 $VP1$ を対称面とする面对称となるよう形成されている。

[0063] 本願の出願人は、仮想楕円 $VC636$ の長軸と短軸との長さの比と燃料の広がり度 Dsp との関係について実験を行った。その結果を図13に示す。図13は、仮想線 $VLL3$ の長さ RL に対する仮想線 $VLS3$ の長さ RS の比を示し、縦軸に燃料の広がり度 Dsp を示す。図13に示すように、長さ RL に対する長さ RS の比が大きくなると、燃料の広がり度 Dsp は大きくなることが明らかとなった。このことから、燃料の広がり度 Dsp を噴孔の形状変化の影響が比較的小さくなる目安である 0.2 とするためには、長さ RL に対する長さ RS の比を 0.5 以下とすることが望ましい。

[0064] 本実施形態では、第二内壁 636 は、比較的厚めの燃料の液膜が形成される第一内壁 335 に比べて噴孔軸 $HC63$ の近くに設けられている。これにより、燃料噴射弁 3 は、第一実施形態と同じ効果を奏する。また、燃料噴射弁 3 では、噴孔 63 は、第二内壁 636 の第二仮想平面上の断面形状である楕円形状の長軸と短軸との長さの比が 0.5 以下となるよう形成されている。これにより、燃料の広がり度 Dsp が 0.2 以下となり、第二内壁 636 に燃料が広がりにくくなっている。したがって、燃料噴射弁 3 は、燃料の噴霧特性の安定性をさらに向上することができる。

[0065] （第四実施形態）

次に、本開示の第四実施形態による燃料噴射弁を図14に基づいて説明する。第四実施形態は、噴孔の形状が第一実施形態と異なる。なお、第一実施

形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0066] 第四実施形態による燃料噴射弁4が備える噴射ノズル70の断面図を図14に示す。図14には、噴射ノズル70が有する噴孔73の噴孔軸HC73に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。なお、ここでは、噴孔73についてのみ説明するが、噴射ノズル70が有する他の噴孔も同様の特徴を有している。

[0067] 本実施形態では、噴孔73が有する噴孔通路730は、第一内壁735、及び、第二内壁736から形成されている。第一内壁735は、噴孔軸HC73を含む平面であって中心軸CA30に平行な第一仮想平面VP1上の断面形状が第一仮想平面VP1上の噴孔軸HC33の閉弁方向側に位置している。また、第二内壁736は、第一仮想平面VP1上の断面形状が第一仮想平面VP1上の噴孔軸HC33の開弁方向側に位置している。

[0068] 第一内壁735は、噴孔33の横断面形状でもある図14に示す断面形状が噴孔軸HC73上の点を中心とする仮想楕円VC735の円弧状に形成されている。すなわち、噴孔軸HC73は、第一内壁735の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想楕円VC735の中心を繋げた線でもある。本実施形態では、第一仮想平面VP1と第一内壁735との交線を第一交線CL73とすると、第一内壁735は、図14に示す断面形状が噴孔軸HC73上の点からみて第一交線CL73上の点から二つの周方向のそれぞれに90度の中心角をなすよう形成されている（図14に示す角度A41、A42）。すなわち、第一内壁735は、図14に示す断面形状が第一仮想平面VP1を対称面とする面对称となるよう形成されている。

[0069] 第二内壁736は、図14に示す断面形状が第一内壁735の断面形状に比べ噴孔軸HC73の近くに位置する。ここで、図14に示す断面形状において、第一内壁735と第二内壁736との接続点P73と噴孔軸HC73上の点とを結ぶ仮想線を仮想線VLL4とする。また、仮想線VLL4に対して垂直に交わり、かつ、第二内壁736の方向に延びる仮想線であって第二内壁736上の点P736と噴孔軸HC73上の点とを結ぶ仮想線を仮想

線 $VL S 4$ とする。このとき、第二内壁 $7 3 6$ の第二仮想平面上の断面形状は、仮想線 $VL L 4$ を長軸とし、仮想線 $VL S 4$ を短軸とする仮想楕円 $VC 7 3 6$ の円弧状に形成されている。また、仮想線 $VL L 3$ の長さ RL は、仮想楕円 $VC 7 3 5$ の長軸と同じ長さとなっている。また、仮想線 $VL S 4$ の長さ RS は、長さ RL の 0.5 倍以下の長さとなっている。

[0070] また、本実施形態では、第二内壁 $7 3 6$ は、第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸 $HC 7 3$ 上の点からみて 180 度の中心角をなすよう形成されている（図 $1 4$ に示す角度 $A 4 3$ ）。これにより、第二内壁 $7 3 6$ は、第二仮想平面上の断面形状が第一仮想平面を対称面とする面对称となるよう形成されている。

[0071] 本実施形態では、第二内壁 $7 3 6$ は、比較的厚めの燃料の液膜が形成される第一内壁 $7 3 5$ に比べて噴孔軸 $HC 7 3$ の近くに設けられている。これにより、燃料噴射弁 4 は、第一実施形態と同じ効果を奏する。また、燃料噴射弁 4 では、噴孔 $7 3$ は、第二内壁 $7 3 6$ の第二仮想平面上の断面形状である楕円形状の長軸と短軸との長さの比が 0.5 以下となるよう形成されている。これにより、燃料噴射弁 4 は、燃料の噴霧特性の経時変化をさらに小さくすることができる。

[0072] （第五実施形態）

次に、本開示の第五実施形態による燃料噴射弁を図 $1 5$ 、 $1 6$ に基づいて説明する。第五実施形態は、第一内壁が突出部を有する点が第一実施形態と異なる。なお、第一実施形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0073] 第五実施形態による燃料噴射弁 5 が備える噴射ノズル $7 5$ の断面図を図 $1 5$ に示す。図 $1 5$ には、噴射ノズル $7 5$ が有する噴孔 $7 8$ の噴孔軸 $HC 7 8$ に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。なお、ここでは、噴孔 $7 8$ についてのみ説明するが、噴射ノズル $7 0$ が有する他の噴孔も同様の特徴を有している。

[0074] 本実施形態では、噴孔 $7 8$ が有する噴孔通路 $7 8 0$ は、第一内壁 $7 8 5$ 及

び第二内壁 336 から形成されている。第一内壁 785 は、噴孔軸 HC78 を含む平面であって中心軸 CA30 に平行な第一仮想平面 VP1 上の断面形状が第一仮想平面 VP1 上の噴孔軸 HC78 の閉弁方向側に位置している。

[0075] 第一内壁 785 の一部は、噴孔 33 の横断面形状でもある図 15 に示す断面形状が噴孔軸 HC78 上の点を中心とする仮想楕円 VC785 の円弧状に形成されている。すなわち、噴孔軸 HC78 は、第一内壁 785 の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想楕円 VC785 の中心を繋げた線でもある。本実施形態では、第一内壁 785 は、噴孔軸 HC78 に向かって突出する突出部 788 を有している。図 15 に示す断面形状において、噴孔通路 780 を形成する突出部 788 の内壁面 789 と第一仮想平面 VP1 との交線を第一交線 CL78 とすると、第一交線 CL78 上の点は、突出部 788 の内壁面 789 のうち噴孔軸 HC78 の最も近くに位置している。突出部 788 の内壁面 789 は、第一交線 CL78 の位置から仮想楕円 VC785 の円弧形状まで滑らかに接続されている。これにより、噴孔 78 の横断面形状は、略 M 字状に形成されている。

[0076] 本実施形態では、第一内壁 785 は、図 15 に示す断面形状が噴孔軸 HC78 上の点からみて第一交線 CL78 上の点から二つの周方向のそれぞれに 90 度の中心角をなすよう形成されている（図 15 に示す角度 A51、A52）。すなわち、第一内壁 785 は、図 15 に示す断面形状が第一仮想平面 VP1 を対称面とする面对称となるよう形成されている。なお、図 15 には、便宜的に、第一内壁 785 と第二内壁 336 との接続点 P53 と噴孔軸 HC78 上の点とを結ぶ仮想線 VL5 を示している。第二内壁 336 の第一内壁 785 と接続する端部は、第一内壁 785 と滑らかに接続するよう形成されている。これにより、噴孔通路 780 を形成する内壁は曲面から形成されることとなる。

[0077] 次に、本実施形態による燃料噴射弁 5 の作用について図 16 に基づいて説明する。図 16 には、燃料噴射弁 5 が有する噴孔 78 の噴孔軸 HC78 に垂直な断面図である横断面を示す。燃料噴射弁 5 では、ニードル 40 が弁座 3

06から離間すると、ノズルボディ20内の燃料が噴孔78に流入する。噴孔78に流入した燃料は、第一内壁785に比較的厚めの燃料の液膜LF7を形成する。この第一内壁785上の燃料の液膜のうち突出部788の上に形成される燃料の液膜は、突出部788の内壁面789の傾斜を利用して噴孔通路780の周方向に移動しやすくなっている（図16の白抜き矢印F16）。これにより、第一内壁785上の燃料の液膜が第一内壁785上に広がりやすくなる。したがって、燃料噴射弁5は、第一実施形態の効果（1）、（2）、（4）～（6）の効果を奏するとともに、燃料をさらに微粒化することができる。

[0078] （第六実施形態）

次に、本開示の第六実施形態による燃料噴射弁を図17に基づいて説明する。第六実施形態は、噴孔の形状の関係が第一実施形態と異なる。なお、第一実施形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0079] 第六実施形態による燃料噴射弁6が備える噴射ノズル80の断面図を図17に示す。図17には、噴射ノズル80が有する噴孔83の噴孔軸HC83に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。なお、ここでは、噴孔83についてのみ説明するが、噴射ノズル80が有する他の噴孔も同様の特徴を有している。

[0080] 本実施形態では、噴孔83が有する噴孔通路830は、第一内壁835及び第二内壁836から形成されている。第一内壁835は、噴孔軸HC83を含む平面であって中心軸CA30に平行な第一仮想平面VP1上の断面形状が第一仮想平面VP1上の噴孔軸HC83の開弁方向側に位置している。また、第二内壁836は、第一仮想平面VP1上の断面形状が第一仮想平面VP1上の噴孔軸HC83の開弁方向側に位置している。

[0081] 第一内壁835は、噴孔83の横断面形状でもある図17に示す断面形状が噴孔軸HC83上の点を中心とする仮想円VC835の円弧状に形成されている。すなわち、噴孔軸HC83は、第一内壁835の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想円VC835の中心を繋げた線でもある。

[0082] 本実施形態では、第一仮想平面VP1と第一内壁835との交線を第一交線CL83とすると、第一内壁835は、噴孔軸HC83に垂直な第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸HC83上の点からみて第一交線CL83上の点から二つの周方向のそれぞれに90度以上の中心角をなすよう形成されている（図17に示す角度A61、A62）。すなわち、第一内壁835は、図17に示す断面形状が第一仮想平面VP1を対称面とする面对称となるよう形成されている。なお、図17には、便宜的に、第一内壁835と第二内壁836との接続点P63と噴孔軸HC83上の点とを結ぶ仮想線VL6を示している。

[0083] 第二内壁836は、図17に示す断面形状が第一内壁835の断面形状に比べ噴孔軸HC33の近くに位置する。また、本実施形態では、第二内壁836は、図17に示す断面形状が噴孔軸HC83上の点からみて180度より小さい中心角をなすよう形成されている（図17に示す角度A63）。第二内壁836の第一内壁835と接続する端部は、第一内壁835と滑らかに接続するよう形成されている。これにより、噴孔通路830を形成する内壁は曲面から形成されることとなる。

[0084] 燃料噴射弁6では、第一内壁835の断面形状に比べ噴孔軸HC83の近くに位置する第二内壁836は、横断面形状が噴孔軸HC83上の点からみて180度より小さい中心角をなすよう形成されている。これにより、燃料噴射弁6は、第一実施形態の効果（1）、（3）、（5）を奏する。

[0085] （第七実施形態）

次に、本開示の第七実施形態による燃料噴射弁を図18に基づいて説明する。第七実施形態は、噴孔の形状の関係が第一実施形態と異なる。なお、第一実施形態と実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0086] 第七実施形態による燃料噴射弁7が備える噴射ノズル85の断面図を図18に示す。図18には、噴射ノズル85が有する噴孔88の噴孔軸HC88に垂直な第二仮想平面上の断面を示す。なお、ここでは、噴孔88についてのみ説明するが、噴射ノズル85が有する他の噴孔も同様の特徴を有してい

る。

[0087] 本実施形態では、噴孔 88 が有する噴孔通路 880 は、第一内壁 885 及び第二内壁 886 から形成されている。第一内壁 885 は、噴孔軸 HC 88 を含む平面であって中心軸 CA 30 に平行な第一仮想平面 VP 1 上の断面形状が第一仮想平面 VP 1 上の噴孔軸 HC 88 の閉弁方向側に位置している。また、第二内壁 886 は、第一仮想平面 VP 1 上の断面形状が第一仮想平面 VP 1 上の噴孔軸 HC 88 の開弁方向側に位置している。

[0088] 第一内壁 885 は、噴孔 88 の横断面形状でもある図 18 に示す断面形状が噴孔軸 HC 88 上の点を中心とする仮想円 VC 885 の円弧状に形成されている。すなわち、噴孔軸 HC 88 は、第一内壁 885 の第二仮想平面上の断面形状を円周の一部に含む仮想円 VC 885 の中心を繋げた線でもある。

[0089] 本実施形態では、第一仮想平面 VP 1 と第一内壁 885 との交線を第一交線 CL 88 とすると、第一内壁 885 は、噴孔軸 HC 88 に垂直な第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸 HC 88 上の点からみて第一交線 CL 88 上の点から二つの周方向のそれぞれに 90 度より小さい中心角をなすよう形成されている（図 18 に示す角度 A 71、A 72）。すなわち、第一内壁 885 は、図 18 に示す断面形状が第一仮想平面 VP 1 を対称面とする面对称となるよう形成されている。なお、図 18 には、便宜的に、第一内壁 885 と第二内壁 886 との接続点 P 73 と噴孔軸 HC 88 上の点とを結ぶ仮想線 VL 7 を示している。

[0090] 第二内壁 886 は、図 18 に示す断面形状が第一内壁 885 の断面形状に比べ噴孔軸 HC 88 に近い位置に設けられる。本実施形態では、第二内壁 886 は、図 18 に示す断面形状が噴孔軸 HC 88 上の点からみて 180 度より大きい中心角をなすよう形成されている（図 17 に示す角度 A 73）。第二内壁 886 の第一内壁 885 と接続する端部は、第一内壁 885 と滑らかに接続するよう形成されている。これにより、噴孔通路 880 を形成する内壁は曲面から形成されることとなる。

[0091] 燃料噴射弁 7 では、第一内壁 885 の断面形状に比べ噴孔軸 HC 88 の近

くに位置する第二内壁 886 は、横断面形状が噴孔軸 HC 88 上の点からみて 180 度より大きい中心角をなすよう形成されている。これにより、燃料噴射弁 7 は、第一実施形態の効果 (1)、(3)、(5) を奏する。

[0092] (他の実施形態)

上述の実施形態では、第一内壁は、第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸上の点からみて第一交線上の点から二つの周方向のそれぞれに同じ角度の中心角をなすよう形成されているとした。しかしながら、中心角は同じでなくてもよい。

[0093] 第三、四、五実施形態では、第二内壁は、噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が噴孔軸上の点からみて 180 度の中心角をなすよう形成されているとした。しかしながら、第二内壁の中心角は、これに限定されない。第六実施形態のように 180 度より小さい角度であってもよいし、第七実施形態のように 180 度より大きい角度であってもよい。

[0094] 第六、第七実施形態では、第二内壁は、仮想円または仮想楕円の円弧状に形成されてもよい。この場合、第三実施形態のように、第一内壁と第二内壁との間に第三内壁が設けられることが望ましい。これにより、噴孔通路を形成する内壁は曲面から形成されるため、角部における燃料流れの乱れの発生を防止することができる。

[0095] 第一実施形態では、第二内壁は、第一内壁の断面形状を円弧の一部として含む仮想円の半径に対する第二内壁の第一内壁に接続する端部の断面形状を円弧の一部として含む仮想円の半径は 0.2 以下となるよう形成されとした。また、第二実施形態では、第三内壁は、第一内壁の断面形状を円弧の一部として含む仮想円の半径に対する第三内壁の断面形状を円弧の一部として含む仮想円の半径は 0.2 以下となるよう形成されとした。しかしながら、これらの半径の関係はこれに限定されない。

[0096] 第二実施形態では、第一接線と第二接線とがなす角度は、40 度以下であるとした。しかしながら、第一接線と第二接線とがなす角度はこれに限定されない。また、この第一接線と第二接線とがなす角度が 40 度以下となる関

係は、第一、三～七実施形態においても適用されてもよい。

[0097] 第三実施形態では、第二内壁の断面形状を円弧の一部とする仮想楕円の長軸と短軸との長さの関係は、長軸に対して短軸の長さが0.5倍以下であるとした。しかしながら、仮想楕円の長軸と短軸との長さの関係は、これに限定されない。

[0098] 第二～四、六、七実施形態において、第五実施形態のように、第一内壁が突出部を有してもよい。

[0099] 上述の実施形態では、第一内壁及び第二内壁の第二仮想平面上の断面形状は、第一仮想平面を対称面とする面对称であるとした。しかしながら、面对称でなくてもよい。

[0100] 第一実施形態では、噴孔は六個あるとした。噴孔の数はこれに限定されない。

[0101] 本開示は、燃料噴射弁であって、ノズルボディ、ニードル、及び、駆動部を備える。ノズルボディは、燃料を噴射可能な噴孔、及び、噴孔の内側開口の周囲に形成される弁座を有する。ニードルは、弁座に当接可能に設けられている。ニードルは、弁座に当接すると噴孔を介したノズルボディ内と外部との燃料の流れを規制し、弁座から離間すると噴孔を介したノズルボディ内と外部との燃料の流れを許容する。駆動部は、ニードルを往復移動可能である。本開示の燃料噴射弁では、噴孔は、内側開口の断面積が噴孔の外側開口の断面積に比べ小さくなるよう形成されている。また、ノズルボディの中心軸に沿って往復移動するニードルが弁座と当接するよう移動する方向を中心軸の閉弁方向とすると、内側開口と外側開口とを連通する噴孔通路は、噴孔の噴孔軸の閉弁方向側に形成される第一内壁、及び、噴孔軸の閉弁方向側とは反対側に形成され第一内壁に比べ噴孔軸の近くに位置する第二内壁とから形成される。

[0102] 本開示の燃料噴射弁では、ノズルボディ内の燃料が内側開口を通過して噴孔通路に入ると、当該燃料は主に第一内壁に沿って外側開口に向かって流れる。このとき、第一内壁に沿って流れる燃料の液膜は噴孔通路の周方向に広が

るため、第二内壁にも沿うよう流れる。本開示の燃料噴射弁では、第二内壁は第一内壁に比べ噴孔軸の近くに位置しているため、第一内壁から第二内壁に広がろうとする燃料の液膜は第二内壁に広がりにくくなり、燃料の液膜の広がりが抑制される。これにより、噴孔通路における燃料噴射ごとの燃料の液膜の広がりが大きく変化することを防止することができる。したがって、本開示の燃料噴射弁は、燃料の液膜の広がりの度合いに依存する燃焼室における燃料の広がりの範囲や噴霧形状の変化を小さくできるため、燃料の噴霧特性の安定性を向上することができる。

[0103] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] 燃料を噴射可能な噴孔（31、32、33、34、35、36、53、63、73、78、83、88）、及び、前記噴孔の内側開口の周囲に形成される弁座（306）を有するノズルボディ（20）と、
- 前記弁座に当接可能に設けられ、前記弁座に当接すると前記噴孔を介した前記ノズルボディ内と外部との燃料の流れを規制し、前記弁座から離間すると前記噴孔を介した前記ノズルボディ内と外部との燃料の流れを許容するニードル（40）と、
- 前記ニードルを往復移動可能な駆動部（38、44、47）と、
- を備え、
- 前記噴孔は、前記内側開口（311、321、331、341、351、361）の断面積が前記噴孔の外側開口（312、322、332、342、352、362）の断面積に比べ小さくなるよう形成され、
- 前記ノズルボディの中心軸（CA30）に沿って往復移動する前記ニードルが前記弁座と当接するよう移動する方向を前記中心軸の開弁方向とすると、前記内側開口と前記外側開口とを連通する前記噴孔の噴孔通路（310、320、330、340、350、360、530、630、780、830、880）は、前記噴孔の噴孔軸（HC31、HC32、HC33、HC34、HC35、HC36、HC53、HC63、HC73、HC78、HC83、HC88）の前記開弁方向側に位置する第一内壁（335、735、785、835、885）、及び、前記噴孔軸の前記開弁方向側とは反対側に位置し前記第一内壁に比べ前記噴孔軸の近くに形成される第二内壁（336、636、736、836、886）とから形成される燃料噴射弁。
- [請求項2] 前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸に対向する平面または前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸を含む平面を第一仮想平面（VP1）とすると、前記第一内壁は、前記第一仮想平面上の断面形状

が前記第一仮想平面上の前記噴孔軸の前記閉弁方向側に位置し、前記第二内壁は、前記第一仮想平面上の断面形状が前記第一仮想平面上の前記噴孔軸の前記閉弁方向側とは反対側に位置する請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

[請求項3] 前記第一仮想平面と前記第一内壁との交線を第一交線（CL 33、CL 73、CL 78、CL 83）とすると、前記第一内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面（VP 2）上の断面形状が前記第一交線上の点から二つの周方向にそれぞれ90度以上の中心角をなすよう形成される請求項 2 に記載の燃料噴射弁。

[請求項4] 前記第二内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が前記噴孔軸上の点からみて180度の中心角をなすよう形成されている請求項 1～3 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項5] 前記第一内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が前記噴孔軸上の点を中心とする仮想円（VC 335、VC 835）の円弧状に形成されている請求項 1～4 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項6] 前記第一内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が前記噴孔軸上の点を中心とする仮想楕円（VC 735）の円弧状に形成されている請求項 1～4 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項7] 前記第二内壁が有する前記第一内壁側の端部（E 336）の前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状の曲率半径を曲率半径 R_2 、及び、前記第一内壁の前記第二仮想平面上の断面形状の曲率半径を半径 R_1 とすると、 R_2 / R_1 が0.2以下となる請求項 1～6 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項8] 前記噴孔通路は、前記第一内壁、前記第二内壁、及び、前記第一内壁と前記第二内壁との間に設けられる第三内壁（537）から形成され、

前記第三内壁の前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状の曲率半径を曲率半径 R_3 、及び、前記第一内壁の前記第二仮想平面上の断面形状の曲率半径を半径 R_1 とすると、 R_3/R_1 が 0.2 以下となる請求項 1～6 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項9] 前記第一内壁が有する前記第二内壁側の縁部 (531) の前記第二仮想平面上の断面形状に接する第一接線 (L_{531}) と、前記第二内壁が有する前記第一内壁側の縁部 (532) の前記第二仮想平面上の断面形状に接する第二接線 (L_{532}) とがなす角度は、40度以上である請求項 7 または 8 に記載の燃料噴射弁。

[請求項10] 前記第二内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が仮想楕円 (VC_{636} 、 VC_{736}) の円弧状となるよう形成される請求項 1～9 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項11] 前記第二内壁の前記第二仮想平面上の断面形状を円弧の一部として含む楕円の長軸の長さを長さ R_L 、及び、前記第二内壁の前記第二仮想平面上の断面形状を円弧の一部として含む楕円の短軸の長さを長さ R_S とすると、 R_S/R_L が 0.5 以下となる請求項 10 に記載の燃料噴射弁。

[請求項12] 前記第一内壁は、前記噴孔軸の方向に突出する突出部 (788) を有する請求項 1～11 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

[請求項13] 前記噴孔通路の前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状は、曲線から形成されている請求項 1～12 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

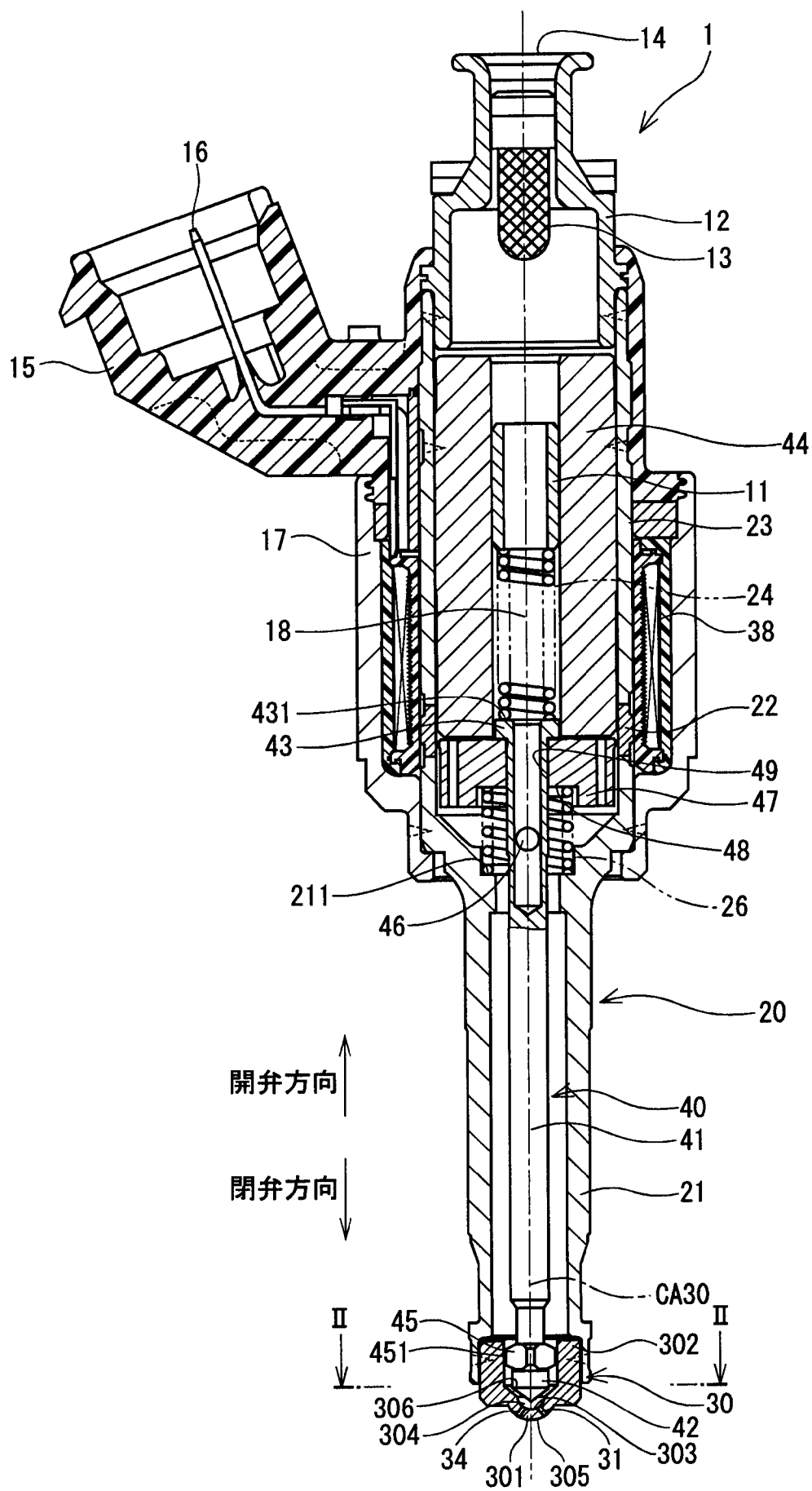
[請求項14] 前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸に対向する平面または前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸を含む平面を第一仮想平面とすると、

前記第一内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が前記第一仮想平面を対称面とする面対称となるよう形成される請求項 1～13 のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

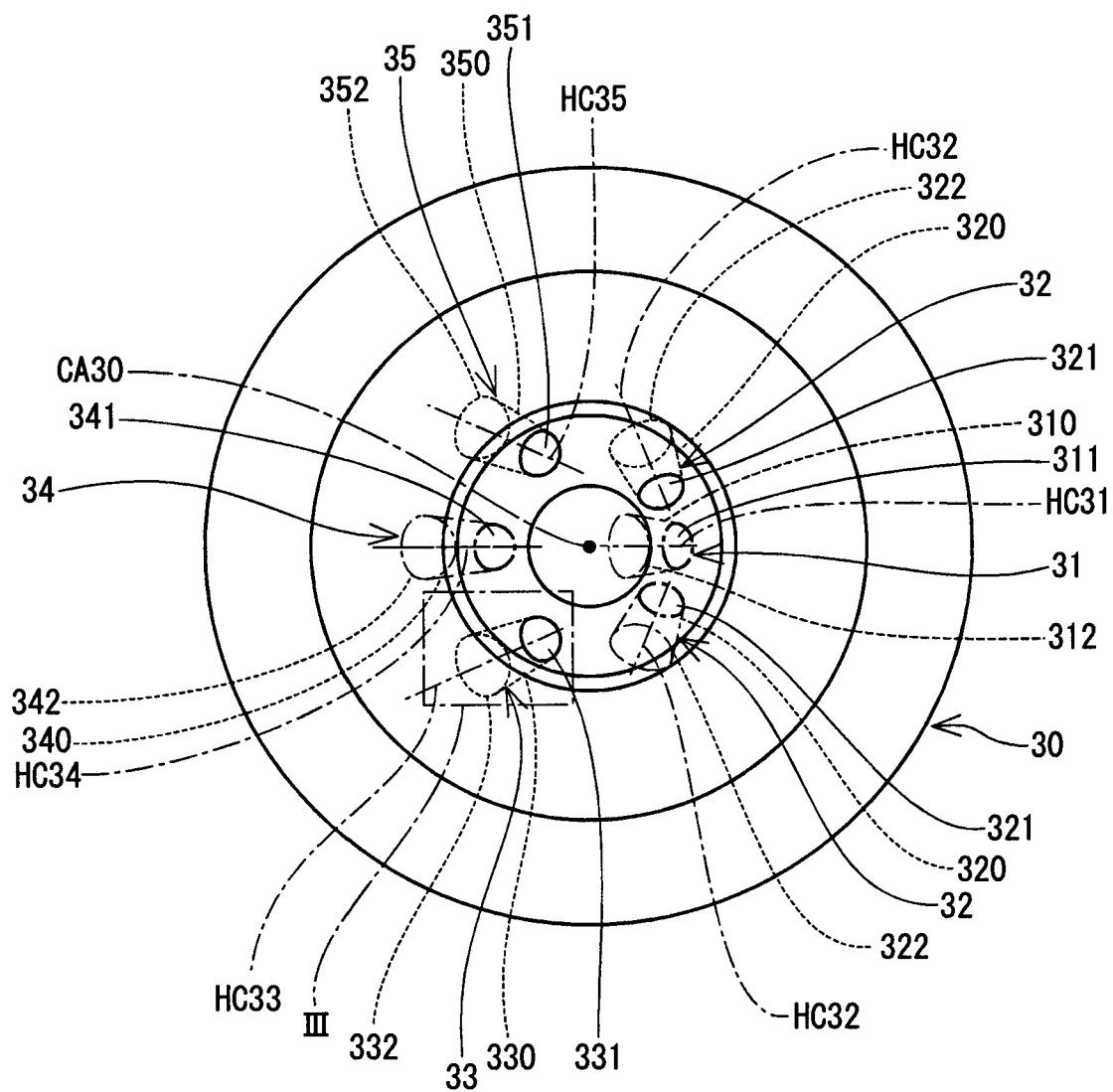
[請求項15] 前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸に対向する平面または前記噴孔軸を含む平面であって前記中心軸を含む平面を第一仮想平面とすると、

前記第二内壁は、前記噴孔軸に垂直に交わる第二仮想平面上の断面形状が前記第一仮想平面を対称面とする面对称となるよう形成される請求項1～14のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

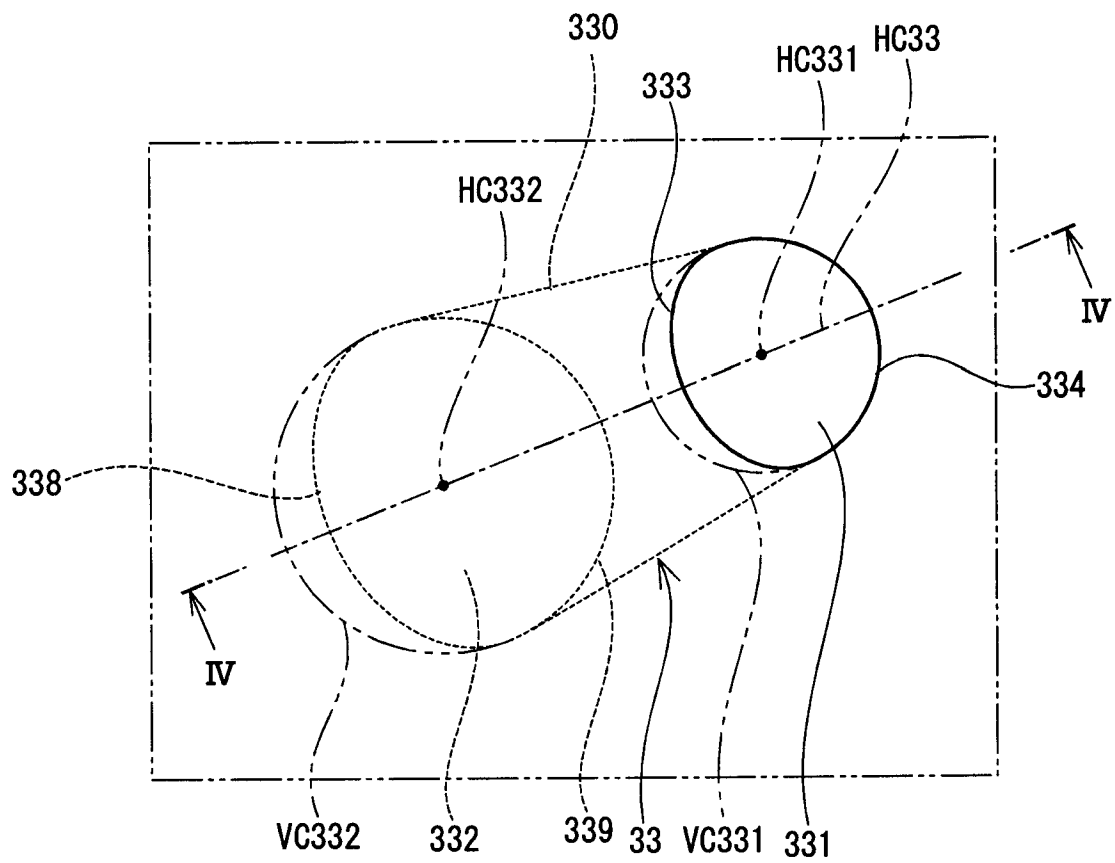
[図1]



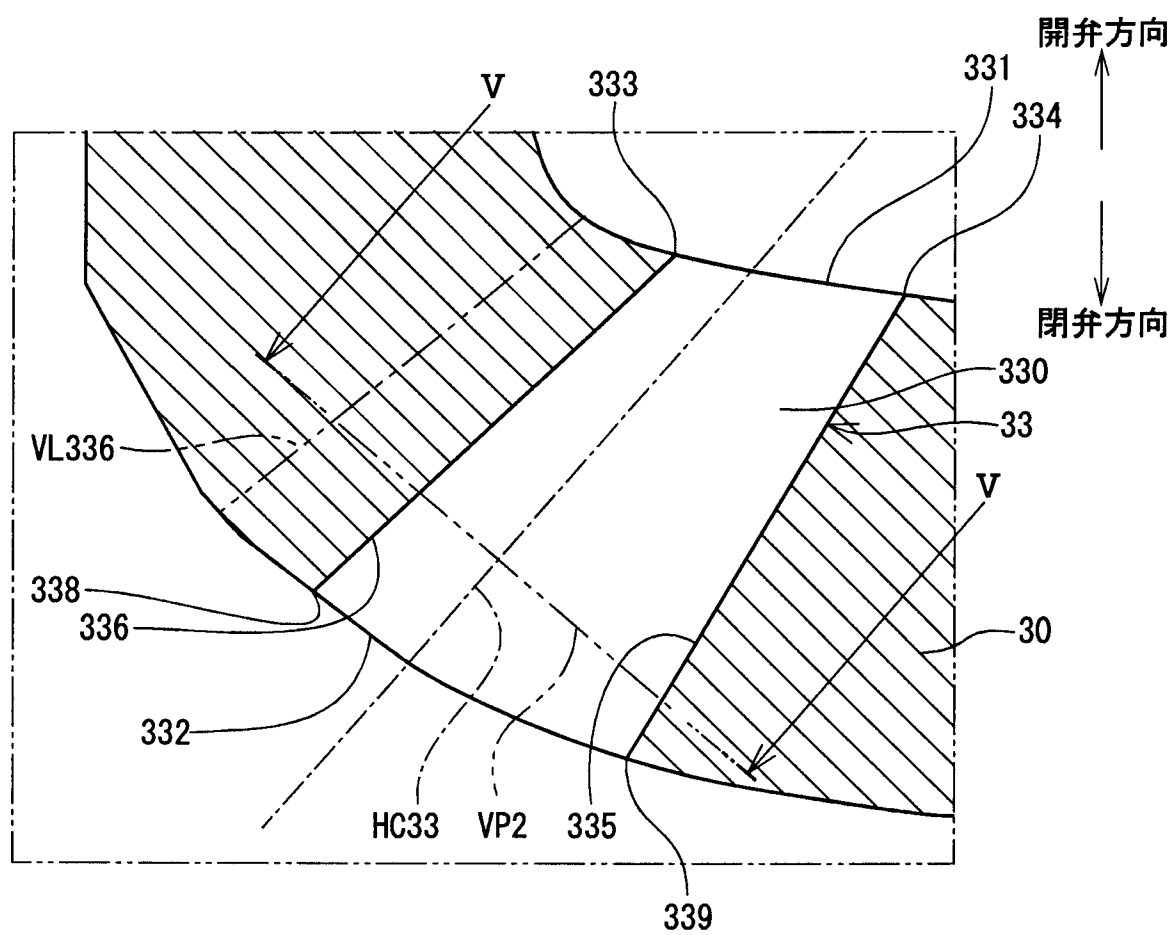
[図2]



[図3]

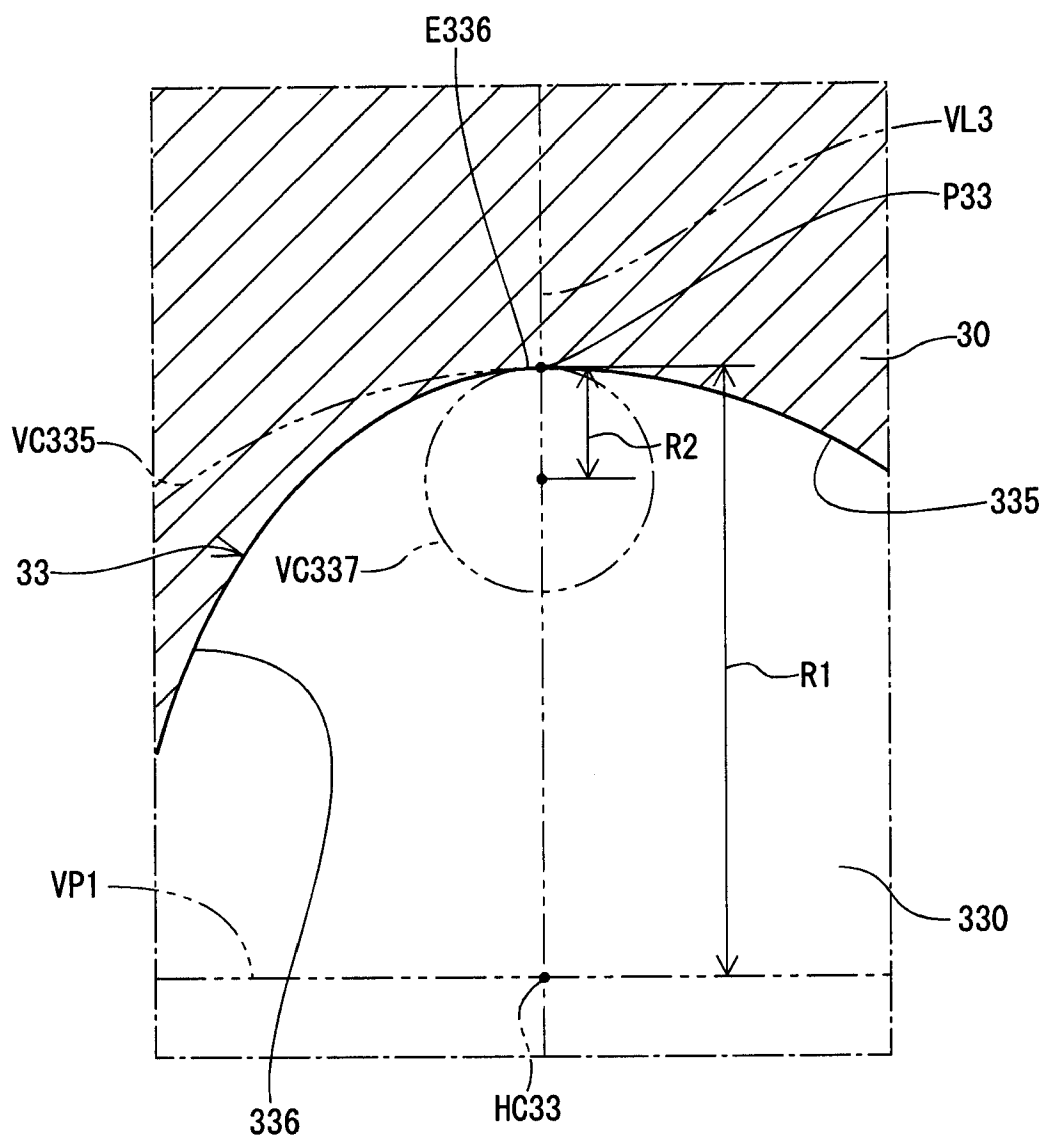


[図4]



[illegible]

[図6]



(a)

L361

VC335

336

L362

HC33

L35

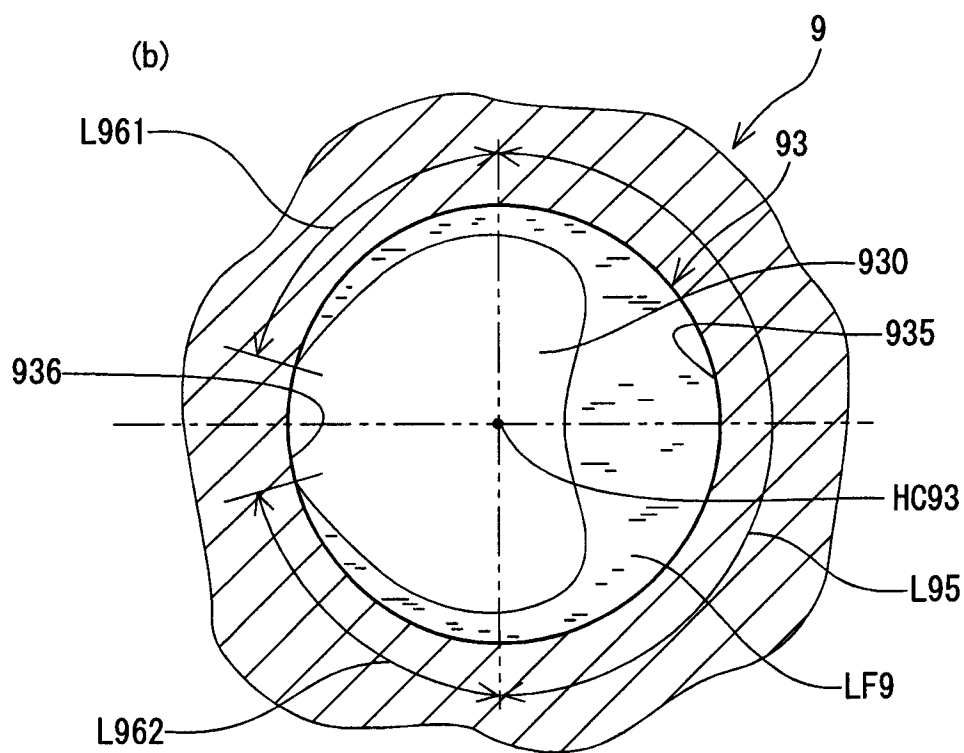
LF3

33

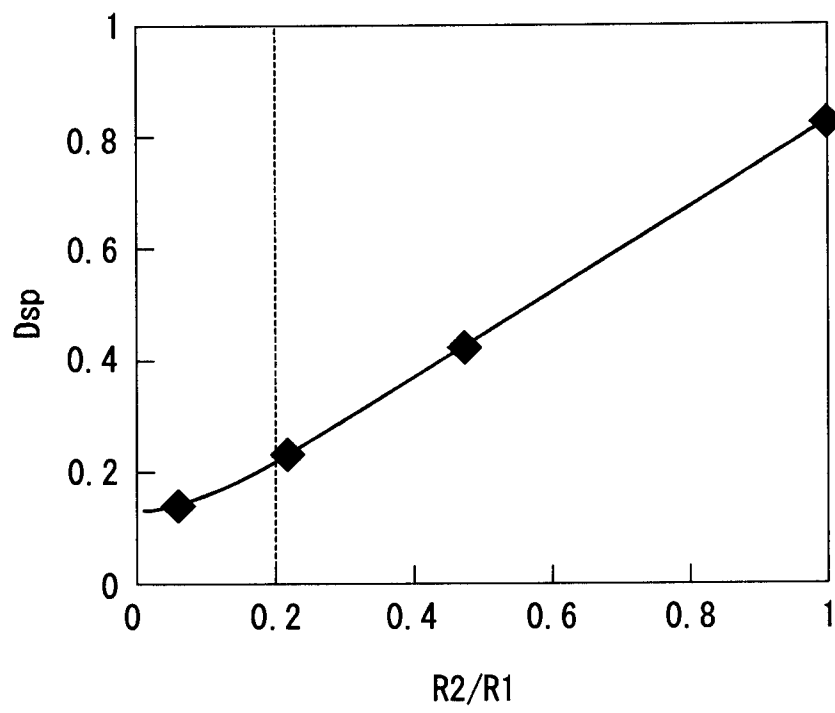
330

335

1



[図8]



[図9]

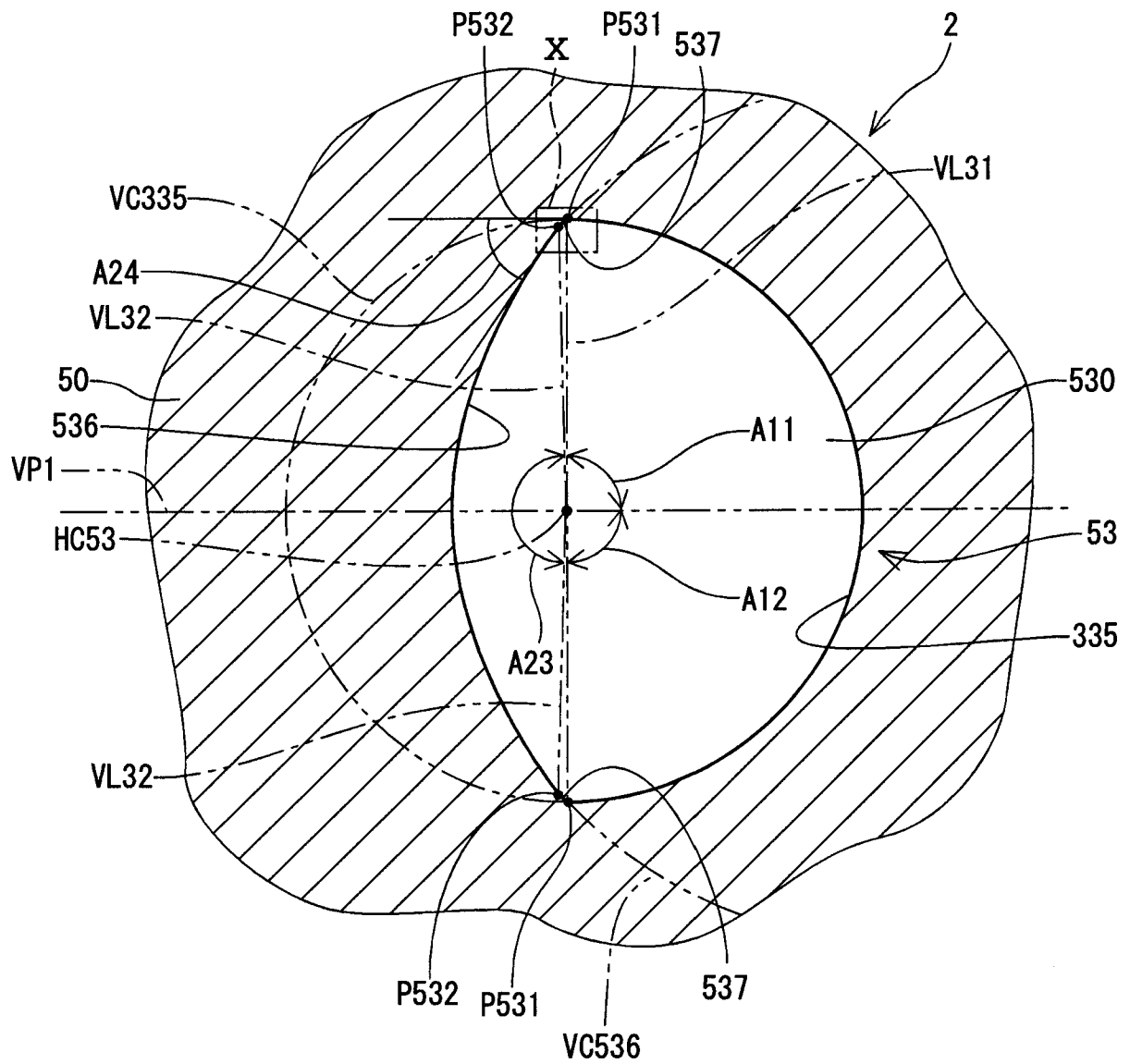
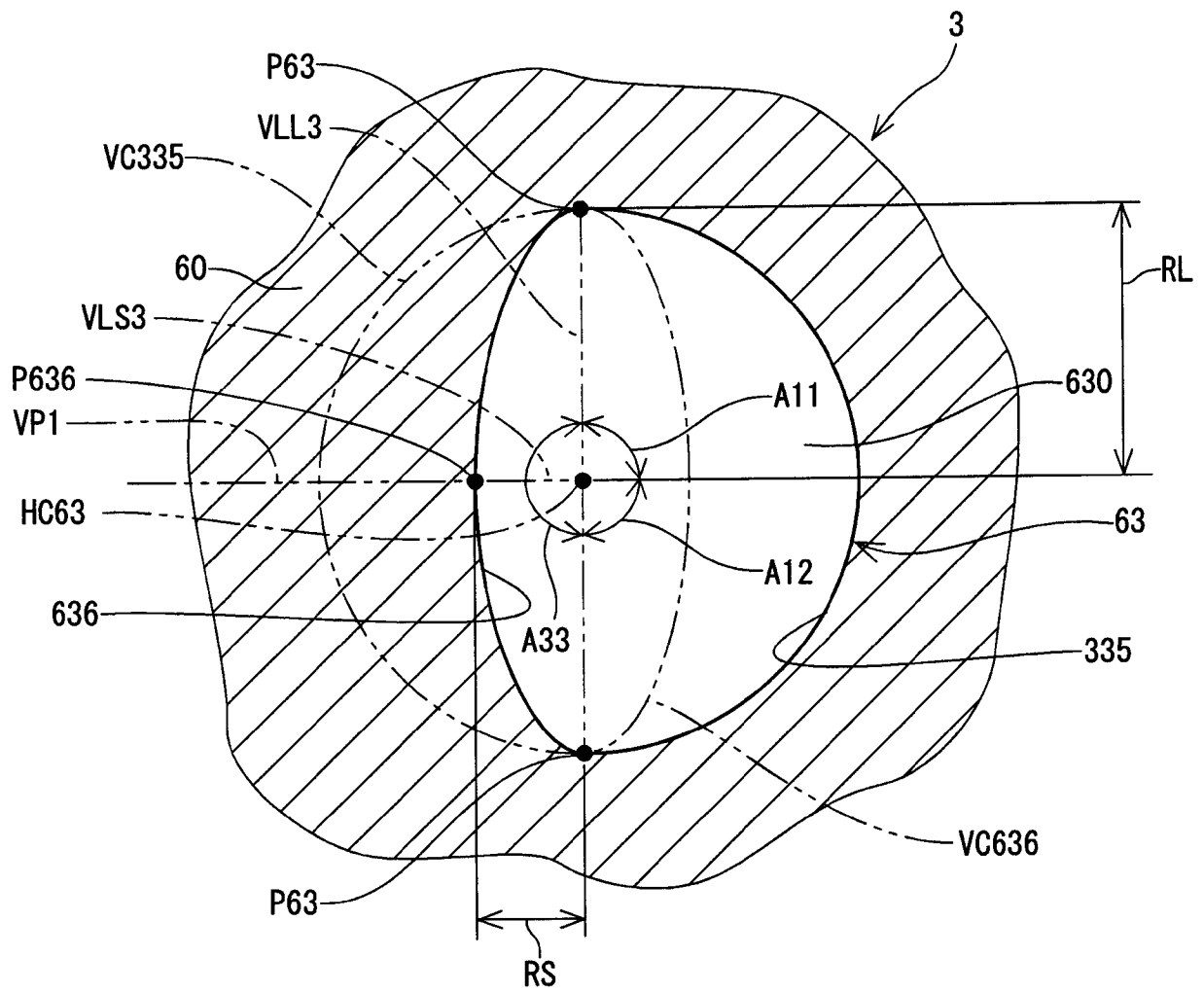


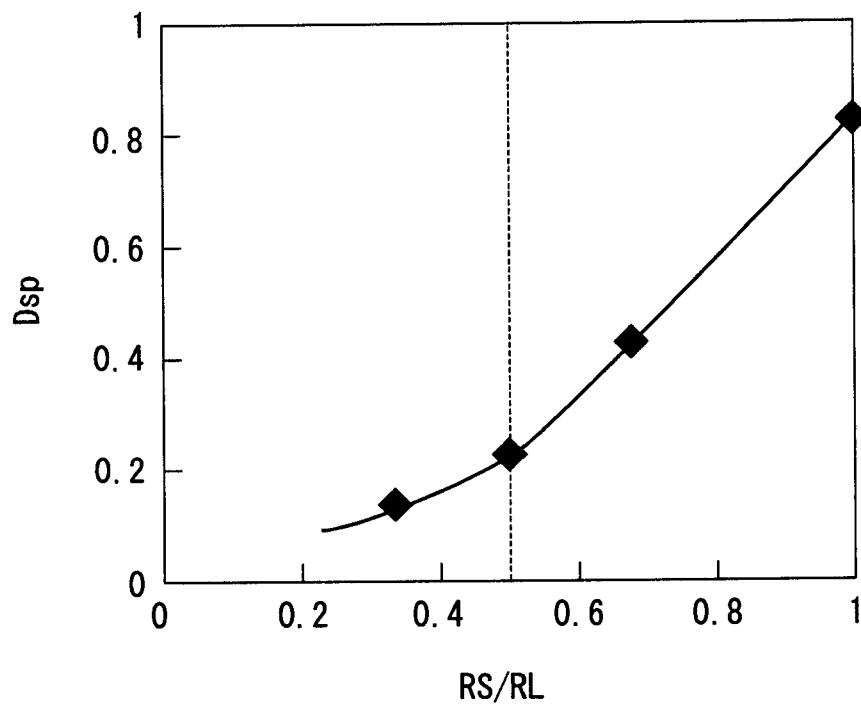
Figure 1 is a line graph showing the relationship between the degree of polymerization (Dsp) and the angle A24 (in degrees). The y-axis, labeled 'Dsp', ranges from 0 to 1.0 with major ticks every 0.2. The x-axis, labeled 'A24 (deg)', ranges from 0 to 60 with major ticks every 10 units. A solid curve with diamond-shaped markers shows Dsp decreasing as A24 increases. A vertical dashed line is drawn at A24 = 40 degrees.

A24 (deg)	Dsp
0	0.85
25	0.43
40	0.24
53	0.15

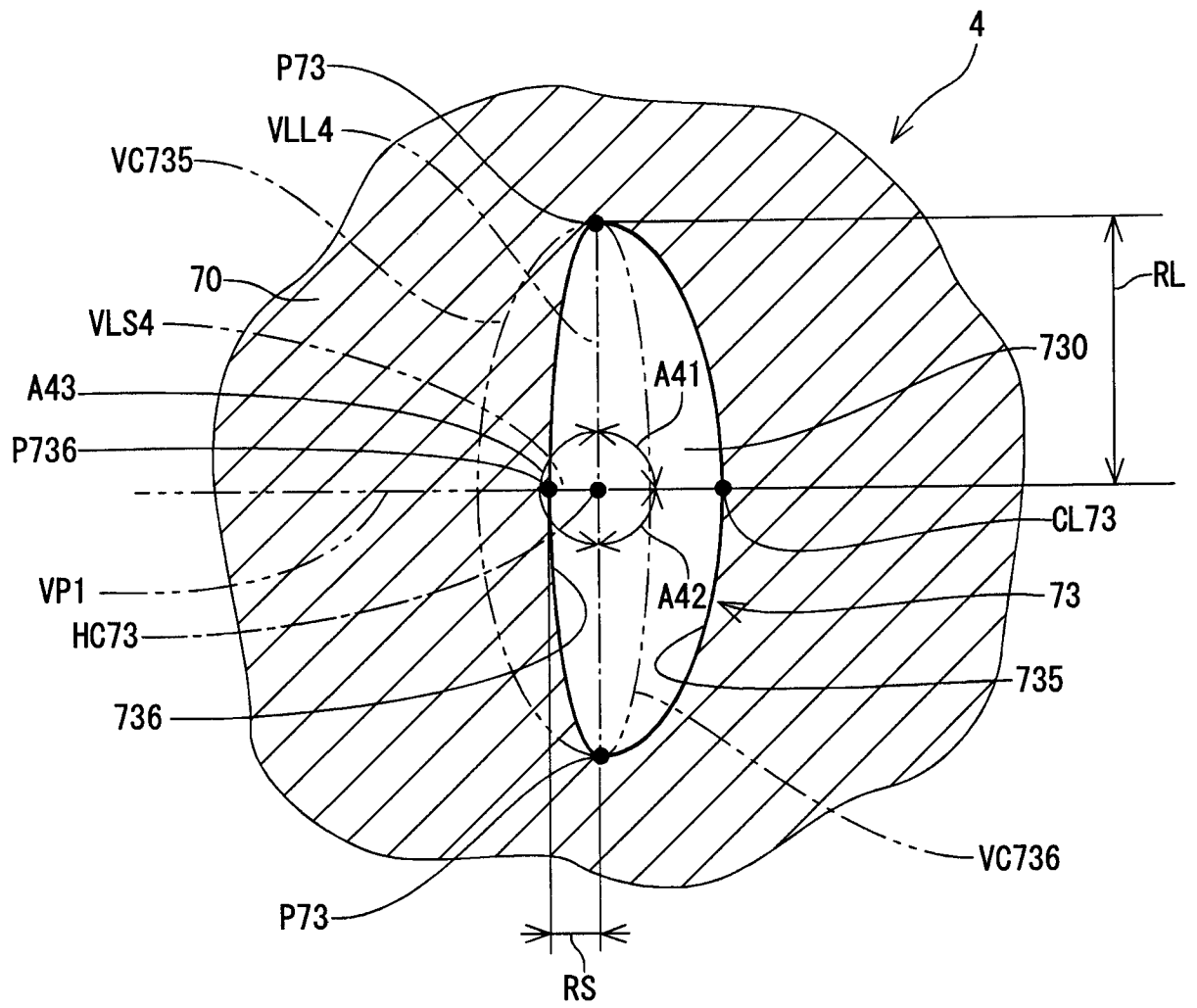
[図12]



[図13]

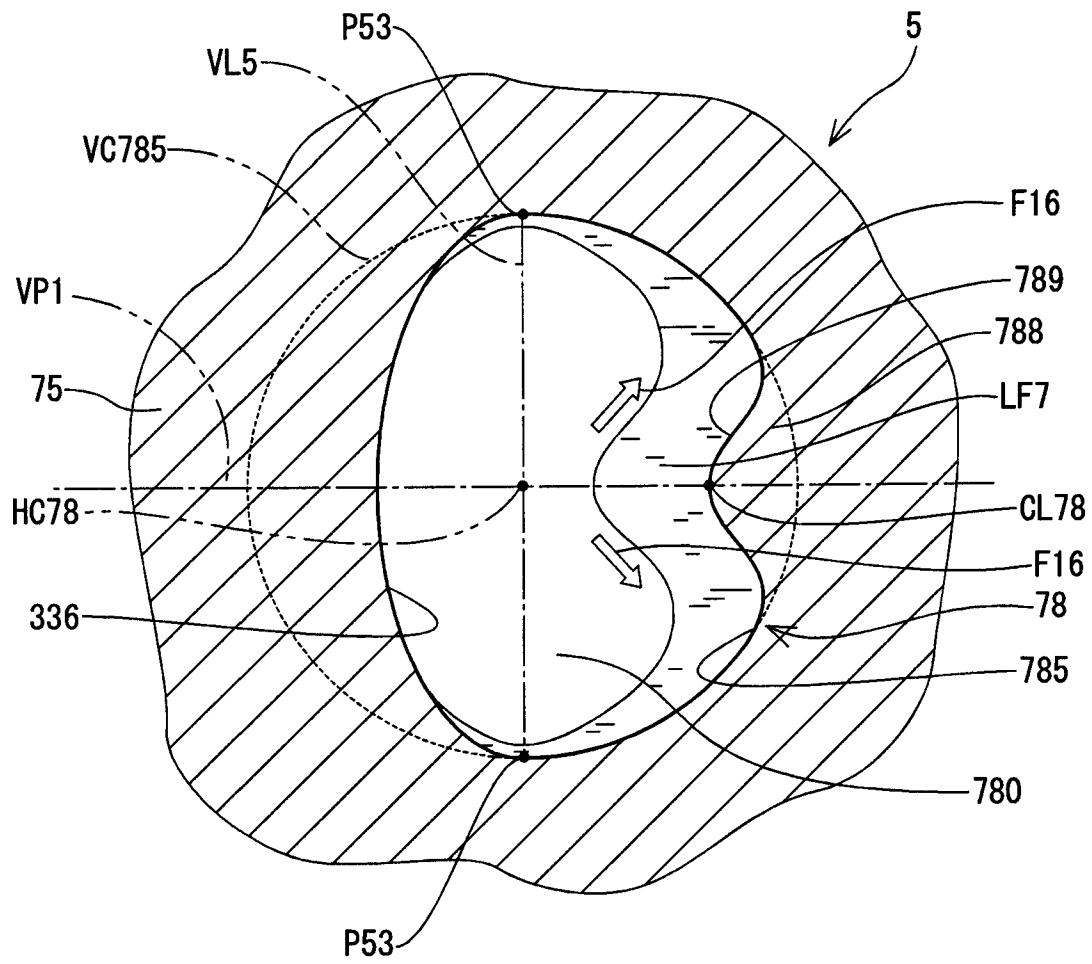


[図14]

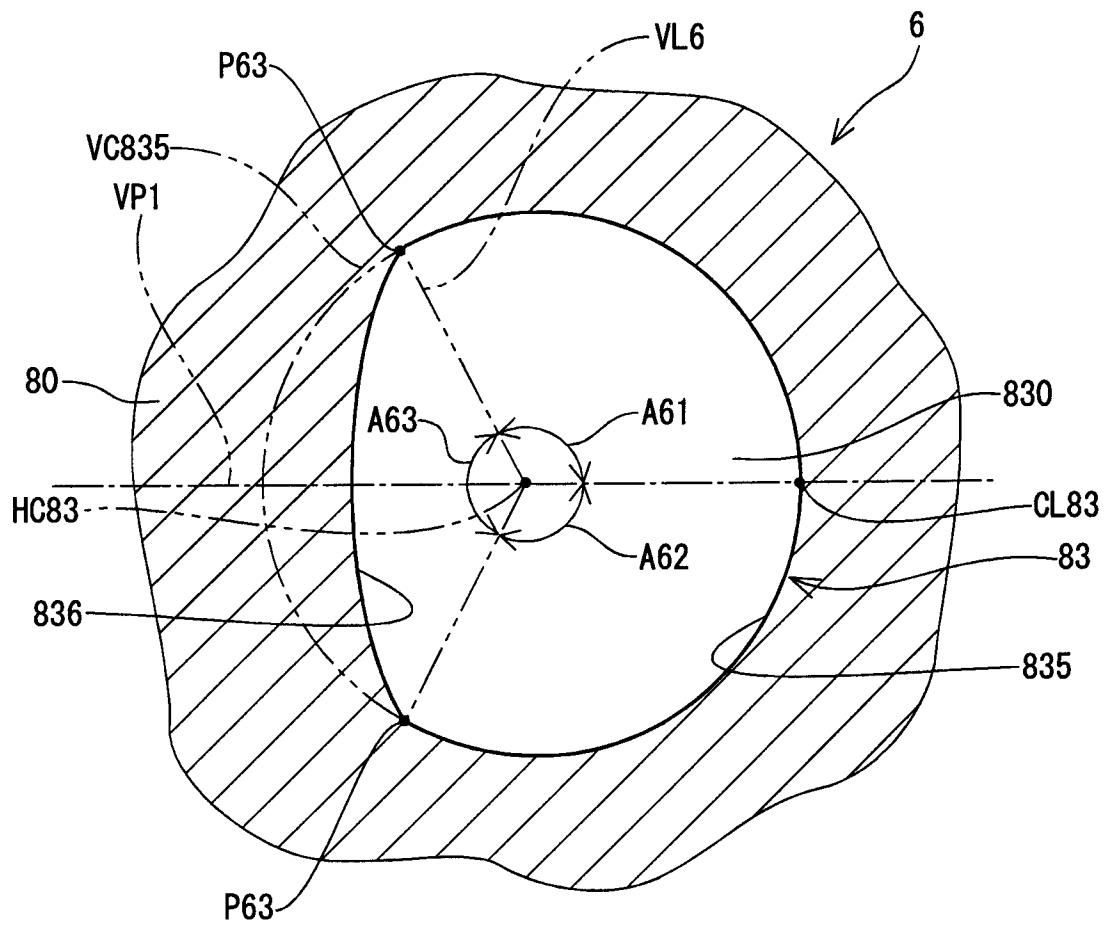


[illegible]

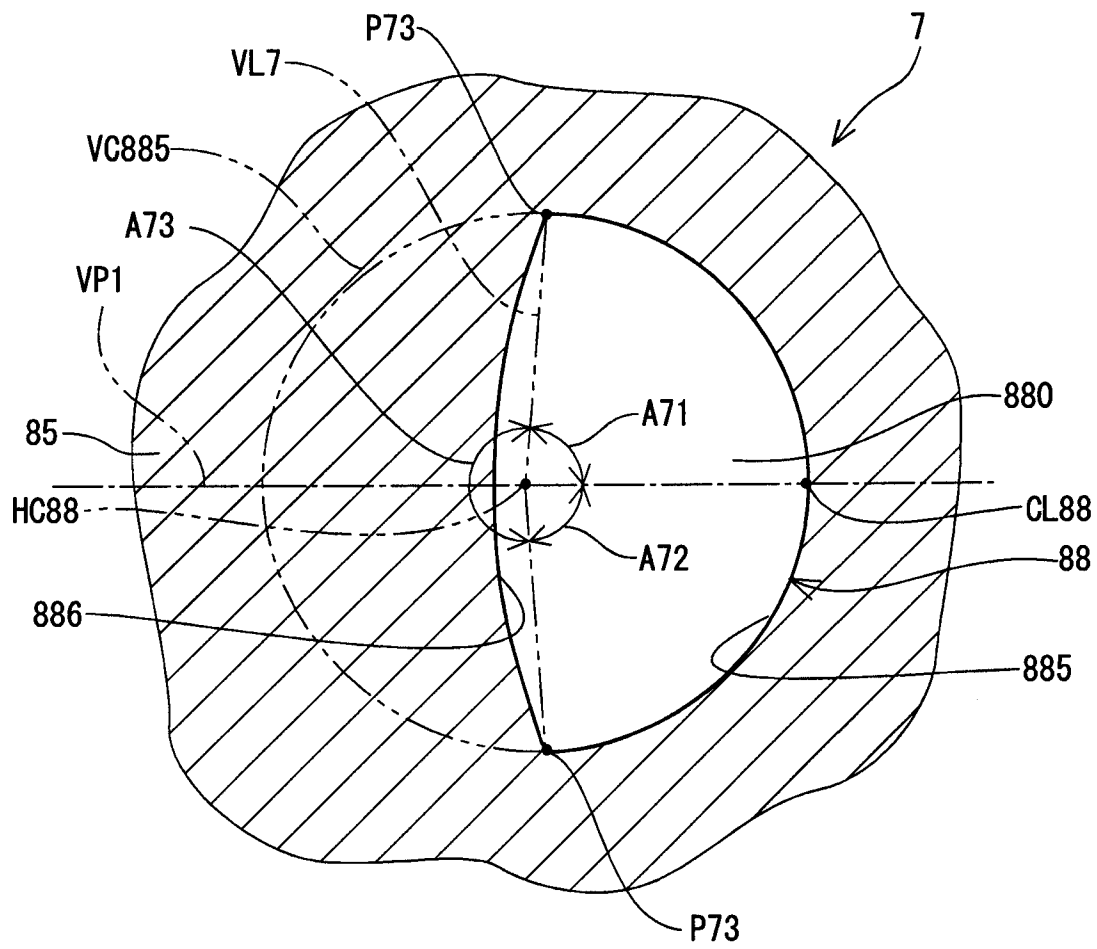
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000938

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	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.
X Y A	JP 2015-94234 A (Denso Corp.), 18 May 2015 (18.05.2015), paragraphs [0033] to [0049]; fig. 1 to 3, 7 & US 2015/0129687 A1 paragraphs [0037] to [0053]; fig. 1 to 3, 7	1-6, 10-11 12-15 7-9
Y	JP 2010-216412 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 30 September 2010 (30.09.2010), fig. 8 (Family: none)	12-15

☒ 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

"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
06 April 2017 (06.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

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/JP2017/000938

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 2006-57462 A (Denso Corp.), 02 March 2006 (02.03.2006), fig. 12 & US 2006/0049286 A1 fig. 12 & DE 102005038657 A1 & CN 1737360 A	12-15
A	JP 56-106062 A (Hino Motors, Ltd.), 24 August 1981 (24.08.1981), fig. 1, 5 (Family: none)	1-15

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y A Y	JP 2015-94234 A (株式会社デンソー) 2015.05.18, 段落 0033-0049, 図 1-3, 7 & US 2015/0129687 A1 段落 0037-0053, 図 1-3, 7	1-6, 10-11 12-15 7-9
Y	JP 2010-216412 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.09.30, 図 8 (ファミリーなし)	12-15
Y	JP 2006-57462 A (株式会社デンソー) 2006.03.02, 図 12 & US 2006/0049286 A1, 図 12 & DE 102005038657 A1 & CN 1737360 A	12-15

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

06.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

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)

堀内 亮吾

3 G

4 6 5 1

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
A	JP 56-106062 A (日野自動車工業株式会社) 1981.08.24, 図1,5 (ファミリーなし)	1-15