

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143434 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 61/18 (2006.01)
F02M 51/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053504
- (22) 国際出願日: 2016年2月5日(05.02.2016)
- (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 2015-047890 2015年3月11日(11.03.2015) 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: 長岡 正樹 (NAGAOKA, Masaki); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 小林 信章 (KOBAYASHI, Nobuaki); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 木下 隆太 (KINOSHITA, Ryuta); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP).

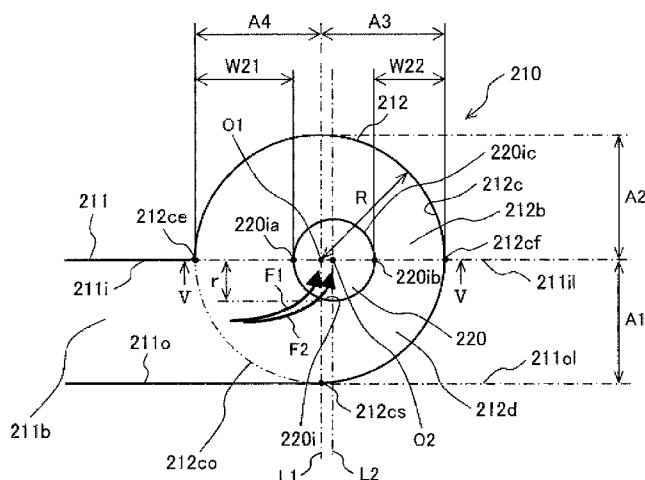
- (74) 代理人: 小林 博通, 外 (KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 桜済会ビル S H I G A 内外外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, 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).

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁

[図4]



(57) Abstract: This fuel injection valve comprises: a fuel injection hole 220 provided on a downstream side of a valve seat which a valve body comes into contact with and separates from; a swirl chamber 212 in which a fuel swirl flow path 212d is formed around an inlet opening 220i of the fuel injection hole 220; and a lateral passage 211 which opens in an inner circumferential wall 212c and supplies fuel to the swirl chamber 212. A center O2 of the inlet opening 220i of the fuel injection hole 220 is displaced from a first position O1 in which the swirl-direction velocity component of the fuel flowing into the fuel injection hole 220 is maximal, to a second position O2 in which the swirl-direction velocity component is reduced, and a velocity component in the central axial direction of the fuel injection hole 220 is increased. By this means it is possible for the fuel injection quantity and the spray angle to be easily adjusted.

(57) 要約: 弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔220と、燃料噴射孔220の入口開口220iの周囲に燃料の旋回流路212dが形成された旋回室212と、内周壁212cに開口し旋回室212に燃料を供給する横方向通路211

とを有する燃料噴射弁において、燃料噴射孔220の入口開口220iの中心O2は、燃料噴射孔220に流入する燃料の旋回方向における速度成分が最大となる第一の位置O1から、旋回方向の速度成分が小さくなり、且つ燃料噴射孔220の中心軸方向の速度成分が大きくなる第二の位置O2にずらして配置される。これによって、燃料噴射量と噴霧角度とを容易に調整することが可能となる。

WO 2016/143434 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本発明は、燃料噴射孔の上流で旋回燃料を生成し、旋回燃料を燃料噴射孔から噴射する燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特開 2 0 0 3 - 3 3 6 5 6 2 号公報（特許文献 1）に記載された燃料噴射弁が知られている。この燃料噴射弁は、弁座部材と、この弁座部材の前端面に接合されるインジェクタプレートとの間に、弁座の下流端に連通する横方向通路と、この横方向通路の下流端が接線方向に開口するスワール室とを形成し、このスワール室でスワールを付与された燃料を噴射させる燃料噴射孔をインジェクタプレートに穿設した燃料噴射弁において、燃料噴射孔をスワール室の中心から横方向通路の上流端側に所定距離オフセットして配置している（要約参照）。この燃料噴射弁では、上記構成により、噴射後の燃料の微粒化を促進すると共に、燃料の噴射応答性を向上させている。

[0003] しかしながら、横方向通路、スワール室及び燃料噴射孔をインジェクタプレートに形成して燃料噴射を行う燃料噴射弁においては、一般的に、燃料噴射孔の孔径、燃料噴射孔の長さ及びスワール室の大きさ（径）を調整して、噴霧角度が設定される。この噴霧角度を調整するために、燃料噴射孔の孔径、燃料噴射孔の長さ或いはスワール室の大きさ（径）のいずれかを変化させると、燃料噴射孔から噴射される燃料量（燃料噴射量）が変化する。このため、燃料噴射量と噴霧角度との両方が所定の範囲内に収まるように、燃料噴射孔の孔径、燃料噴射孔の長さ及びスワール室の大きさ（径）を決定するために、かなりの時間を要していた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-336562号公報

発明の概要

[0005] 本発明の目的は、燃料噴射量と噴霧角度とを容易に調整することができる燃料噴射弁を提供することにある。

[0006] 上記目的を達成するために、本発明の燃料噴射弁は、弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開口する底面と前記底面の周囲を囲む内周壁とを有する旋回室と、下流端が前記内周壁に開口し前記旋回室に燃料を供給する横方向通路とを備え、前記旋回室は前記内周壁と前記入口開口との間に形成された燃料の旋回流路を有し、前記横方向通路は旋回燃料の流れ方向において上流側に位置する内周壁部分に接続された一方の幅方向端部と下流側に位置する内周壁部分に接続された他方の幅方向端部とを有する燃料噴射弁において、

前記横方向通路の前記他方の幅方向端部を前記旋回室側に延長した延長線と、前記旋回室の中心を通り前記延長線に垂直な直線線分とを仮想した場合に、

前記燃料噴射孔の前記入口開口の中心は、前記旋回室の中心から前記延長線に沿う方向にずれた位置であって、前記直線線分によって前記旋回室を区画した2つの領域のうち、前記横方向通路が接続される側とは反対側の第一の領域に配置される。

[0007] また本発明の燃料噴射弁は、弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開口し前記入口開口の周囲に燃料の旋回流路が形成された旋回室と、前記旋回室に燃料を供給する横方向通路と、前記燃料噴射孔と旋回室と前記横方向通路とが形成されたノズルプレートとを有する燃料噴射弁において、

前記燃料噴射孔の入口開口の中心と前記ノズルプレートの中心とを通る線分上において前記入口開口の両サイドに形成される流路幅は、旋回燃料の流れ方向における上流側に位置する流路幅の方が下流側に位置する流路幅よりも小さい。

[0008] また本発明の燃料噴射弁は、弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開口し前記入口開口の周囲に燃料の旋回流路が形成された旋回室と、前記旋回室に燃料を供給する横方向通路とを有する燃料噴射弁において、

前記燃料噴射孔の入口開口の中心は、前記燃料噴射孔に流入する燃料の旋回方向における速度成分が最大となる第一の位置から、旋回方向の速度成分が小さくなり、且つ前記燃料噴射孔の中心軸方向の速度成分が大きくなる第二の位置にずらして配置される。

[0009] 本発明によれば、燃料噴射量の変化率を小さくした状態で、噴霧角度を大きく変化させることができるので、燃料噴射量と噴霧角度とを容易に調整して、所望の燃料噴射量と噴霧角度とを実現できる燃料噴射弁を提供することができる。これにより、燃料噴射弁の設計、或いは設計変更が容易になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る燃料噴射弁の弁軸心（中心軸線）に沿う断面を示す縦断面図である。

[図2]図1の燃料噴射弁の弁部及び燃料噴射部の近傍（ノズル部）を拡大して示す縦断面図（図3のII-II矢視断面に相当する縦断面図）である。

[図3]図1のIII-III矢視方向から見たノズルプレートの平面図である。

[図4]旋回室及び燃料噴射孔を拡大して示す平面図（図3に示すIV部の拡大平面図）である。

[図5]図4のV-V断面における燃料流れの解析結果を示す図である。

[図6]燃料噴射孔の入口開口を旋回室中心に配置した場合について、燃料噴射孔内及びその近傍の燃料液膜分布を示す縦断面図（図4のV-V断面図）である。

[図7]燃料噴射孔の入口開口を旋回室中心から領域A3側にずらして配置した場合について、燃料噴射孔内及びその近傍の燃料液膜分布を示す縦断面図（図4のV-V断面図）である。

[図8]本発明の実施例について、燃料噴射孔の入口開口の位置を変化させた場

合の流量変化率の解析結果を示す図である。

[図9]本発明の実施例について、燃料噴射孔の入口開口の位置を変化させた場合の噴霧角度変化率の解析結果を示す図である。

[図10]本実施例との比較例について、横方向通路、旋回室及び燃料噴射孔の構成を示す平面図である。

[図11]図10のVII-VII断面における燃料流れの解析結果を示す図である。

[図12]旋回室の形状を変更した例について、旋回室及び燃料噴射孔を拡大して示す平面図（図3に示すIV部の拡大平面図）である。

[図13]図12の変更例について、旋回室に対する燃料噴射孔の位置を変更した例を示す平面図である。

[図14]旋回室の形状を更に変更した例について、旋回室及び燃料噴射孔を拡大して示す平面図（図3に示すIV部の拡大平面図）である。

[図15]燃料噴射弁が搭載された内燃機関の断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の実施例について、図1乃至図8を用いて説明する。

[0012] 図1を用いて、燃料噴射弁1の全体構成について説明する。図1は、本実施例に係る燃料噴射弁1の中心軸線1aに沿う断面を示す縦断面図である。中心軸線1aは、後述する弁体17が一体に設けられた可動子27の軸心（弁軸心）に一致し、後述する筒状体5の中心軸線に一致している。また、中心軸線1aは、後述する弁座15b及びノズルプレート21nの中心線とも一致している。

[0013] 燃料噴射弁1には、上端部から下端部まで延設された金属材製の筒状体5が設けられている。この筒状体5の内側に燃料流路3がほぼ中心軸線1aに沿うように構成されている。図1において、上端部（上端側）を基端部（基端側）と呼び、下端部（下端側）を先端部（先端側）と呼ぶことにする。基端部（基端側）及び先端部（先端側）という呼び方は、燃料の流れ方向、或いは図示しない燃料配管への取付構造に基づいている。すなわち、燃料の流れ方向において、基端部が上流側となり、先端部が下流側となる。また、本

明細書において説明される上下関係は図 1 に基づいて定義され、燃料噴射弁 1 の内燃機関への実装状態における上下方向とは関係がない。

[0014] 筒状体 5 の基端部には燃料供給口 2 が設けられている。この燃料供給口 2 に、燃料フィルタ 1 3 が取り付けられている。燃料フィルタ 1 3 は燃料に混入した異物を取り除くための部材である。

[0015] 筒状体 5 の基端部にはリング 1 1 が配設されている。リング 1 1 は燃料噴射弁 1 が燃料配管に連結される際に、シール材として機能する。

[0016] 筒状体 5 の先端部には、弁体 1 7 と弁座部材 1 5 とからなる弁部 7 が構成されている。弁座部材 1 5 には、弁体 1 7 を収容する段付きの弁体収容孔 1 5 a が形成されている。弁体収容孔 1 5 a の途中に円錐面が形成されており、この円錐面上に弁座（シール部） 1 5 b が構成される。弁体収容孔 1 5 a の弁座 1 5 b よりも上流側（基端側）の部分には、中心軸線 1 a に沿う方向に弁体 1 7 の移動を案内するガイド面 1 5 c が形成されている。弁座 1 5 b と弁体 1 7 とは協働して、燃料通路の開閉を行う。弁体 1 7 が弁座 1 5 b に当接することにより、燃料通路は閉じられる。また、弁体 1 7 が弁座 1 5 b から離間することにより、燃料通路は開かれる。

[0017] 弁座部材 1 5 は、筒状体 5 の先端側内側に挿入され、レーザ溶接により筒状体 5 に固定されている。レーザ溶接 1 9 は、筒状体 5 の外周側から全周に亘って実施されている。弁体収容孔 1 5 a は、中心軸線 1 a に沿う方向に、弁座部材 1 5 を貫通している。弁座部材 1 5 の下端面（先端面）にはノズルプレート 2 1 n が取り付けられている。ノズルプレート 2 1 n は弁体収容孔 1 5 a によって形成された弁座部材 1 5 の開口を塞いでいる。

[0018] 本実施例では、弁座部材 1 5 とノズルプレート 2 1 n とによって旋回燃料を噴射する燃料噴射部 2 1 が構成される。ノズルプレート 2 1 n は、弁座部材 1 5 に対してレーザ溶接により、固定されている。レーザ溶接部 2 3 は、燃料噴射孔 2 2 0-1, 2 2 0-2, 2 2 0-3, 2 2 0-4（図 3 参照）が形成された噴射孔形成領域を取り囲むようにして、この噴射孔形成領域の周囲を一周している。弁座部材 1 5 は、筒状体 5 の先端側内側に圧入した上

で、レーザ溶接により筒状体 5 に固定してもよい。

[0019] 本実施例では、弁体 17 は、球状を成すボール弁を用いている。このため、弁体 17 におけるガイド面 15c と対向する部位には、周方向に間隔を置いて複数の切欠き面 17a が設けられている。この切欠き面 17a は弁座部材 15 の内周面との間に隙間を形成する。この隙間によって燃料通路が構成される。なお、ボール弁以外で弁体 17 を構成することも可能である。例えば、ニードル弁を用いてもよい。

[0020] 本実施例において、弁座部材 15 及び弁体 17 を含む弁部 7 とノズルプレート 21n とは燃料を噴射するためのノズル部を構成する。弁部 7 が構成されるノズル部本体（弁座部材 15）側の先端面に、後述する燃料噴射孔 220 や旋回用通路 210（横方向通路 211 及び旋回室 212）が形成されたノズルプレート 21n が接合される構成である。

[0021] 筒状体 5 の中間部には弁体 17 を駆動するための駆動部 9 が配置されている。駆動部 9 は電磁アクチュエータで構成されている。具体的には、駆動部 9 は、固定鉄心 25 と、可動子（可動部材）27 と、電磁コイル 29 と、ヨーク 33 とによって構成されている。

[0022] 固定鉄心 25 は、磁性金属材料からなり、筒状体 5 の長手方向中間部の内側に圧入固定されている。固定鉄心 25 は筒状に形成され、中心部を中心軸線 1a に沿う方向に貫通する貫通孔 25a を有する。固定鉄心 25 は溶接により筒状体 5 に固定してもよいし、溶接と圧入を併用して筒状体 5 に固定してもよい。

[0023] 可動子 27 は、筒状体 5 の内部において、固定鉄心 25 よりも先端側に配置されている。可動子 27 の基端側には、可動鉄心 27a が設けられている。可動鉄心 27a は、固定鉄心 25 と微小ギャップ δ を介して対向する。可動子 27 の先端側には小径部 27b が形成されており、この小径部 27b の先端に弁体 17 が溶接により固定されている。本実施例では、可動鉄心 27a と小径部 27b とを一体（同一材料からなる一部材）に形成しているが、二つの部材を接合して構成してもよい。可動子 27 は弁体 17 を備え、弁体

17を開閉弁方向に変位させる。可動子27は、弁体17が弁座部材15と接触し、可動鉄心27aの外周面が筒状体5の内周面に接触することにより、中心軸線1aに沿う方向（開閉弁方向）における移動を弁軸心方向の2点で案内される。

[0024] 可動鉄心27aには、固定鉄心25と対向する端面に凹部27cが形成されている。凹部27cの底面にはスプリング（コイルばね）39のばね座27eが形成されている。ばね座27eの内周側には中心軸線1aに沿って小径部（接続部）27bの先端側端部まで貫通する貫通孔27fが形成されている。また、小径部27bには側面に開口部27dが形成されている。貫通孔27fが凹部27cの底面に開口し、開口部27dが小径部27bの外周面に開口することにより、固定鉄心25に形成された燃料通路3と弁部7とを連通する燃料流路3が構成される。

[0025] 電磁コイル29は、固定鉄心25と可動鉄心27aとが微小ギャップ δ を介して対向する位置で、筒状体5の外周側に外挿されている。電磁コイル29は、樹脂材料で筒状に形成されたボビン31に巻回され、筒状体5の外周側に外挿されている。電磁コイル29はコネクタ41に設けられたコネクタピン43に配線部材45を介して電氣的に接続されている。コネクタ41には図示しない駆動回路が接続され、コネクタピン43及び配線部材45を介して、電磁コイル29に駆動電流が通電される。

[0026] ヨーク33は、磁性を有する金属材料でできている。ヨーク33は、電磁コイル29の外周側で、電磁コイル29を覆うように配置され、燃料噴射弁1のハウジングを兼ねる。また、ヨーク33は、その下端部が可動鉄心27aの外周面と筒状体5を介して対向しており、可動鉄心27a及び固定鉄心25と共に、電磁コイル29に通電することにより生じた磁束が流れる閉磁路を構成する。

[0027] 固定鉄心25の貫通孔25aと可動鉄心27aの凹部27cとに跨って、コイルばね39が圧縮状態で配設されている。コイルばね39は、可動子27を、弁体17が弁座15bに当接する方向（閉弁方向）に付勢する付勢部

材として機能している。固定鉄心 25 の貫通孔 25 a の内側にはアジャスタ（調整子）35 が配設されており、コイルばね 39 の基端側端部はアジャスタ 35 の先端側端面に当接している。中心軸線 1 a に沿う方向におけるアジャスタ 35 の貫通孔 25 a 内での位置を調整することにより、コイルばね 39 による可動子 27（すなわち弁体 17）の付勢力が調整される。

[0028] アジャスタ 35 は、中心部を中心軸線 1 a に沿う方向に貫通する燃料流路 3 を有する。燃料は、アジャスタ 35 の燃料流路 3 を流れた後、固定鉄心 25 の貫通孔 25 a の先端側部分の燃料流路 3 に流れ、可動子 27 内に構成された燃料流路 3 に流れる。

[0029] 筒状体 5 の先端部には、リング 46 が外挿されている。リング 46 は、燃料噴射弁 1 が内燃機関に取り付けられる際に、内燃機関側に形成された挿入口 109 a（図 5 参照）の内周面とヨーク 33 の外周面との間で液密及び気密を確保するシールとして機能する。

[0030] 燃料噴射弁 1 の中間部から基端側端部の近傍まで、樹脂カバー 47 がモールドされて被覆している。樹脂カバー 47 の先端側端部はヨーク 33 の基端側の一部を被覆している。

また、樹脂カバー 47 は配線部材 45 を被覆し、樹脂カバー 47 によりコネクタ 41 が一体的に形成されている。

[0031] 次に、燃料噴射弁 1 の動作について説明する。

[0032] 電磁コイル 29 に通電されていない（すなわち駆動電流が流れていない）場合、可動子 27 はコイルばね 39 により閉弁方向に付勢され、弁体 17 が弁座 15 b に当接（着座）した状態にある。この場合、固定鉄心 25 の先端側端面と可動鉄心 27 a の基端側端面との間には、ギャップ δ が存在する。なお、本実施例では、このギャップ δ は可動子 27（すなわち弁体 17）のストロークに等しい。

[0033] 電磁コイル 29 に通電されて駆動電流が流れると、可動鉄心 27 a と固定鉄心 25 とヨーク 33 とによって構成される閉磁路に磁束が発生する。この磁束により、ギャップ δ を挟んで対向する固定鉄心 25 と可動鉄心 27 a と

の間に磁気吸引力が発生する。この磁気吸引力が、コイルばね 39 による付勢力や、可動子 27 に対して閉弁方向に作用する燃料圧力などの合力に打ち勝つと、可動子が開弁方向に移動し始める。弁体 17 が弁座 15 b から離れると弁体 17 と弁座 15 b との間に隙間（燃料流路）が形成され、燃料の噴射が始まる。本実施例では、可動子 27 が開弁方向にギャップ δ に等しい距離 δ だけ移動して、可動鉄心 27 a が固定鉄心 25 に当接すると、可動鉄心 27 a は開弁方向への移動を止められ、開弁して静止した状態に至る。

[0034] 電磁コイル 29 の通電を打ち切ると、磁気吸引力が減少し、やがて消失する。磁気吸引力が減少する段階で、磁気吸引力がコイルばね 39 の付勢力よりも小さくなると、可動子 27 が閉弁方向へ移動を開始する。弁体 17 が弁座 15 b に当接すると、弁体 17 は弁部 7 を閉弁して静止した状態に至る。

[0035] 次に、図 2 及び図 3 を用いて、弁部 7 及び燃料噴射部 21 の構造について、詳細に説明する。図 2 は、図 1 に示す燃料噴射弁 1 の弁部 7 及び燃料噴射部 21 の近傍（ノズル部）を拡大して示す縦断面図（図 3 の II-II 矢視断面図に対応する縦断面図）である。図 3 は、図 1 の III-III 矢視方向から見たノズルプレート 21 n の平面図である。

[0036] なお、図 3 の平面図は、ノズルプレート 21 n を燃料噴射孔の入口側から見た平面図であり、ノズルプレート 21 n の上端面 21 n u 側の平面図である。上端面 21 n u は弁座部材 15 の先端面 15 t と対向する面である。上端面 21 n u に対して反対側の端面を下端面 21 n b と呼ぶ。

[0037] 本実施例では、図 2 に示すように、ノズルプレート 21 n は両端面が平面で構成された板状部材で構成され、上端面 21 n u と下端面 21 n b とは平行である。すなわち、ノズルプレート 21 n は板厚が均一な平板で構成されている。なお、本実施例では、図 3 に示すように、中心軸線 1 a がノズルプレート 21 n と中心 21 n o で交差するように、燃料噴射弁 1 が構成されている。

[0038] 弁座部材 15 の先端面（下端面）15 t は、中心軸線 1 a に垂直な平らな面（平坦面）で構成されている。弁座部材 15 の先端面 15 t にはノズルプ

レート 21n が接合されており、先端面 15t はノズルプレート 21n の上端面 21nu と当接している。

[0039] ノズルプレート 21n には、図 3 に示すように、横方向通路 211-1, 211-2, 211-3, 211-4、旋回室（スワール室）212-1, 212-2, 212-3, 212-4 及び燃料噴射孔 220-1, 220-2, 220-3, 220-4 が形成されている。横方向通路 211-1, 211-2, 211-3, 211-4 と旋回室 212-1, 212-2, 212-3, 212-4 とは、燃料噴射孔 220 の上流側で燃料に旋回力を付与するための旋回用通路 210-1, 210-2, 210-3, 210-4 を構成する。4 組の旋回用通路 210-1, 210-2, 210-3, 210-4 と燃料噴射孔 220-1, 220-2, 220-3, 220-4 とは、それぞれが同様に構成されるため、これらを区別せず、旋回用通路 210、横方向通路 211、旋回室 212 及び燃料噴射孔 220 として、説明する。各組で構成を変える場合は、適宜説明する。

[0040] 図 2 に示すように、弁座部材 15 には、下流側に向かって縮径する円錐状の弁座 15b が形成されている。弁座 15b の下流端は燃料導入孔 300 に接続されている。燃料導入孔 300 の下流端は弁座部材 15 の先端面 15t に開口している。燃料導入孔 300 は旋回用通路 210 に燃料を導入する燃料通路を構成する。

[0041] 旋回用通路 210 は、燃料導入孔 300 から燃料の供給を受けるために、横方向通路 211 の上流端部が燃料導入孔 300 の開口面に対向して設けられている。本実施例では、図 3 に示すように、4 組の横方向通路 211-1, 211-2, 211-3, 211-4 は上流端部が連通する構成であるが、各横方向通路 211-1, 211-2, 211-3, 211-4 を独立した構成にしてもよい。

[0042] 図 2 では、一枚の板状部材で構成したノズルプレート 21n に、横方向通路 211、旋回室 212 及び燃料噴射孔 220 の全てを形成している。ノズルプレート 21n は、例えば厚さ方向に分割するなどして、複数のプレート

で構成することができる。例えば、横方向通路 2 1 1 及び旋回室 2 1 2 を一枚のプレートに形成し、燃料噴射孔 2 2 0 を別のプレートに形成する。そしてこれら二枚のプレートを積層して、ノズルプレート 2 1 n を構成してもよい。

[0043] また、本実施例では、図 2 に示すように、燃料噴射孔 2 2 0 は中心軸線 1 a に平行に形成されているが、中心軸線 1 a に対して 0° よりも大きな角度で傾斜させてもよい。傾斜させる方向を異ならせることにより、複数の方向に燃料を噴射させるようにしてもよい。

[0044] 本実施例では、図 3 に示すように、旋回用通路 2 1 0-1 と燃料噴射孔 2 2 0-1 とが一つの燃料通路を形成し、旋回用通路 2 1 0-2 と燃料噴射孔 2 2 0-2 とが一つの燃料通路を形成し、旋回用通路 2 1 0-3 と燃料噴射孔 2 2 0-3 とが一つの燃料通路を形成し、旋回用通路 2 1 0-4 と燃料噴射孔 2 2 0-4 とが一つの燃料通路を形成している。旋回用通路 2 1 0-1 は横方向通路 2 1 1-1 と旋回室 2 1 2-1 とで構成され、旋回用通路 2 1 0-2 は横方向通路 2 1 1-2 と旋回室 2 1 2-2 とで構成され、旋回用通路 2 1 0-3 は横方向通路 2 1 1-3 と旋回室 2 1 2-3 とで構成され、旋回用通路 2 1 0-4 は横方向通路 2 1 1-4 と旋回室 2 1 2-4 とで構成される。

[0045] 本実施例では、ノズルプレート 2 1 n に、全部で 4 組の旋回用通路 2 1 0 及び燃料噴射孔 2 2 0 からなる燃料通路が構成される。4 組の燃料通路は、それぞれがノズルプレート 2 1 n の中心 2 1 n o 側から外周に向かって放射状に形成されている。すなわち、横方向通路 2 1 1 は、ノズルプレート 2 1 n の中心 2 1 n o 側から外周側に向けて放射状に設けられ、ノズルプレート 2 1 n の径方向に延設されている。また、それぞれの燃料通路は周方向に 90° の角度間隔で形成されている。

[0046] 旋回用通路 2 1 0 及び燃料噴射孔 2 2 0 は 4 組に限らず、2 組或いは 3 組であってもよく、5 組以上設けられてもよい。或いは、旋回用通路 2 1 0 及び燃料噴射孔 2 2 0 を 1 組だけにしてもよい。

- [0047] ここで、図4を参照して、旋回室212と燃料噴射孔220との関係について、詳細に説明する。図4は、旋回室212及び燃料噴射孔220を拡大して示す平面図（図3に示すIV部の拡大平面図）である。
- [0048] 横方向通路211は、旋回室212の中心O1に対してオフセットするように旋回室212に接続されている。横方向通路211の一方の幅方向端部（側壁）212oは旋回燃料の流れ方向において上流側に位置する内周壁212c部分に接続され、他方の幅方向端部（側壁）212iは下流側に位置する内周壁212c部分に接続されている。このため、旋回室212の内周壁（側壁）212cには、横方向通路211の接続部に開口212coが形成されている。
- [0049] 旋回室212の内周壁212cは、横方向通路211から旋回室212に流入した燃料を旋回させるように、燃料噴射孔220の入口開口220iの周囲に円周を成すように形成されている。すなわち、旋回室212の内周壁212cと燃料噴射孔220の入口開口220iとの間に燃料の旋回流路212dが形成されている。
- [0050] 横方向通路211はその延設方向或いは燃料の流れ方向に対して垂直な断面（横断面）が矩形状を成す。横方向通路211の側壁（側面）211o, 211i及び底面211bはノズルプレート21nによって構成されている。また、横方向通路211の上面（天井面）211u（図2参照）は、弁座部材15の先端面15tで構成されている。
- [0051] 横方向通路211の側壁211oは、旋回室212の内周壁212cに接する角度で旋回室212に接続される。側壁211oの下流端は、旋回室212の内周壁212cの始端部212csに接続されている。
- [0052] また、横方向通路211の側壁211iは、旋回室212の内周壁212cと交差する角度で旋回室212に接続される。ここで、交差とは、側壁211i及びその延長線が内周壁212cを横切ることを意味しており、側壁211i及びその延長線が内周壁212cに接する構成は含まない。側壁211iの下流端は、旋回室212の内周壁212cの終端部212ceに接

続されている。

[0053] 旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c の始端部 2 1 2 c s は、燃料の旋回方向において上流側に位置する端部である。内周壁 2 1 2 c の終端部 2 1 2 c e は燃料の旋回方向において下流側に位置する端部である。終端部 2 1 2 c e には、傾斜部或いは丸味部などの面取り部が形成される場合がある。このような場合は、内周壁 2 1 2 c と側壁 2 1 1 i とをそれぞれ延長した仮想線が交差する交点を、終端部（下流側端部）2 1 2 c e として定めればよい。

[0054] 本実施例では、旋回室 2 1 2 の始端部 2 1 2 c s から終端部 2 1 2 c e までの間の内周壁 2 1 2 c は、中心 O 1 からの半径 R が一定となる円弧形状を成すように形成されている。すなわち、内周壁 2 1 2 c は正円又は真円を成す円周の一部によって構成される。一方、燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i は、旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c の半径 R よりも小さな半径 r を有する円形を成している。これにより、燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口縁 2 2 0 i c と旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c との間に、旋回流路 2 1 2 d の底面 2 1 2 b が構成される。なお、燃料噴射孔 2 2 0 の中心軸線が底面 2 1 2 b に対して傾斜している場合は、燃料噴射孔 2 2 0 の横断面が円形であっても、入口開口 2 2 0 i は円形とならず、楕円形を呈する。傾斜の有無にかかわらず、燃料噴射孔 2 2 0 の中心軸線は入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 を通る。

[0055] 図 4 は平面図であり、燃料噴射弁 1 の中心軸線 1 a に垂直な平面（投影面）に、燃料噴射孔 2 2 0、旋回室 2 1 2、横方向通路 2 1 1 を投影した図である。図 4 には、さらに、横方向通路 2 1 1 の側壁 2 1 1 o の延長線 2 1 1 o l（第一の延長線）と、側壁 2 1 1 i の延長線 2 1 1 i l（第二の延長線）が投影されて示されている。第一の延長線 2 1 1 o l は、側壁 2 1 1 o に沿って延長した仮想線である。第二の延長線 2 1 1 i l は、側壁 2 1 1 i に沿って延長した仮想線である。

[0056] 第二の延長線 2 1 1 i l は、旋回室 2 1 2 の底面（旋回流路 2 1 2 d の底面 2 1 2 b）を 2 つの領域 A 1、A 2 に区画する。領域 A 1 は、第二の延長線 2 1 1 i l に対して、側壁 2 1 1 o 又はその延長線 2 1 1 o l 側に位置す

る領域である。内周壁 212c の始端部 212cs は、領域 A1 にあり、内周壁 212c の始端部 212cs 側の旋回流路部分によって構成される。領域 A2 は、第二の延長線 211il に対して、側壁 211o 又はその延長線 211ol 側とは反対側に位置する領域である。領域 A2 は、内周壁 212c の終端部 212ce 側の旋回流路部分によって構成される。なお、領域 A1, A2 は、第二の延長線 211il の線上を含まないものとする。

[0057] 燃料噴射孔 220 の入口開口縁 220ic の一部が第二の延長線 211il を越えて、領域 A1 側に配置されている。すなわち、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i の一部が領域 A1 側に開口している。

[0058] 本実施例では、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i の中心 O2 は、第二の延長線 211il 上に位置している。このため、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i は、燃料噴射孔 220 の半径 r 分だけ、第二の延長線 211il を越えて、領域 A1 側にはみ出している。このため、燃料噴射孔 220 の入口開口縁 220ic は、第二の延長線 211il と 2 点 220ia, 220ib で交わる。すなわち、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i は、第二の延長線 211il と入口開口縁 220ic とが 2 点 220ia, 220ib で交差するように、配置されている。なお、入口開口 220i の領域 A1 側へのはみ出し量は、燃料噴射孔 220 の半径 r 分の大きさに限定される訳ではない。このはみ出し量は、半径 r よりも大きくてもよいし、小さくてもよい。

[0059] 本実施例では、さらに、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i の中心 O2 を、旋回室 212 の中心 O1 から第二の延長線 211il に沿う方向にずれた位置に配置している。すなわち、燃料噴射孔 220 の入口開口 220i の中心 O2 は、旋回室 212 の中心 O1 に対して偏心している。

[0060] ここで、領域 A1, A2 とは異なる旋回室 212 の区画について説明する。まず、旋回室 212 の中心 O1 を通り第二の延長線 211il に垂直な線分 L1 を仮想する。そして、旋回室 212 を線分 L1 によって 2 つの領域 A3, A4 に区画する。領域 A3 は、線分 L1 に対して、横方向通路 211g

接続される側とは反対側の区画である。領域 A 4 は、線分 L 1 に対して、横方向通路 2 1 1 が接続される側の区画である。領域 A 4 は、旋回流路 2 1 2 d の最上流側部分と最下流側部分とで構成される。領域 A 3 は、旋回流路 2 1 2 d の中間流路部分で構成される。なお、領域 A 3, A 4 は線分 L 1 の線上を含まないものとする。

[0061] 中心 O 2 をずらす方向は、第二の延長線 2 1 1 i l に沿う方向であって、燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i を挟んで内周壁 2 1 2 c の終端部 2 1 2 c e とは反対側に位置する交点 2 1 2 c f の側である。交点 2 1 2 c f は、第二の延長線 2 1 1 i l と内周壁 2 1 2 c との交点 2 1 2 c f である。

[0062] 本実施例では、旋回室 2 1 2 の中心 O 1 及び入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 は第二の延長線 2 1 1 i l 上に配置されているため、入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 は第二の延長線 2 1 1 i l 上を旋回室 2 1 2 の中心 O 1 から交点 2 1 2 c f に向かってずれた位置に存在する。また、入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 は、第二の延長線 2 1 1 i l 上において、交点 2 1 2 c f と終端部 2 1 2 c e との間を二等分する中央点となる中心 O 1 よりも交点 2 1 2 c f 側の領域 A 3 に配置されることになる。

[0063] しかし、中心 O 2 をずらす方向は、本実施例の方向に限定されるものではなく、入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 が領域 A 3 に位置するように、配設されればよい。この場合、入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 を通り第二の延長線 2 1 1 i l に垂直な線分（仮想線分）L 2 は、仮想線分 L 1 とは重なることなく、平行になる。すなわち、仮想線分 L 1 と仮想線分 L 2 とは、実質的な間隔を有し、平行な関係にある。ここで、実質的な間隔を有するとは、間隔が 0 の場合を含まないということである。

[0064] 燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 が旋回室 2 1 2 の中心 O 1 に一致する場合と比べて、中心 O 2 が交点 2 1 2 c f 側に配置されることにより、第二の延長線 2 1 1 i l 方向において入口開口 2 2 0 i の両サイドに形成される流路幅 W 2 1, W 2 2 は、流路幅 W 2 1 に対して流路幅 W 2 2 の方が狭くなる。流路幅 W 2 1 は、第二の延長線 2 1 1 i l と内周壁 2 1 2

cとの仮想交点である終端部212ceと、第二の延長線211i1と入口開口縁212icとの第一の交点220iaとの間の距離に相当する。流路幅W22は、第二の延長線211i1と入口開口縁212icとの第二の交点220ibと、第二の延長線211i1と内周壁212cとの始端部212cs側の交点212cfとの間の距離に相当する。

[0065] 図5を用いて、旋回室212から燃料噴射孔220に流入し、燃料噴射孔220から噴射される燃料の流れについて説明する。図5は、図4のV-V断面における燃料流れの解析結果を示す図である。

[0066] 横方向通路211から旋回室212に流入した燃料流れは、旋回室212の内周壁212cに沿って流れ、燃料噴射孔220の入口開口220iの周囲を旋回する。この段階で、燃料には旋回力が付与される。旋回力を付与された燃料流れは、旋回しながら燃料噴射孔220に流入する。燃料噴射孔220から噴射される燃料は旋回力を維持したまま液膜を形成し、さらに旋回しながら液滴に分裂する。これにより、微粒化された燃料噴霧が形成される。

[0067] 本実施例では、燃料噴射孔220の入口開口220iが、側壁211iの延長線211i1を越えて、領域A1側にはみ出すように構成されることにより、横方向通路211から旋回室212に流入する燃料の一部は、旋回室212を旋回しないまま燃料噴射孔220に流入する。すなわち、燃料は燃料噴射孔220に流入し易くなる。燃料噴射孔220の領域A1側へのはみ出し量を変えることにより、燃料流れにおける燃料噴射孔220への流入のし易さを調整することがでる。これにより、燃料噴射孔220に流入する燃料の流量、すなわち噴射量を調整することができる。通常、領域A1側へのはみ出しを大きくするほど、燃料噴射孔220に流入する燃料の流量（噴射量）は増加する。

[0068] 図5では、流れを示す矢印の濃淡が濃くなるほど、流速が大きくなる。本実施例では、燃料が旋回室212を十分に旋回することなく燃料噴射孔220に流入した側501では、燃料噴射孔220の軸方向における燃料の流速

(軸方向速度)が大きく、かつ貫徹力の強い燃料噴霧が形成される。また、501側では、噴霧角度が小さく、ペネトレーションが長くなる。一方、502側では、旋回室212を回転することによって回転力を付与された燃料流れが燃料噴射孔220から噴射される。このため、502側では、501側と比べて、燃料の軸方向速度が小さく、貫徹力の弱い燃料噴霧が形成される。また、502側では、501側と比べて、回転力が強いため、噴霧角度が大きく、ペネトレーションが短くなる。

[0069] さらに本実施例では、燃料噴射孔220の入口開口220iの中心O2を旋回室212の中心O1からずらして図4に示す領域A3に配置している。すなわち、燃料噴射孔220の入口開口220iの中心O2を、第二の延長線211i1に沿う方向において、旋回室212の中心O1から交点212cf側にずらした位置に配置している。旋回室212の中心O1から第二の延長線211i1に沿う方向へのずれ量を調整することにより、燃料噴霧の噴霧角度を調整することができる。

[0070] また、図4に示す燃料流れF2の流速と燃料流れF1の流速とを比較すると、燃料流れF2の流速の方が燃料流れF1の流速よりも速い。燃料流れF1は旋回室212に流入した燃料がより上流側で燃料噴射孔220に流入しようとする流れであり、燃料流れF2は旋回室212に流入した燃料がより下流側で燃料噴射孔220に流入しようとする流れである。

[0071] 燃料噴射孔220の入口開口220iの中心O2を仮想線分L1よりも領域A3側にずらすことによって、燃料噴射孔220に流速の速い燃料流れを流入させることができる。このため、燃料噴射孔220内における燃料流れの直進線が増し、燃料噴射孔220の中心軸線220c1方向の速度成分が大きくなる。燃料噴射孔220内における燃料流れの直進線が増すことにより、燃料噴射孔220から噴射される燃料噴霧の噴霧角度を狭くすることができる。従って本実施例は、燃料噴霧の噴霧角度の調整ばかりでなく、狭い噴霧角度の燃料噴霧が要求される場合にも、利用することができる。

[0072] ここで、図6及び図7を用いて、本実施例の燃料噴射孔で形成される燃料

液膜の分布について説明する。図6は、燃料噴射孔の入口開口を旋回室中心に配置した場合について、燃料噴射孔内及びその近傍の燃料液膜分布を示す縦断面図（図4のV-V断面図）である。図7は、燃料噴射孔の入口開口を旋回室中心から領域A3側にずらして配置した場合について、燃料噴射孔内及びその近傍の燃料液膜分布を示す縦断面図（図4のV-V断面図）である。なお、図6及び図7では、液膜の状態を2段階の濃淡で示しており、濃い部分は燃料が100%の部分であり、淡い部分は空気が混じることによって燃料の割合が100%よりも小さくなっている部分である。

[0073] 図6及び図7では、共に、502側の燃料液膜に対して501側の燃料液膜の方が厚くなっている。

[0074] しかし、図6と図7とを比べると、図7は図6に対して、502側の燃料液膜が燃料噴射孔220内で非常に薄くなっていることが分かる。逆に501側では、燃料噴射孔220への燃料流入量が増え、その分燃料液膜が厚くなる。また、燃料噴射孔220に流入する燃料の直進性が増すため、噴霧の到達距離が長くなっていることが分かる。501側は、502側に対して、燃料の旋回方向において、上流側に位置する。

[0075] 図8及び図9を用いて、本実施例における燃料噴射量（流量）変化率と噴霧角度変化率とについて、説明する。図8は、本実施例について、燃料噴射孔の入口開口の位置を変化させた場合の流量変化率の解析結果を示す図である。図9は、本実施例について、燃料噴射孔の入口開口の位置を変化させた場合の噴霧角度変化率の解析結果を示す図である。なお、図8及び図9において、横軸は旋回室212の直径に対する入口開口220iの開口位置のずれ量の割合である。

[0076] 図8及び図9から分かるように、入口開口220iの開口位置をずらした場合に、噴霧角度が大きく変化するのに対して、流量はほとんど変化しない。すなわち、本実施例の構成では、燃料噴射量を調整した後で噴霧角度を調整しても、燃料噴射量を変化させることなく、噴霧角度を調整することができる。また、図9から、入口開口220iの中心O2を領域A3側にずらす

ことによって、噴霧角度が狭くなることが分かる。

[0077] 本実施例では、燃料噴射孔 220 の入口開口 220 i の、領域 A1 側へのはみ出し量を調整して燃料噴射量を決定した後、入口開口 220 i の中心 O2 を領域 A3 にずらして配置することによって、燃料噴霧の噴霧角度を調整することができる。このため、燃料噴射量と噴霧角度の調整が容易になり、燃料噴射弁の設計自由度を高めることができる。

[0078] 図 10 及び図 11 を用いて、本実施例に対する比較例について、旋回室 212' から燃料噴射孔 220' に流入し、燃料噴射孔 220' から噴射される燃料の流れについて説明する。図 10 は、本実施例との比較例について、横方向通路、旋回室及び燃料噴射孔の構成を示す平面図である。図 11 は、図 10 の VII-VII 断面における燃料流れの解析結果を示す図である。

[0079] 図 10 の比較例の構成では、燃料噴射孔 220' の入口開口 220 i' の全体が、側壁 211 i の延長線（第二の延長線）211 i l よりも領域 A1 側に存在する。すなわち、第二の延長線 211 i l は入口開口 220 i' の開口縁 212 i c' と交差しない。この場合、燃料噴射孔 220' の入口開口 220 i' の全周にわたって、旋回力を付与された燃料流れが流入する。このため、比較例では、図 11 に示すように、701 側の噴霧角度及び燃料流速と 702 側の噴霧角度及び燃料流速とが均等な燃料噴霧が形成される。

[0080] 本実施例では、501 側では、燃料流れの旋回力が弱いため、旋回力を利用した微粒化の効果は小さくなる。しかし、中心軸 220 l c l' 方向の速度が大きくなることによって、空気との摩擦熱を利用して微粒化性能の低下を抑制或いは維持・向上することができる。従って、本実施例では、微粒化性能の低下を抑制して、燃料噴射量を容易に調整することができる。また、上述したように、燃料の噴霧形態（角度及び粒径）は変化するものの、流量調整のために横方向通路 211 及び燃料噴射孔 220 の横断面積を変化させる場合と比べて、噴霧形態の変化量を小さくできる。

[0081] 燃料噴射孔 220 の入口開口 212 i を領域 A1 側へはみ出させ、そのはみ出し量を変えることにより、燃料噴射量を調整することができる。ここで

、噴霧角度の調整が必要になった場合に、そのために入口開口 2 1 2 i の領域 A 1 側へのはみ出し量を変えると、燃料噴射量が変化する。燃料噴射量と噴霧角度の両方を調整するため、燃料噴射孔の孔径、燃料噴射孔の長さ及びスワール室の大きさ（径）の設計からやり直すと、かなりの労力と時間が必要になる。

[0082] 以下、図 1 2 乃至図 1 4 を用いて、本発明に係る旋回室 2 1 2 の形状を変更した変更例について説明する。

[0083] 図 4 では、旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c は正円又は真円で形成されている。旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c は、図 1 2 乃至図 1 4 に示すように、螺旋曲線或いはインボリュート曲線のような渦を描く形状に形成されてもよい。なお、内周壁 2 1 2 c を螺旋曲線で形成する場合は、旋回室 2 1 2 の中心 O 1 は螺旋曲線の旋回中心である。また、内周壁 2 1 2 c をインボリュート曲線で形成する場合は、旋回室 2 1 2 の中心 O 1 は基礎円の中心である。このように、旋回室 2 1 2 の中心 O 1 は、幾何学的な中心或いは作図のために設定される円の中心として定義される。

[0084] 図 1 2 は、旋回室の形状を変更した例について、旋回室及び燃料噴射孔を拡大して示す平面図（図 3 に示す IV 部の拡大平面図）である。

[0085] 本例の旋回室 2 1 2 の内周壁 2 1 2 c は、螺旋曲線或いはインボリュート曲線で形成されている。第二の延長線 2 1 1 i l、領域 A 1 ～ A 4 及び仮想線分 L 1、L 2 が図 4 と同様に定義される。図 1 2 には、燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 が旋回室 2 1 2 の中心 O 1 に配置された場合の入口開口 2 2 0 i を破線で示してある。

[0086] 燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i は、第二の延長線 2 1 1 i l を越えて領域 A 1 側にはみ出している。このため、第二の延長線 2 1 1 i l は燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口縁 2 2 0 i c と 2 つの交点 2 2 0 i a、2 2 0 i b で交差する。

[0087] また、燃料噴射孔 2 2 0 の入口開口 2 2 0 i の中心 O 2 は、旋回室 2 1 2 の中心 O 1 から外れた位置にあり、領域 A 3 に配置されている。仮想線分 L

1と仮想線分L2とは、図4の場合と同様に、実質的な間隔を有し、平行な関係にある。

[0088] 入口開口220iの中心O2は、領域A3に配置されているものの、線分L4上において交点212cgと交点212ciとの間を二等分する中央点O4よりも交点212ci側に配置されている。線分L4は、旋回室212の中心O1と入口開口220iの中心O2とを通る仮想線分であり、第二の延長線211i1と平行である。仮想線分L4と第二の延長線211i1とは平行である必要はないが、以下、仮想線分L4と第二の延長線211i1とが平行な場合について説明する。

[0089] 本例では、入口開口220iの中心O2が旋回室212の中心O1から外れた位置にあり、領域A3に配置されているものの、第二の延長線211i1上において入口開口220iの両サイドに形成される流路幅W21, W22は、流路幅W21に対して流路幅W22の方が大きくなる。流路幅W21は終端部212ceと交点220iaとの間隔（距離）である。流路幅W22は交点220ibと交点212cfとの間隔（距離）である。終端部212ce及び交点220ia, 220ib, 220cfは図4と同様に定義される。

[0090] 仮想線分L4上において入口開口220iの両サイドに形成される流路幅W31, W32は、流路幅W31に対して流路幅W32の方が大きくなる。流路幅W31は交点212ciと交点220ifとの間隔（距離）である。流路幅W32は交点220idと交点212cgとの間隔（距離）である。交点212cg, 212ciは仮想線分L4と内周壁212cとの交点である。交点220id, 220ifは仮想線分L4と入口開口縁220icとの交点である。

[0091] また、本例では、図4では定義することができなかった流路幅W11, W12を定義することができる。流路幅W11, W12は、線分L5上において入口開口220iの両サイドに形成される流路幅である。流路幅W11, W12は、流路幅W11に対して流路幅W12の方が大きくなる。線分L5

は入口開口 220 i の中心 O 2 とノズルプレート 21 n の中心 21 n o とを通る仮想線分である。流路幅 W 1 1 は交点 212 c j と交点 220 i g との間隔（距離）である。流路幅 W 1 2 は交点 220 i e と交点 212 c h との間隔（距離）である。交点 212 c h, 212 c j は仮想線分 L 4 と内周壁 212 c との交点である。交点 220 i e, 220 i g は仮想線分 L 4 と入口開口縁 220 i c との交点である。

[0092] 本例の構成であっても、図 4 の構成と同様な効果が得られる。

[0093] 図 1 3 は、図 1 2 の変更例について、旋回室に対する燃料噴射孔の位置を変更した例を示す平面図である。第二の延長線 211 i l、領域 A 1 ~ A 4 及び仮想線分 L 1, L 2 が図 4 と同様に定義される。また、仮想線分 L 4, L 5 及び流路幅 W 1 1, W 1 2, W 2 1, W 2 2, W 3 1, W 3 2 が図 1 2 と同様に定義される。

[0094] 本例では、燃料噴射孔 220 の中心を O 2 の位置からさらに O 3 の位置までずらしている。図 1 3 には、燃料噴射孔 220 の入口開口 220 i の中心が図 1 2 の O 2 にある場合の入口開口 220 i を破線で示してある。なお、線分 L 3 は、燃料噴射孔 220 の中心 O 3 を通り、第二の延長線 211 i l に垂直に引いた仮想線分である。

[0095] 入口開口 220 i の中心 O 3 は、領域 A 3 に配置され、且つ、仮想線分 L 4 上において交点 212 c f と終端部 212 c e との間を二等分する中央点 O 4 よりも交点 212 c f 側に配置されている。

[0096] 本例では、流路幅 W 2 1 に対して流路幅 W 2 2 の方が小さい。流路幅 W 1 1 に対して流路幅 W 1 2 の方が小さい。流路幅 W 3 2 は流路幅 W 3 1 よりも小さい。このように、旋回室 212 の内周壁 212 c を螺旋曲線或いはインボリュート曲線で形成した場合であっても、流路幅 W 1 2, W 2 2 或いは流路幅 W 3 2 が流路幅 W 1 1, W 2 1 或いは流路幅 W 3 1 に対して小さくなる場合もあり得る。

[0097] 本例の構成であっても、図 4 の構成と同様な効果が得られる。

[0098] 図 1 4 は、旋回室の形状を更に変更した例について、旋回室及び燃料噴射

孔を拡大して示す平面図（図3に示すIV部の拡大平面図）である。第二の延長線211i1、領域A1～A4及び仮想線分L1、L2が図4と同様に定義される。また、仮想線分L4、L5、流路幅W11、W12、W31、W32及び中央点O4が図12と同様に定義される。

[0099] 本例の旋回室212の内周壁212cは、螺旋曲線或いはインボリュート曲線で形成されている。しかし、燃料噴射孔220の入口開口220iの全体が、第二の延長線211i1よりも旋回室212の中心O1側に形成されている。

[0100] このような形態では、流路幅W21、W22は定義することができない。しかし、流路幅W11、W12、W21、W22は、図12及び図13と同様に定義することができる。そして、流路幅W11、W12においては、流路幅W11に対して流路幅W12が大きくなる場合もあるし、小さくなる場合もある。また、流路幅W31、W32においては、流路幅W31に対して流路幅W32が大きくなる場合もあるし、小さくなる場合もある。流路幅W11、W12、W21、W22の大小関係は、中央点O4に対する入口開口220iの中心O2の位置関係で決まり、図12及び図13と同様な関係になる。

[0101] 本例の場合、燃料噴射孔220の入口開口220iを領域A1側にはみ出させることによる流量調整の効果は得られない。しかし、燃料噴射孔220の入口開口220iの中心を領域A3側に配置することによって、噴射角度を狭くする効果、或いは噴射角度を調整する効果が得られる。

[0102] なお、上述した線分L1～L5は直線である。

[0103] 図10の比較例では、燃料噴射孔220'の入口開口220i'は、その中心O2'が旋回室212'の中心O1'と一致するように配置される。これにより、燃料噴射孔220'に流入する燃料の旋回方向における速度成分を最大にすることができる。一方、上述した実施例及び変更例では、入口開口220iの中心O2は、燃料の旋回方向における速度成分を最大にすることができる旋回室212の中心（第一の位置）O1から、旋回方向の速度成

分が小さくなり、且つ燃料噴射孔 220 の中心軸線 220c 方向の速度成分が大きくなる第二の位置にずらして配置されている。これにより、燃料噴射孔に流入した燃料の直進性が向上し、噴射角度を狭くすることができる。

[0104] 図 15 を参照して、本発明に係る燃料噴射弁を搭載した内燃機関について説明する。図 15 は、燃料噴射弁 1 が搭載された内燃機関の断面図である。

[0105] 内燃機関 100 のエンジンプロック 101 にはシリンダ 102 が形成されており、シリンダ 102 の頂部に吸気口 103 と排気口 104 とが設けられている。吸気口 103 には、吸気口 103 を開閉する吸気弁 105 が、また排気口 104 には排気口 104 を開閉する排気弁 106 が設けられている。エンジンプロック 101 に形成され、吸気口 103 に連通する吸気流路 107 の入口側端部 107a には吸気管 108 が接続されている。

[0106] 燃料噴射弁 1 の燃料供給口 2（図 1 参照）には燃料配管 110 が接続される。

[0107] 吸気管 108 には燃料噴射弁 1 の取付け部 109 が形成されており、取付け部 109 に燃料噴射弁 1 を挿入する挿入口 109a が形成されている。挿入口 109a は吸気管 108 の内壁面（吸気流路）まで貫通しており、挿入口 109a に挿入された燃料噴射弁 1 から噴射された燃料は吸気流路内に噴射される。二方向噴霧の場合、エンジンプロック 101 に吸気口 103 が二つ設けられた形態の内燃機関を対象として、それぞれの燃料噴霧が各吸気口 103（吸気弁 105）を指向して噴射される。

[0108] なお、本発明は上記した実施例或いは変更例に限定されるものではなく、一部の構成の削除や、記載されていない他の構成の追加が可能である。また、実施例と変更例との間において、実施例或いは変更例に記載された構成の入れ替えや追加を行うことも可能である。

請求の範囲

[請求項1] 弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開く底面と前記底面の周囲を囲む内周壁とを有する旋回室と、下流端が前記内周壁に開口し前記旋回室に燃料を供給する横方向通路とを備え、前記旋回室は前記内周壁と前記入口開口との間に形成された燃料の旋回流路を有し、前記横方向通路は旋回燃料の流れ方向において上流側に位置する内周壁部分に接続された一方の幅方向端部と下流側に位置する内周壁部分に接続された他方の幅方向端部とを有する燃料噴射弁において、

前記横方向通路の前記他方の幅方向端部を前記旋回室側に延長した延長線と、前記旋回室の中心を通り前記延長線に垂直な直線線分とを仮想した場合に、

前記燃料噴射孔の前記入口開口の中心は、前記旋回室の中心から前記延長線に沿う方向にずれた位置であって、前記直線線分によって前記旋回室を区画した2つの領域のうち、前記横方向通路が接続される側とは反対側の第一の領域に配置されたことを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、

前記入口開口の中心を通り前記延長線に平行な第一の線分を仮想した場合に、前記第一の線分は前記入口開口の開口縁と二点で交差することを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項3] 請求項2に記載の燃料噴射弁において、

前記第一の線分上において前記入口開口の両サイドに形成される流路幅は、旋回燃料の流れ方向における上流側に位置する流路幅の方が下流側に位置する流路幅よりも小さいことを特徴とする燃料噴射弁。

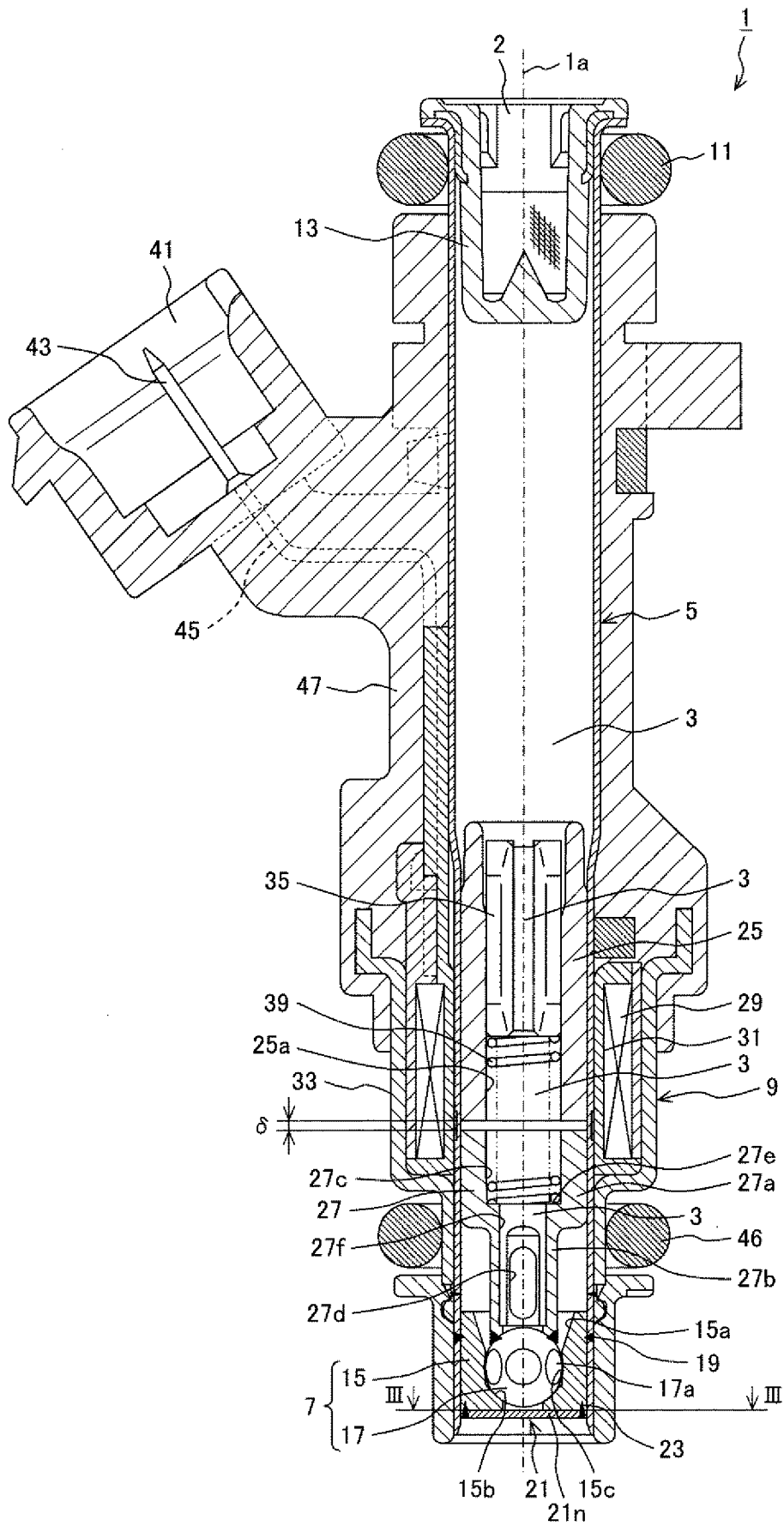
[請求項4] 請求項3に記載の燃料噴射弁において、

前記旋回室の内周壁は半径が一定の円弧面で構成されることを特徴とする燃料噴射弁。

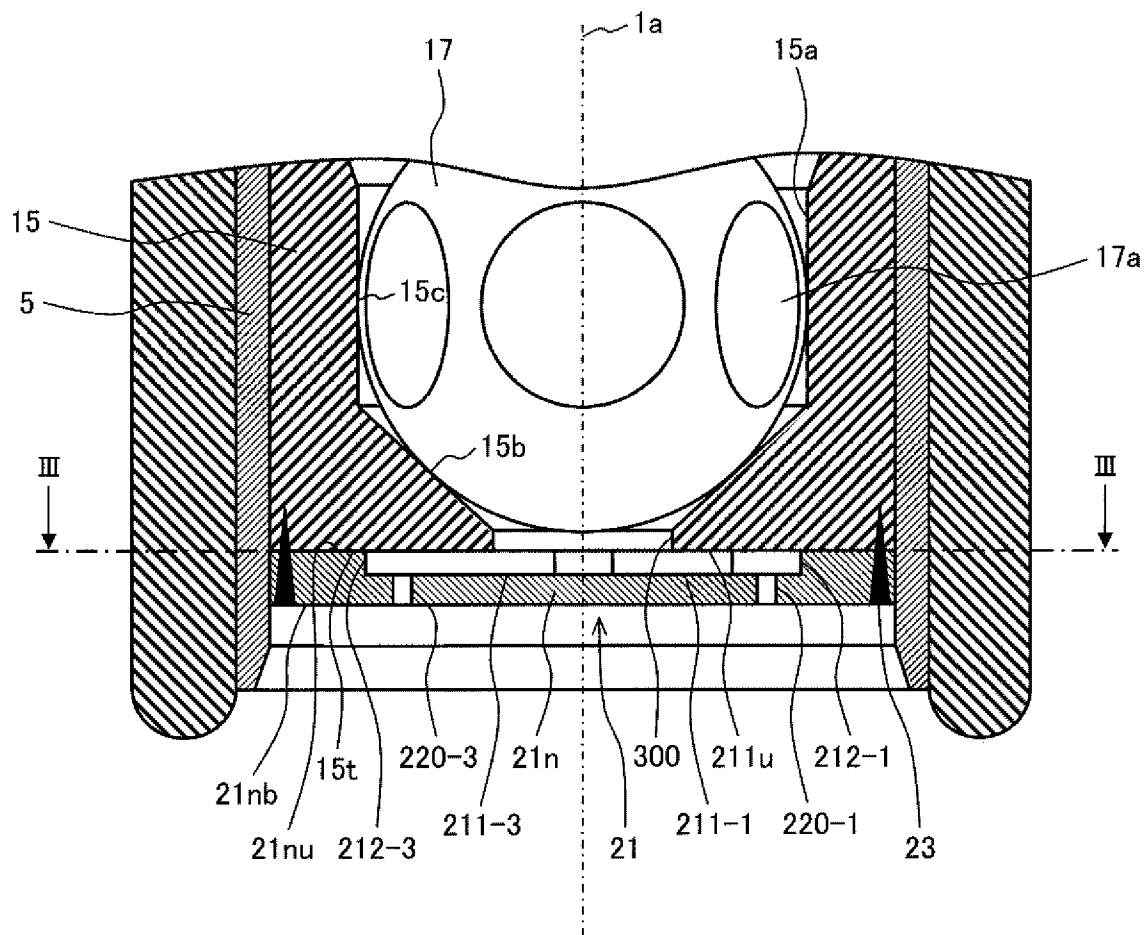
- [請求項5] 請求項4に記載の燃料噴射弁において、
前記旋回室の中心が前記第一の線分上にあり、前記第一の線分と前記延長線とが一致することを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項6] 請求項2に記載の燃料噴射弁において、
前記旋回室の内周壁が螺旋曲線又はインボリュート曲線で形成されたことを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項7] 弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開口し前記入口開口の周囲に燃料の旋回流路が形成された旋回室と、前記旋回室に燃料を供給する横方向通路と、前記燃料噴射孔と旋回室と前記横方向通路とが形成されたノズルプレートとを有する燃料噴射弁において、
前記燃料噴射孔の入口開口の中心と前記ノズルプレートの中心とを通る線分上において前記入口開口の両サイドに形成される流路幅は、旋回燃料の流れ方向における上流側に位置する流路幅の方が下流側に位置する流路幅よりも小さいことを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項8] 弁体が接離する弁座の下流側に設けられた燃料噴射孔と、前記燃料噴射孔の入口開口が開口し前記入口開口の周囲に燃料の旋回流路が形成された旋回室と、前記旋回室に燃料を供給する横方向通路とを有する燃料噴射弁において、
前記燃料噴射孔の入口開口の中心は、前記燃料噴射孔に流入する燃料の旋回方向における速度成分が最大となる第一の位置から、旋回方向の速度成分が小さくなり、且つ前記燃料噴射孔の中心軸方向の速度成分が大きくなる第二の位置にずらして配置されたことを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項9] 請求項8に記載の燃料噴射弁において、
前記第一の位置から前記第二の位置までの位置ずれ量に対する噴霧角度の変化率及び流量の変化率は、前記噴霧角度の変化率の方が前記流量の変化率よりも大きいことを特徴とする燃料噴射弁。

- [請求項10] 請求項8に記載の燃料噴射弁において、
前記燃料噴射孔の内部に形成される燃料液膜は、前記旋回流路の上
流側の方が下流側に対して厚いことを特徴とする燃料噴射弁。

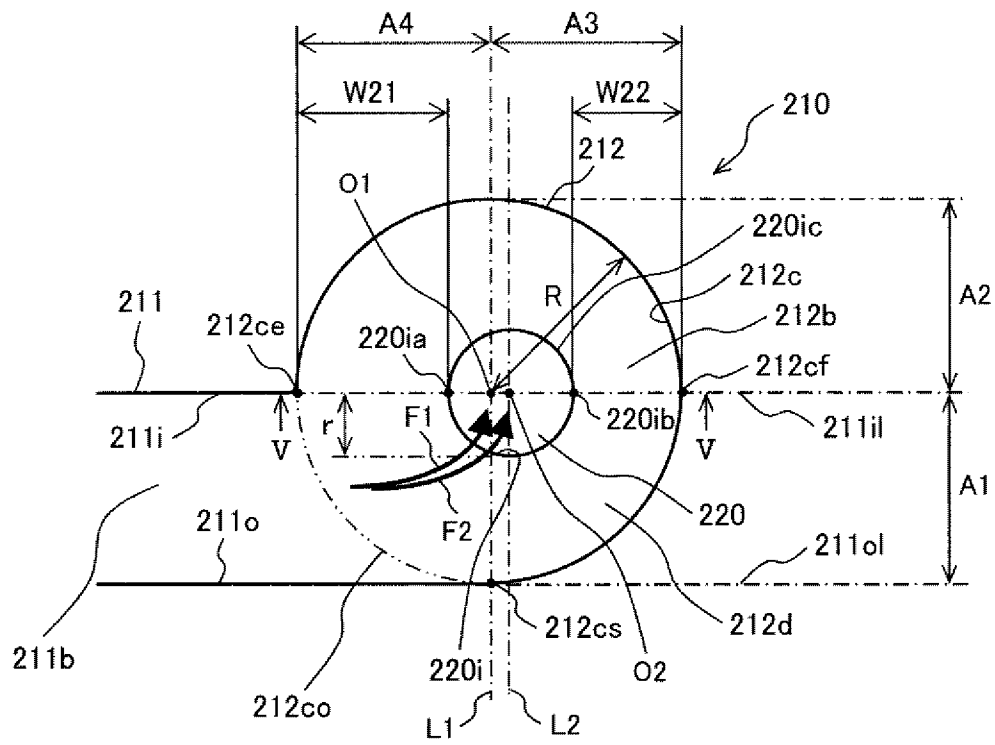
[図1]



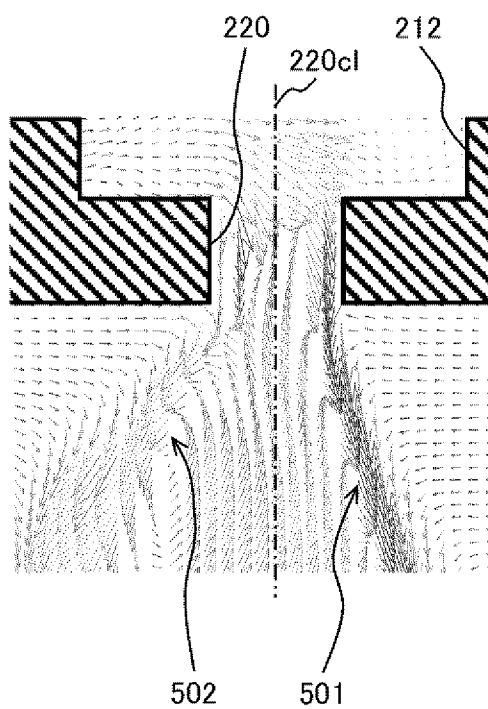
[図2]



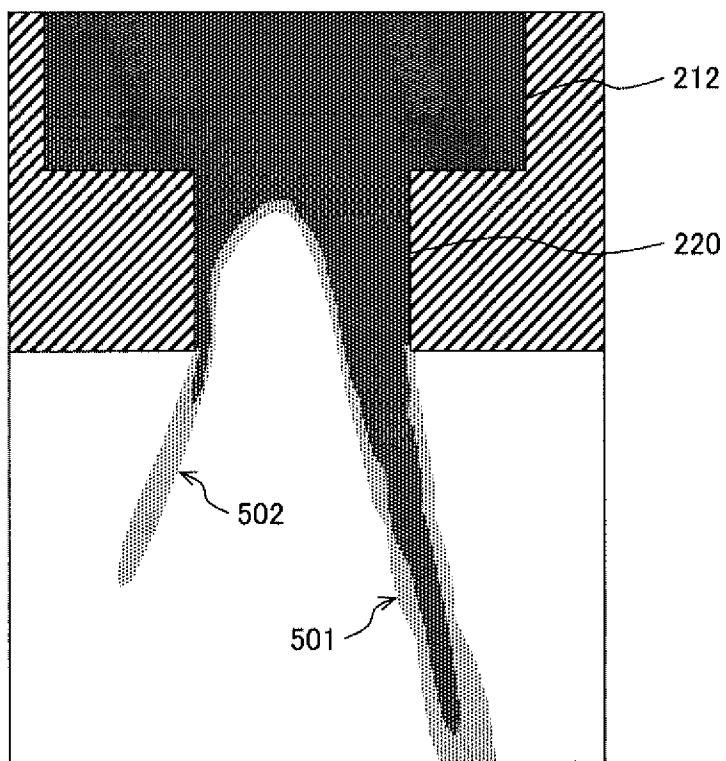
[図4]



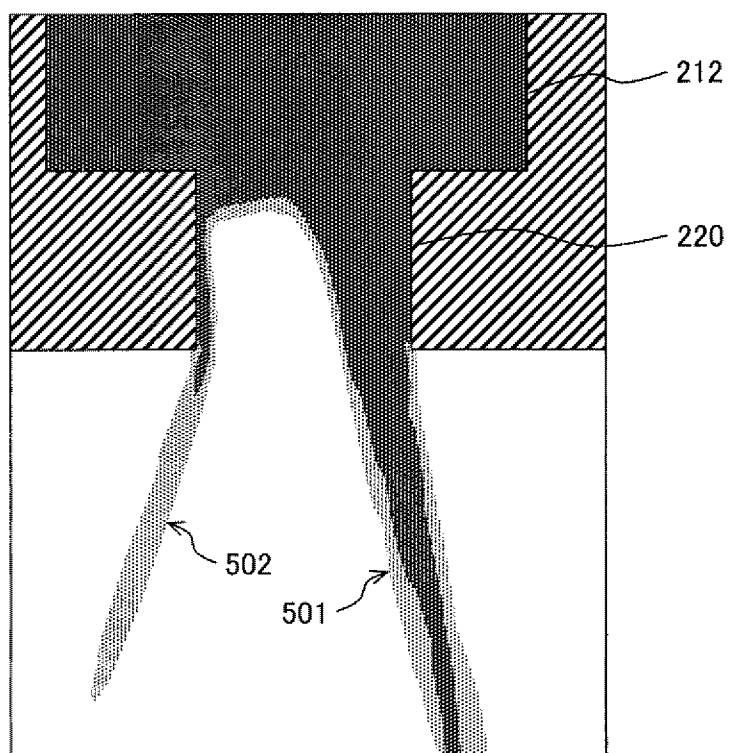
[図5]



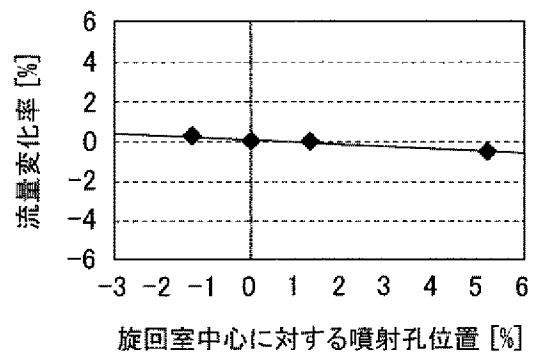
[図6]



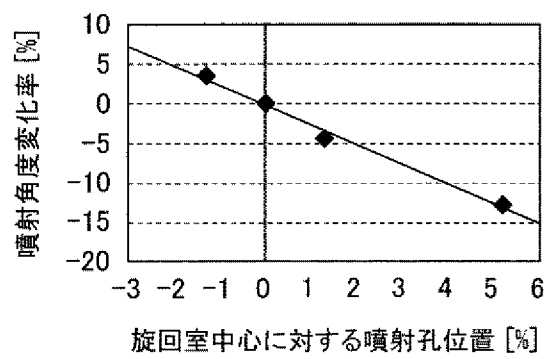
[図7]



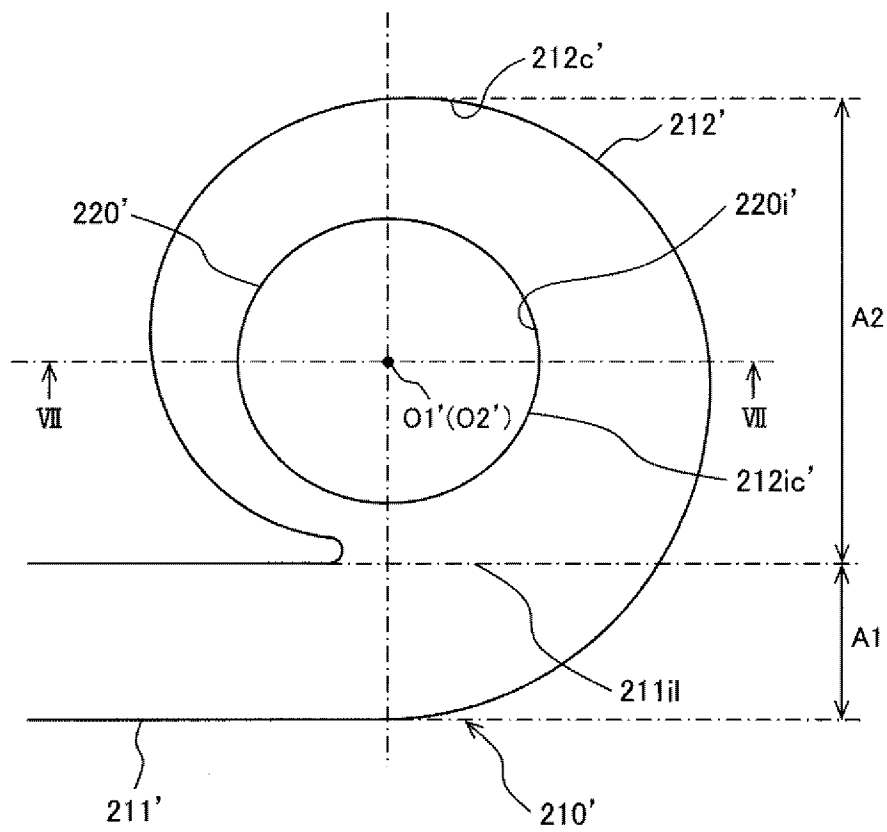
[図8]



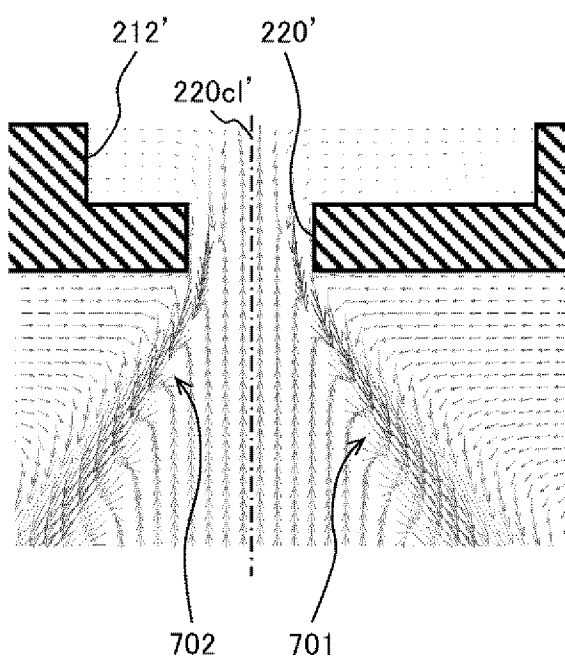
[図9]



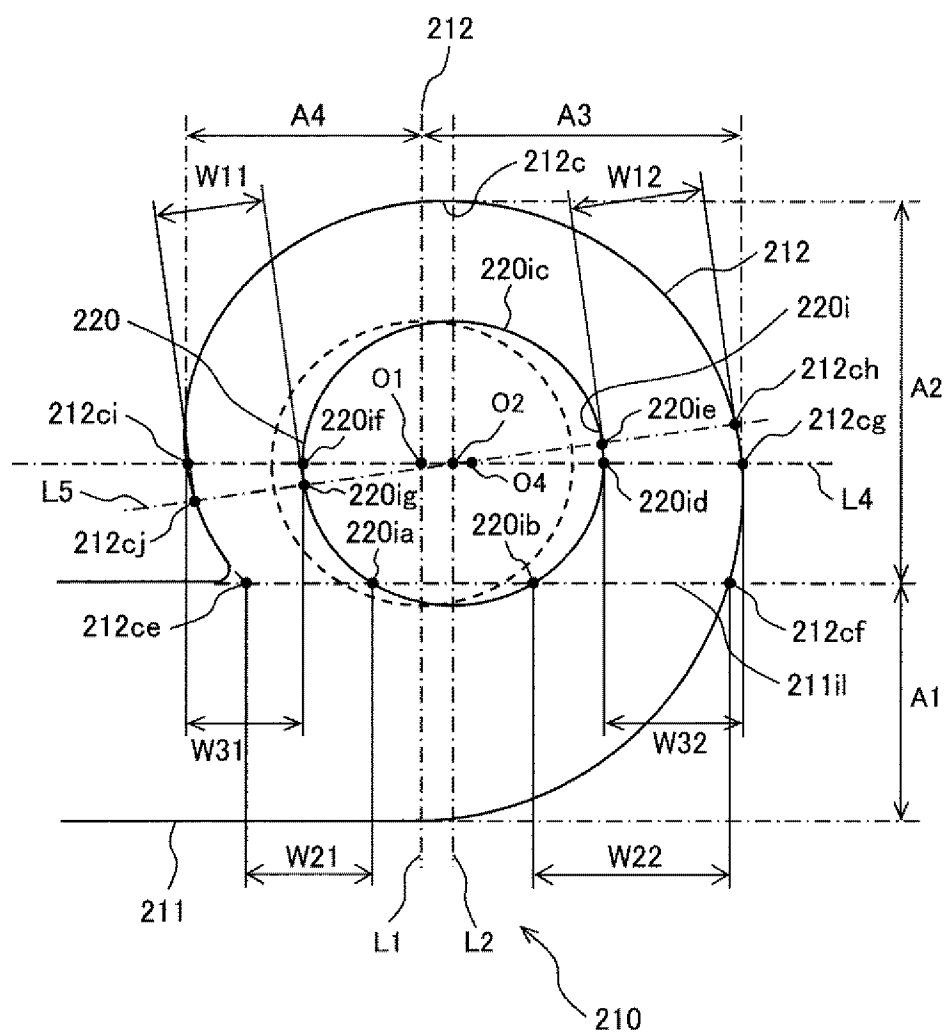
[図10]

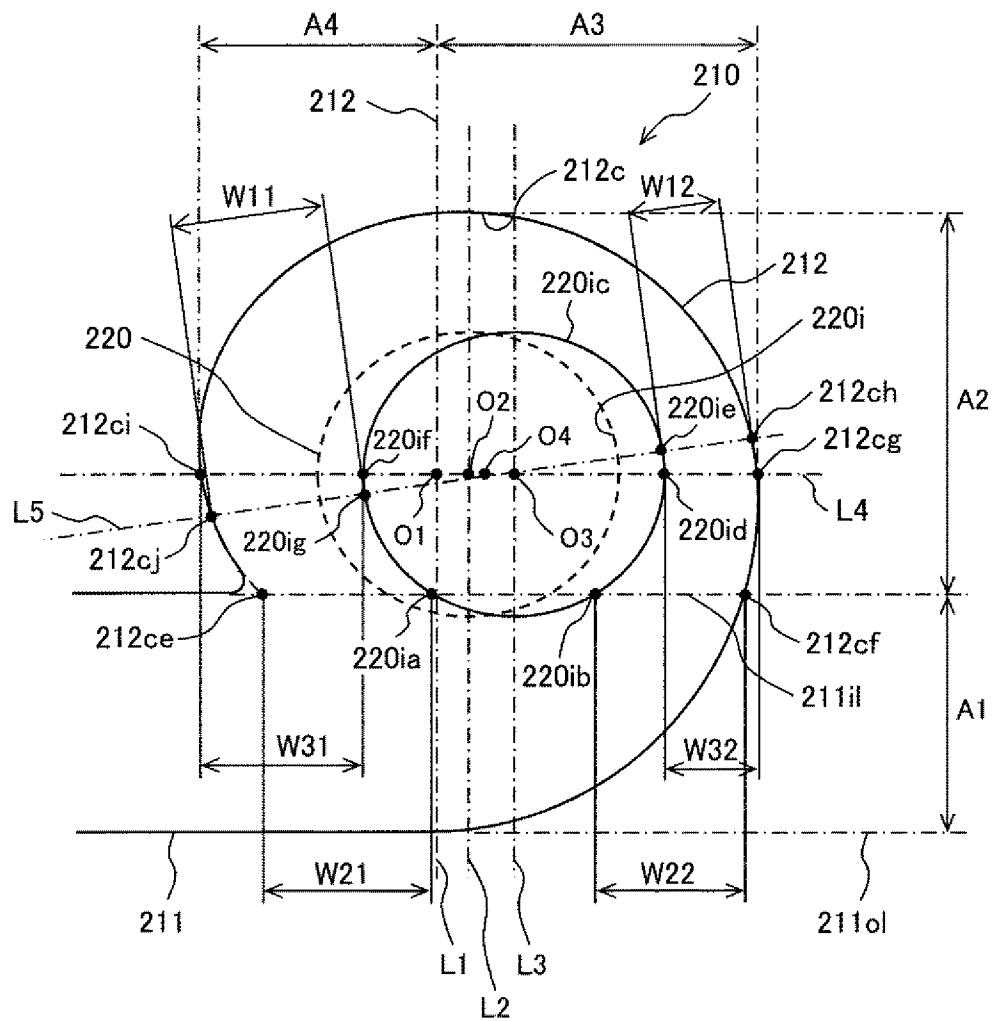


[図11]

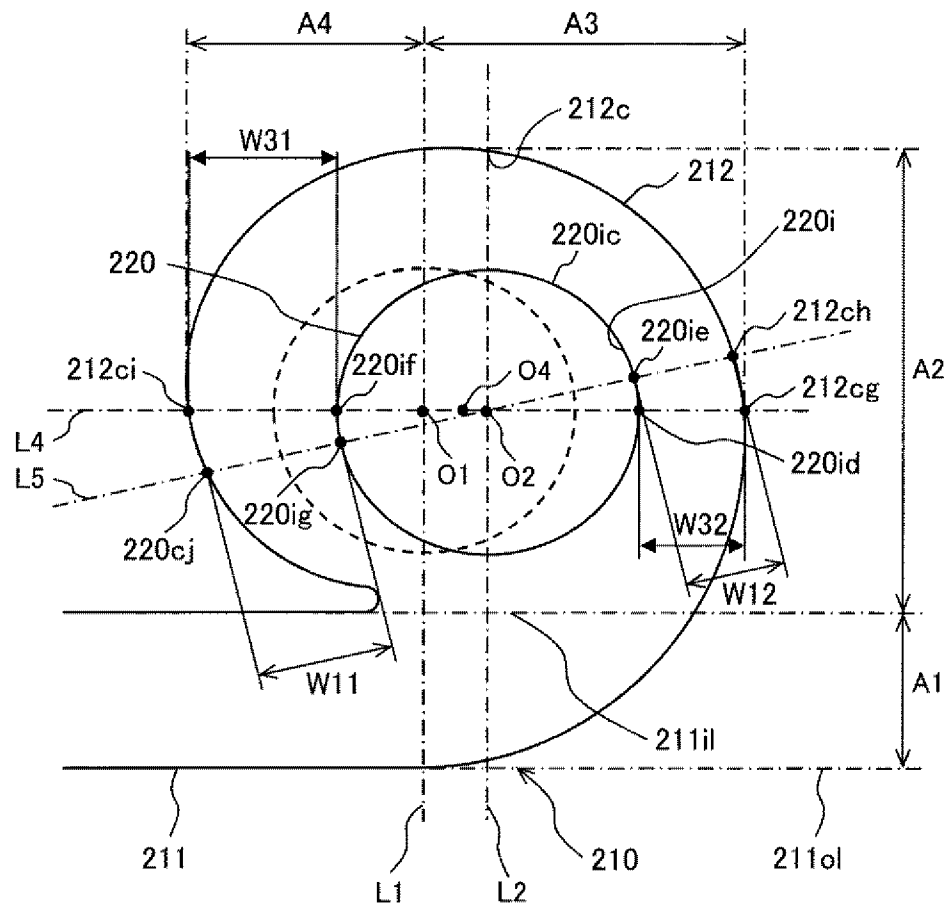


[図12]

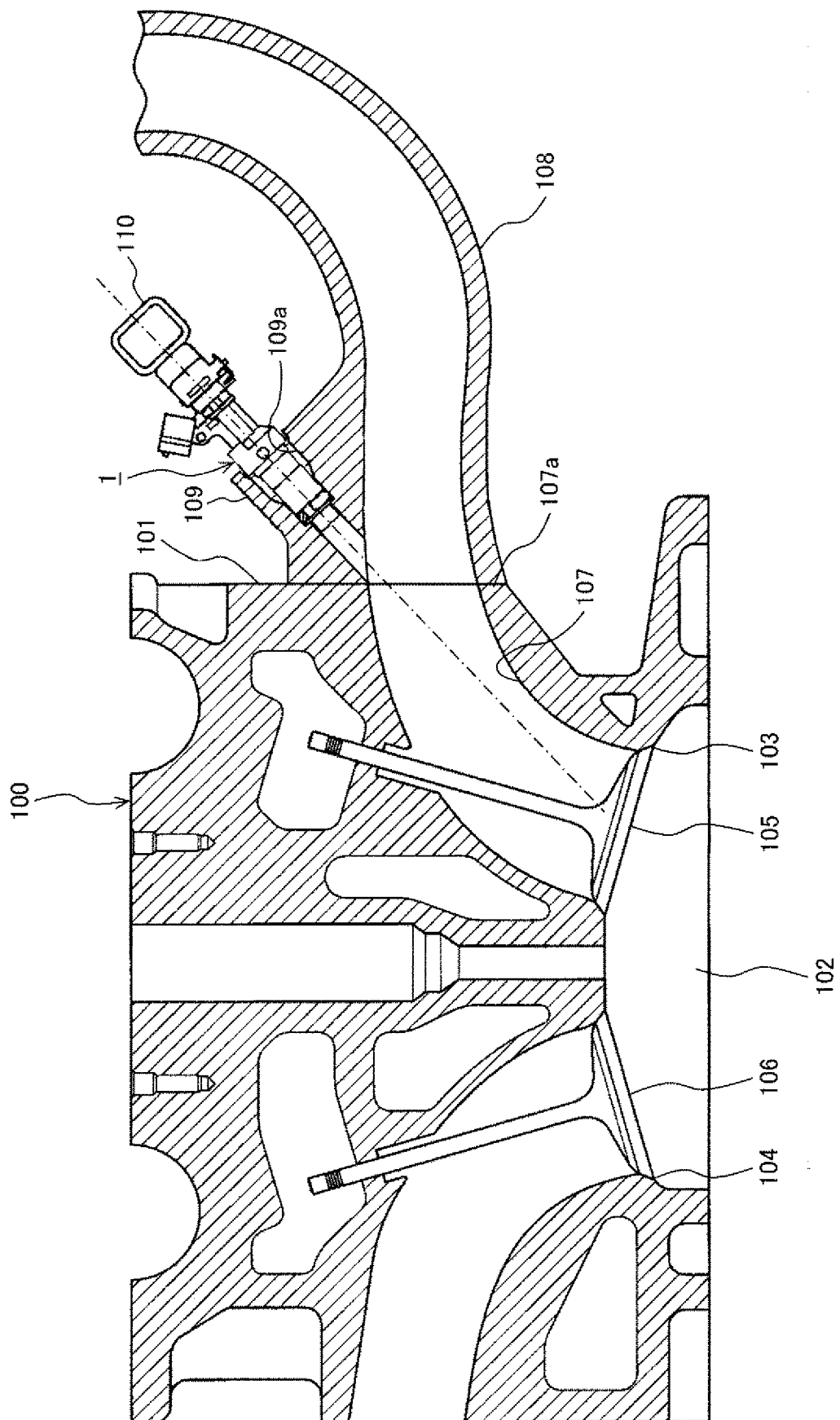




[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M51/06(2006.01)i, F02M51/08(2006.01)i, F02M61/18(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)

F02M51/06, F02M51/08, F02M61/18

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 07-035001 A (Seiji KUROGO), 03 February 1995 (03.02.1995), paragraphs [0001], [0003], [0006]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-10
A	JP 2000-508739 A (Robert Bosch GmbH), 11 July 2000 (11.07.2000), page 7, lines 16 to 17; page 8, lines 5 to 14; page 16, line 22 to page 17, line 10; fig. 1 to 2, 11 to 12 & US 6170763 B1 column 3, lines 10 to 13; column 3, lines 31 to 49; column 8, lines 39 to 60; fig. 1 to 2, 11 to 12 & WO 1998/034026 A1 & DE 19703200 A	1-10

☒ 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
07 April 2016 (07.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

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/JP2016/053504

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-340121 A (Toyota Motor Corp.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0016] to [0020]; fig. 1 to 4 & US 2004/0217204 A1 paragraphs [0058] to [0073]; fig. 1 to 4D	1-10
A	JP 2006-029131 A (Denso Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0007], [0017], [0025] to [0028]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-10
A	JP 2012-158995 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 23 August 2012 (23.08.2012), paragraphs [0023] to [0024], [0046] to [0057]; fig. 1 to 5 & US 2012/0193566 A1 paragraphs [0033], [0054] to [0061]; fig. 1 to 5 & CN 102619658 A	1-10

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, F02M51/08(2006.01)i, F02M61/18(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, F02M51/08, F02M61/18

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 07-035001 A（黒後晴二） 1995.02.03, 段落 [0001], 段落 [0003], 段落 [0006], [図1] - [図3] (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

07.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

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）

中川 康文

3G

4068

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 2000-508739 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング) 2000.07.11, 第7頁第16行-第17行, 第8頁第5行-第14行, 第16頁第22行-第17頁第10行, 第1-2図, 第11-12図 & US 6170763 B1, 第3欄第10行-第13行, 第3欄第31行-第49行, 第8欄第39行-第60行, 第1-2図, 第11-12図 & WO 1998/034026 A1 & DE 19703200 A	1-10
A	JP 2004-340121 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.12.02, 段落 [0016] - [0020], [図1] - [図4] & US 2004/0217204 A1, 段落 [0058] - [0073], 第1-4D図	1-10
A	JP 2006-029131 A (株式会社デンソー) 2006.02.02, 段落 [0007], 段落 [0017], 段落 [0025] - [0028], [図1] - [図6] (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2012-158995 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.08.23, 段落 [0023] - [0024], 段落 [0046] - [0057], [図1] - [図5] & US 2012/0193566 A1, 段落 [0033], 段落 [0054] - [0061], 第1-5図 & CN 102619658 A	1-10