

(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6月1日(01.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/090308 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 61/18 (2006.01) F02M 51/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077839
- (22) 国際出願日: 2016年9月21日(21.09.2016)
- (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 2015-230559 2015年11月26日(26.11.2015) 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: 松澤 光宏(MATSUZAWA Mitsuhiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 吉村 一樹(YOSHIMURA Kazuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 石井 英二(ISHII Eiji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 山崎 昭宏(YAMAZAKI Akihiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式

会社内 Ibaraki (JP). 齋藤 貴博(SAITO Takahiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 小林 信章(KOBAYASHI Nobuaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 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, 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.

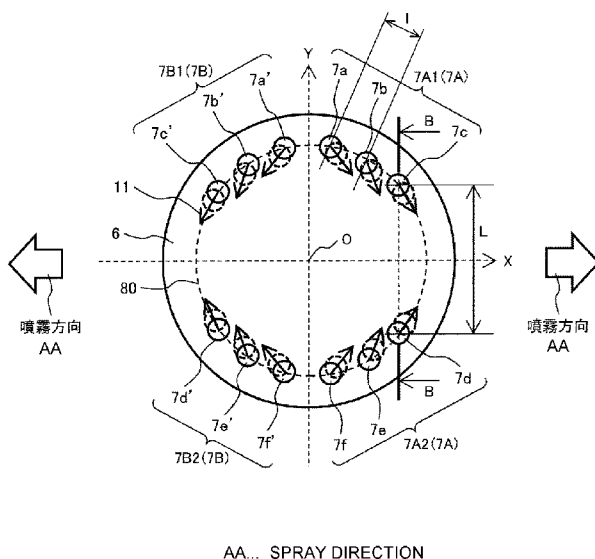
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁

[図3]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a fuel injection valve with which the impact force of fuel on the inner wall surface of an injection hole can be increased, and sufficient atomization can be achieved. In an imaginary plane orthogonal to a center axis direction of a valve body, a plurality of injection holes 7a-7f, 7a'-7f' constituting a first injection hole group 7A: are formed so that injection hole center axes, oriented from injection hole inlet surfaces (solid lines) toward injection hole outlet surfaces (dashed lines), are oriented in directions different from straight lines that join the centers of the injection hole inlet surfaces and an origin point O of an imaginary rectangular coordinate system comprising an imaginary X axis and an imaginary Y axis; and are formed in positions such that the injection hole outlet surface centers approach the imaginary X axis from the injection hole inlet surface centers.

(57) 要約: 本発明の目的は、噴孔内壁面への燃料の衝突力を大きくすることができ、十分な微粒化を実現できる燃料噴射弁を提供することにある。弁体の中心軸線方向に対して直交する仮想平面において、第1噴孔群7Aを構成する複数の噴孔7a~7f、7a'~7f'は、噴孔入口面(実線)から噴孔出口面(点線)に向かう噴孔中心軸が、仮想X軸と仮想Y軸とからなる仮想直交座標系の原点Oと噴孔入口面の中心とを結ぶ直線とは異なる方向に向かって形成されると共に、噴孔入口面の中心に対して噴孔出口面の中心が仮想X軸に近接した位置に形成される。

共に、噴孔入口面の中心に対して噴孔出口面の中心が仮想X軸に近接した位置に形成される。



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称： 燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本発明は、ガソリンエンジン等の内燃機関に用いられる燃料噴射弁であって、弁体が弁座と当接することで燃料の漏洩を防止し、弁体が弁座から離れることによって噴射を行う燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車の排ガス規制が強化されてきている。この排ガス規制強化に対応して、自動車用内燃機関に搭載される燃料噴射弁の噴霧には、微粒化と、正確な噴射方向とが求められている。噴霧の微粒化により、自動車エンジンの低燃費化を実現できる。また、噴霧を狙い通りの位置（例えば、吸気弁の2方向）へ噴射することで、吸気管等の壁面への噴霧の付着を抑制することができる。

[0003] 例えば、特許文献1には、ペネトレーション性が良好な2本の噴霧を形成することのできる燃料噴射弁について記載されている。特許文献1の燃料噴射弁では、複数の燃料噴孔を、弁孔の軸線を含む一平面を境にして第1及び第2組の燃料噴孔群に分けると共に、これら第1及び第2組の燃料噴孔群からの噴射燃料により2本の噴霧フォームを形成するようにした燃料噴射弁において、第1及び第2組の全ての燃料噴孔を同一直径に形成すると共に、各組の両外側に位置する燃料噴孔の第2中心線を、インジェクタプレート前方に向かって各組の中央もしくはその近傍に位置する燃料噴孔の第1中心線に対し近づくように傾けている（要約参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-236392号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般的なノズルプレートにおける微粒化の主なメカニズムは以下の通りとなっている。

燃料が燃料噴孔（以下、噴孔と呼ぶ）に流れ込む際に、燃料は噴孔の内壁に衝突し、噴孔の中心軸（中心線）に対して垂直方向の面内に大きな速度成分を持つ流れが誘起される。

すなわち、噴孔の周方向および半径方向の速度成分が大きくなる。以下、この速度成分を面内速度成分と呼ぶ。一方、噴孔の中心軸方向の速度成分を軸方向速度成分と呼ぶ。

[0006] この面内速度成分によって、噴孔下流で燃料が広がり易くなり、微粒化が促進される。

従って、この面内速度成分の大きさが噴霧の微粒化に大きく影響する。つまり、噴孔内壁面への衝突力が大きいほど、面内速度成分は大きくなり、微粒化が促進されることになる。

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載されている燃料噴射弁では、複数の噴孔を 2 つの噴孔群（第 1 及び第 2 組の燃料噴孔群）に分け、さらに各噴孔群において、両外側以外の噴孔は、中心軸の延長線が平行に、かつ噴射方向に向かって弁座部材の弁孔の軸線を通り Y 方向（2 つの噴孔群の境界方向）に延びる平面から離れる方向に傾斜するように配置されている。この場合、噴孔の入口に向かう燃料の流れ方向と噴孔の傾斜方向（中心軸の方向）との間の角度が小さくなる。このため、噴孔内壁面への燃料の衝突力（押し付け力）が小さくなり、噴霧の微粒化に課題があった。

[0008] 本発明の目的は、噴孔内壁面への燃料の衝突力を大きくすることができ、十分な微粒化を実現できる燃料噴射弁を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、代表的な本発明の燃料噴射弁の一つは、

中心軸線方向に変位可能に構成された弁体と、前記弁体と協働して燃料通路を開閉する弁座と、前記弁座よりも下流側に設けられ前記燃料通路を通過した燃料を外部に噴射する複数の噴孔と、を備え、前記複数の噴孔の少なく

とも一部の複数の噴孔によって構成される第1噴孔群の前記複数の噴孔から噴射される燃料が全体的に第1の噴射方向を指向する第1燃料噴霧を形成する燃料噴射弁において、

前記中心軸線方向に対して直交する仮想平面に、前記第1噴孔群を構成する前記複数の噴孔と前記第1燃料噴霧が指向する前記第1の噴射方向とを投影すると共に、前記第1の噴射方向に沿う仮想X軸と前記仮想X軸に直交する仮想Y軸とを有し、原点が前記中心軸線を前記仮想平面に投影した投影中心点に一致する仮想直交座標系を前記仮想平面に仮想した場合に、

前記仮想平面において、前記第1噴孔群を構成する前記複数の噴孔は、前記噴孔の入口面から出口面に向かう噴孔中心軸が、前記仮想直交座標系の前記原点と前記入口面の中心とを結ぶ直線とは異なる方向に向かって形成されると共に、前記入口面の中心に対して前記出口面の中心が前記仮想X軸に近接した位置に形成される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、噴孔内壁面への燃料の衝突力を大きくすることができ、微粒化を促進することが可能な燃料噴射弁を提供することができる。

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

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の断面図である。

[図2]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の弁体の先端部の近傍を拡大した断面図である。

[図3]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁のノズルプレートを弁体側から見た図である。

[図4]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の噴霧形態をY軸方向から見た場合の図である。

[図5]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の噴霧形態をX軸方向から見た場合の図である。

[図6]本発明との第1比較例の燃料噴射弁におけるノズルプレートを弁体側から見た図である。

[図7]本発明との第1比較例の燃料噴射弁の噴孔近傍の流れ場について説明した図である。

[図8]本発明との第2比較例の燃料噴射弁におけるノズルプレートを弁体側から見た図である。

[図9]本発明との第2比較例の燃料噴射弁の噴孔近傍の流れ場について説明した図である。

[図10]本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁のノズルプレートを弁体側から見た場合の、噴孔の近傍を拡大した図である。

[図11]図3のB-B断面における噴孔の傾斜角度と噴霧干渉距離の関係を模式的に示した図である。

[図12]本発明の第2実施例に係る燃料噴射弁のノズルプレートを弁体側から見た図である。

[図13]本発明の第3実施例に係る燃料噴射弁の弁体の先端部の近傍を拡大した断面図である。

[図14]本発明の第4実施例に係る燃料噴射弁の弁体の先端部の近傍を拡大した断面図である。

[図15]本発明の第5実施例に係る燃料噴射弁のノズルプレートを弁体側から見た図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を用いて、本発明の一実施例を説明する。以下の説明では、図1に基づいて上下方向を定義する。この上下方向は燃料噴射弁1がエンジンに実装される際の上下方向とは関係がない。また、燃料噴射弁1の燃料供給口2a側（上端側）を基端側、ノズルプレート6側（下端側）を先端側と呼んで説明する。これは、燃料供給口2a側が図示しない燃料配管に接続されて、燃料の供給を受ける側であることに基づいている。

実施例 1

[0014] 以下、本発明の第一実施例を、図1～図11を用いて説明する。

[0015] 図1は、本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁1の断面図である。

[0016] 図1において、燃料噴射弁1は、例えば自動車のエンジンとして利用される内燃機関に燃料を供給するものである。ケーシング2は、プレス加工や切削加工等により、細長く薄肉部を有する円筒形状に形成される。ケーシング2は、両端部の中間部に段差部2bを有する形状で、燃料噴射弁1のほぼ基端部から先端部まで一体構造を成す円筒状に形成される。素材はフェライト系ステンレス材料にチタンのような柔軟性のある材料を加えたもので、磁性特性を有している。

[0017] ケーシング2の一端面（上端面）には、燃料供給口2aが設けられており、他端面（下端面）には複数の燃料噴射孔（噴孔）を有するノズルプレート6が設けられている。ノズルプレート6は、ノズル体5に固着されている。

[0018] ノズルプレート6は燃料を噴射するための孔7（以下、噴孔と呼ぶ）を有する（図3参照）。図1のケーシング2の外側には、電磁コイル14と電磁コイル14を包囲する磁性材のヨーク16が設けられている。一方内側には、固定コア15と、アンカー4と、弁体3と、ノズル体5と、ノズルプレート6とが設けられている。

[0019] 固定コア15はケーシング2内に挿入された後に電磁コイル14の内側に配置される。

[0020] アンカー4は、固定コア15の先端側端面との間に空隙を有して、先端側端面と対向する。またアンカー4は、後述する弁体3と共に軸方向（中心軸線1a方向）に変位することが可能なように組み付けられている。なおアンカー4は、磁性材料からなる金属粉末をMIM（Metal Injection Molding）等の工法により射出成型して製造される。

[0021] 弁体3は、アンカー4と一体に形成されており、中心軸102方向（図2参照）に延材する中空のロッド部3aと、ロッド部3aの先端部に固着されたボール弁部3bとを有する。弁体3は、アンカー4とは別部材として構成されてもよい。弁体3とアンカー4とは可動子を構成し、中心軸102に沿

う方向に変位可能に構成されている。

[0022] ノズル体 5 は、弁体 3 の先端側でノズルプレート 6 の基端側に設けられている。ノズル体 5 は、ケーシング 2 の先端部に挿入され、ケーシング 2 に溶接により固設されている。

弁体 3 の先端（ボール弁部 3 b）が着座する弁座面 5 b が形成されている。

[0023] 弁座面 5 b とボール弁部 3 b との相互に当接する部位はシート部を構成し、ボール弁部 3 b が弁座面 5 b に当接することにより燃料通路が閉じられ、ボール弁部 3 b が弁座面 5 b から離れることにより燃料通路が開かれる。すなわち、弁体 3 と弁座面（弁座） 5 b とは協働してシート部の燃料通路を開閉する。なお、弁座面 5 b のシート部を弁座と呼ぶ場合もある。本実施例では、弁座面 5 b とシート部とを特に区別する必要はなく、弁座は弁座面 5 b 或いはシート部のいずれであってもよい。

[0024] ノズルプレート 6 は、ノズル体 5 の先端側端面に配設されている。ノズルプレート 6 には、厚み方向に貫通して形成された複数の噴孔 7 が設けられている。噴孔 7 は、弁座面 5 b よりも下流側に設けられ、シート部の燃料通路を通過した燃料を外部に噴射する。ノズルプレート 6 はノズル体 5 と接する面を溶接により接合されている。

[0025] 図 1 において、コア 1 5 の中心部を貫通する貫通孔の内部には、弾性部材としてのスプリング 1 2 が配設されている。スプリング 1 2 は、弁体 3 の弁部 3 b の先端（シート部）をノズル体 5 の弁座面 5 b のシート部に押し付ける力（付勢力）を与える。このスプリング 1 2 の燃料供給口 2 a 側（アンカー 4 とは反対側）には、スプリング 1 2 に連続して、スプリング 1 2 の押し付け力を調整するスプリングアジャスタ 1 3 が配設されている。

[0026] また、燃料供給口 2 a には、フィルタ 2 0 が配設されており、燃料に含まれる異物を除去する。さらに燃料供給口 2 a の外周には、供給される燃料をシールするためのＯリング 2 1 が取り付けられている。また、燃料供給口 2 a の近傍には、樹脂カバー 2 2 が設けられている。樹脂カバー 2 2 は、例えば樹脂モールド等の手段によりケーシング 2 とヨーク 1 6 とを覆うように設

けられている。樹脂カバー 22 は、電磁コイル 14 に電力を供給するためのコネクタ 23 を内設している。

[0027] プロテクタ 24 は、燃料噴射弁 1 の先端部に設けられた、例えば樹脂材料等よりなる筒状部材をなして、ケーシング 2 の先端側の外周面を覆っている。プロテクタ 2 の上端部には、ケーシング 2 の外周面より径方向外向きに突出したプランジ部 24 a が形成されている。また、Ｏリング 25 はケーシング 2 の先端側外周に装着されている。Ｏリング 25 はヨーク 16 とプロテクタ 24 のプランジ部 24 a との間に抜き止め状態で配置されている。Ｏリング 25 は、例えばケーシング 2（燃料噴射弁 1）の先端側を、内燃機関の吸気管に設けられた取り付け部（図示しない）等に取り付けた場合に、燃料噴射弁 1 と取り付け部との間をシールするものである。

[0028] このように構成される燃料噴射弁 1 は、電磁コイル 14 が非通電状態であるときはスプリング 12 の押し付け力に起因して、弁体 3 の先端がノズル体 5 に密着する。このような状態では、弁体 3 とノズル体 5 の間に隙間、つまり燃料通路が形成されないため、燃料供給口 2 a から流入した燃料はケーシング 2 内部に留まる。

[0029] 電磁コイル 14 に噴射パルスとしての電流を印可すると、磁性材よりなるヨーク 16 と、コア 15 と、アンカー 4 とで構成される磁気回路に磁束が発生する。アンカー 4 は、電磁コイル 14 の電磁力によって、コア 15 の下端面に接触するまで移動する。弁体 3 がアンカー 4 と共にコア 15 側に移動すると、弁体 3 の弁部 3 b とノズル体 5 の弁座面 5 b との間に燃料通路が形成される。ケーシング 2 内の燃料は、弁部 3 b の周辺より流入した後、燃料噴射孔 7（図 2 参照）から噴射される。

[0030] 燃料噴射量の制御は、電磁コイル 14 に間欠的に印可する噴射パルスに応じて、弁体 3（弁部 3 b）を軸方向に移動することにより、開弁状態と閉弁状態の切り替えのタイミングを調整することで行っている。

[0031] 図 2 は、本発明の第 1 実施例に係る燃料噴射弁 1 の弁体 3 の先端の近傍を拡大した断面図である。本発明に係わる主要部品について、図 2 を用いて、

簡潔に説明する。

[0032] 図2に示されるように、弁体3の弁部3bはボール弁を使用している。ボール3bには、例えば、JIS規格品の玉軸受用鋼球を用いている。このボールは、真円度が高く鏡面仕上げが施されており、シート性を高めるのに好適であること、また、大量生産により低コストであること、等がその採用のポイントである。また、弁体として構成する場合は、ボールの直径は3~4mm程度のものを使用する。これは、可動弁として機能するので軽量化を図るためである。

[0033] また、ノズル体5において、弁体3と密着するシート位置を含む傾斜面（弁座面5b）の角度は90°程度（80°~100°）である。この傾斜角は、シート位置付近を研磨し、且つ真円度を高くするために最適な角度（研削機械をベストコンディションで使用できる）であり、上述した弁体3とのシート性を極めて高く維持できるものである。なお、シート位置を含む傾斜面を有するノズル体5は、焼入れによって硬度が高められており、また、脱磁処理により無用な磁気が除去されている。このような弁体構成により、燃料漏れのない噴射量制御が可能となる。また、コストパフォーマンスに優れた弁体構造を提供できる。

[0034] またノズルプレート6は、下凸形状にするために、凸面を形成するための製造工程において、パンチによる押し出しを行う。

[0035] 燃料噴射弁1が閉弁状態にあるときには、弁体3はケーシング2に溶接などで接合されたノズル体（シート部材）5に設けられた円錐面からなる弁座面5bと当接することによって燃料のシールを保つようになっている。このとき、弁体3側の接触部は球面によって形成されており、円錐面の弁座面と球面との接触はほぼ線接触の状態になっている。

[0036] 弁体3が上昇して弁体3とノズル体5に隙間が生じると、燃料は前記隙間を流れ出し、ノズル体5の開口部5cにて、矢印17の方向からノズルプレート6の上面に衝突する。

その後、矢印18のように、ノズルプレート6の中央からノズルプレート6

の表面に沿って半径方向外側へ流れる。この際、ノズルプレート 6 は下凸形状となっているため、ノズルプレート 6 の表面付近の燃料の速度が大きくなる。そして、噴孔 7 を通過後、液膜 9 を形成し、表面張力波による不安定性や空気との剪断力により液滴 10 へと分裂して、燃料の微粒化が達成される。

[0037] なお、図 6 において、102 はノズルプレート 6 及び弁体 3 の中心軸（中心軸線）である。本実施例では、中心軸 102 は燃料噴射弁の中心軸線 1a に一致している。ノズルプレート 6 の凸形状部 6a の最も下方に突き出た位置は、中心軸 102 及び中心軸線 1a に一致している。

[0038] 本実施例の噴孔 7 の詳細形状について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、本発明の第 1 実施例に係る燃料噴射弁 1 のノズルプレート 6 を弁体 3 側から見た図である。なお、図 3 は図 2 の A-A 断面から見た平面図である。

[0039] ノズルプレート 6 の中心 O を通り図 3 の横方向に伸びる軸を X 軸（仮想 X 軸）、ノズルプレート 6 の中心 O を通り図 3 の縦方向に伸びる軸を Y 軸（仮想 Y 軸）とする。X 軸と Y 軸とは中心 O を原点とし、中心 O で垂直に交わる。図 3 は、X 軸と Y 軸とがなす仮想直交座標系と噴孔 7a、7b、7c、7d、7e、7f、7a'、7b'、7c'、7d'、7e'、7f' とを、中心軸 102 及び中心軸線 1a に垂直な仮想平面上に投影した投影図（平面図）である。以下の説明は、特に仮想平面上での構成と区別した説明を除いて、この仮想平面上での構成に基づいている。以下で説明する中心軸 71 及び矢印 11 の傾斜方向や、間隔 L や、噴孔間の間隔 I など、仮想平面上に投影した投影図に基づいて説明している。

[0040] $X > 0$ かつ $Y > 0$ を第一象限、 $X < 0$ かつ $Y > 0$ を第二象限、 $X < 0$ かつ $Y < 0$ を第三象限、 $X > 0$ かつ $Y < 0$ を第四象限とする。本実施例では、第一象限に噴孔 7a、7b、7c が配置され、第二象限に噴孔 7a'、7b'、7c'、第三象限に 7d'、7e'、7f'、第四象限に噴孔 7d、7e、7f が配置される。

[0041] 噴孔 7a、7b、7c、7d、7e、7f から構成される噴孔群を第 1 噴孔

群 7 A、噴孔 7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e'、7 f' から構成される噴孔群を第 2 噴孔群 7 B とする。第 1 噴孔群 7 A の噴孔 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f は、全体として一方向に燃料を噴射して第 1 燃料噴霧を形成する。第 2 噴孔群 7 B の噴孔 7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e'、7 f' は、全体として、第 1 噴孔群 7 A とは異なる一方向に燃料を噴射して第 2 燃料噴霧を形成する。

[0042] 第 1 噴孔群 7 A は、X 軸を境界として、噴孔 7 a、7 b、7 c からなる第 1 グループ 7 A 1 と、噴孔 7 d、7 e、7 f からなる第 2 グループ 7 A 2 とに分けられる。第 2 噴孔群 7 B は、X 軸を境界として、噴孔 7 a'、7 b'、7 c' からなる第 1 グループ 7 B 1 と、噴孔 7 e'、7 f' からなる第 2 グループ 7 B 2 とに分けられる。

[0043] なお、噴孔 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e'、7 f' を特に区別する必要がない場合は、単に噴孔（燃料噴射孔）7 と呼んで説明する。

[0044] 図 3 では、X 軸の正方向が第 1 噴孔群 7 A に配置された噴孔 7 a～7 f から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向に一致し、X 軸の負方向が、第 2 噴孔群 7 B に配置された噴孔 7 a'～7 f' から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向に一致している。

[0045] 矢印 11 は各噴孔 7 の傾斜方向を示している。すなわち、各噴孔 7 の中心軸 7 1（図 2 参照）を A—A 断面（平面）に投影すると、中心軸 7 1 の投影線は矢印 11 に重なる。なお、矢印 11 の先端側が燃料の流れ方向において下流側、即ち噴孔 7 の出口側となる。

[0046] 噴孔 7 a、7 b、7 c は、噴孔出口面中心の X 座標が噴孔入口面中心の X 座標よりも大きくなる方向、かつ、噴孔出口面中心の Y 座標が噴孔入口面中心の Y 座標より小さくなる方向に、噴孔の中心軸 7 1 が傾いている。また噴孔 7 d、7 e、7 f は、噴孔出口面中心の X 座標が噴孔入口面中心の X 座標よりも大きくなる方向、かつ、噴孔出口面中心の Y 座標が噴孔入口面中心の Y 座標よりも大きくなる方向に、噴孔の中心軸 7 1 が傾いている。

- [0047] すなわち、本実施例では、図3の仮想平面上において、第1噴孔群7Aの第1グループ7A1及び第2グループ7A2を構成する複数の噴孔7a～7fは、噴孔7a～7fの噴孔入口面（実線）から噴孔出口面（点線）に向かう噴孔の中心軸71（図2参照）が、仮想直交座標系の原点Oと噴孔入口面の中心とを結ぶ直線とは異なる方向に向かって形成される。さらに、噴孔7a～7fは、噴孔入口面の中心に対して噴孔出口面の中心がX軸に近接するように、噴孔の中心軸71が傾斜して形成される。
- [0048] 本実施例では、第1噴孔群7Aの噴孔7a、7b、7cは、隣り合う噴孔間の間隔（入口面の中心間距離） l が等しくなるように配置されている。また、噴孔7a、7b、7cは、ノズルプレート6の中心（仮想直交座標系の原点）Oを中心とする配置円80の円周上に配置されている。このため、噴孔7a、7b、7cは、点Oを中心として等しい角度間隔で配置されている。また第1噴孔群7Aの噴孔7d、7e、7fは、隣り合う噴孔間の間隔（入口面の中心間距離） l が等しくなるように配置されている。また、噴孔7d、7e、7fは、ノズルプレート6の中心Oを中心とする配置円80の円周上に配置されている。このため、噴孔7d、7e、7fは、点Oを中心として等しい角度間隔で配置されている。
- [0049] 第1グループ7A1の噴孔7a、7b、7cと第2グループ7A2の噴孔7d、7e、7fとは、燃料の噴射方向の前方において、ノズルプレート6から離れるほど、噴孔の中心軸71（矢印11）が近接するように傾斜している。
- [0050] 第1グループ7A1の噴孔7a、7b、7cのうち噴孔7cは、最もX軸に近接して配置され、最も第2グループ7A2に近接して配置されている。第2グループ7A2の噴孔7d、7e、7fのうち噴孔7dは、最もX軸に近接して配置され、最も第1グループ7A1に近接して配置されている。そして、X軸を挟んで隣り合う噴孔7cと7dとの間隔 L は、第1噴孔群7A内における噴孔7a、7b、7cの間隔 l 及び噴孔7f、7e、7dの間隔 l よりも大きくなっている。

- [0051] 間隔 L は、第1グループ7A1の噴孔7a、7b、7cにおける入口面（入口開口面）の中心と第2グループ7A2の噴孔7d、7e、7fにおける入口面（入口開口面）の中心との間の距離の中で、最小の距離である。
- [0052] すなわち、本実施例では、第1グループ7A1（7B1）を構成する複数の噴孔7a、7b、7c（7a'、7b'、7c'）と第2グループ7A2（7B2）を構成する複数の噴孔7d、7e、7f（7d'、7e'、7f'）との間で、各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ間噴孔間距離の中で最小となるグループ間噴孔間距離 L が、第1グループ7A1（7B1）を構成する複数の噴孔7a、7b、7c（7a'、7b'、7c'）の間で各噴孔7a、7b、7c（7a'、7b'、7c'）の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離 l 、及び第2グループ7A2（7B2）を構成する複数の噴孔7d、7e、7f（7d'、7e'、7f'）の間で各噴孔7d、7e、7f（7d'、7e'、7f'）の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離 l の中で最大となるグループ内噴孔間距離 l よりも大きく設定されている。
- [0053] 別の見方をすれば、各噴孔群7A、7B内におけるグループ間の距離（第1グループ7A1、7B1と第2グループ7A2、7B2との距離）が、各噴孔群7A、7Bにおいて各グループ7A1、7B1、7A2、7B2を構成する各噴孔7a～7c、7d～7f、7a'～7c'、7d'～7f'の噴孔間最大距離（各噴孔入口面の中心間距離の最大値）よりも大きくなるように、各噴孔が配置されることを意味する。ここで、第1グループ7A1、7B1と第2グループ7A2、7B2との距離は、各グループ間で最も近接して配置される2つの噴孔の入口面の中心間距離である。
- [0054] そして噴孔7a'、7b'、7c'、7d'、7e'、7f'は、噴孔7a、7b、7c、7d、7e、7fを、Y軸を通り図3の紙面に垂直な面（Y軸及び中心軸線1aを含む面、Y軸を通りX軸に垂直な面）に対して面対称となっている。
- [0055] 図4は、本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の噴霧形態をY軸方向から

見た場合の図である。図5は、本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁の噴霧形態をX軸方向から見た場合の図である。なお、図4は-Y方向から見た場合の噴霧の様子、図5は+X方向から見た場合の噴霧の様子を示している。

[0056] 上記のような噴孔の配置、噴孔の傾斜方向にすることで、ノズルプレート6から噴射された噴霧は、-Y方向から見ると2方向の噴霧31および32が形成される。つまり噴孔7a、7b、7c、7d、7e、7fを通過した燃料は噴霧31を形成し、噴孔7a'、7b'、7c'、7d'、7e'、7f'を通過した燃料は噴霧32を形成する。また、+X方向から見ると1方向の噴霧が形成される。このように本構成によると目的とする2方向噴霧を形成することができる。

[0057] さらに、上記の構成によると燃料の微粒化も促進することができる。以下に本実施例における微粒化メカニズムを説明する。

[0058] 以下、本発明との比較例について説明する。なお、第1実施例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0059] 図6は、本発明との第1比較例の燃料噴射弁におけるノズルプレート6'を弁体側から見た図である。特に図6の比較例では、噴孔7'の出口面が入口面に対してノズルプレート6'の中心側に位置するように傾斜したノズルプレート6'を示している。つまり噴孔7'に流れ込む燃料流れの方向18に対向するように噴孔7'を傾斜させたノズルプレート6'を示している。

[0060] 本比較例でも、第1実施例と同様に、すべての噴孔7'はノズルプレート6'の中心O'を中心とする配置円80'の円周上に配置されている。

[0061] 図2のA-A断面と同様な平面に投影した場合（図6の平面図）、噴孔7'内を流れる燃料の流れ方向11'と噴孔7'に流れ込む前の燃料流れの方向18とが逆向きで重なるように、噴孔7'を傾斜させることになる。この場合、噴孔7'の中心軸73（図7参照）は燃料流れの方向18に重なる。

[0062] このときの噴孔近傍の様子を図7に示す。図7は、本発明との第1比較例の燃料噴射弁の噴孔7'近傍の流れ場について説明した図である。

[0063] この場合、燃料通路部の開口部5cを通過した燃料17はノズルプレート

6' 上面に衝突し、ノズルプレート6' の壁面に沿って速い流れ18を形成する。そして、噴孔7' に流れ込む。この時、噴孔7' は流れ18に対向する向きに傾斜されているため、噴孔7' に流れ込んだ燃料103aは噴孔7' の壁面72に衝突し、噴孔7' の中心軸73に対して垂直方向の面内に、大きい速度成分を持つ流れ103bが誘起される。すなわち、流れ103bは噴孔7' の周方向および半径方向に大きな速度成分をもつ。

[0064] これにより燃料が噴孔下で液膜9' を形成した際に、液滴10' に分裂しやすくなり、微粒化が促進される。しかし図6に示した噴孔配置および噴孔傾斜方向では、微粒化は促進されるが、すべての噴孔7' はノズルプレート6' の中心を向いているため、2方向の噴霧を形成することは困難となる。

[0065] 次に、図8及び図9を用いて、本発明との第2比較例のノズルプレート6' について説明する。図8は、本発明との第2比較例の燃料噴射弁におけるノズルプレート6'' を弁体側から見た図である。図9は、本発明との第2比較例の燃料噴射弁の噴孔近傍の流れ場について説明した図である。なお、第1実施例及び第1比較例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0066] 第2比較例では、2方向の噴霧を形成するために、噴孔7'' の入口面から出口面に向かって、ノズルプレート6'' の中心から離れる方向に噴孔7'' を傾斜させていた。この場合、図9に示すように、主流方向18に対して噴孔7'' の傾斜方向が最適ではなく、噴孔7'' へ流れ込む燃料103cが噴孔壁面72aに衝突する力が弱いために、噴孔7'' の中心軸73aに垂直な面内の流速が小さくなり、噴孔7'' 内では流れ103dのように噴孔傾斜に沿った流れとなる。すなわち燃料流れは、面内方向速度成分が小さくなり、軸方向速度成分が大きくなる。これにより噴孔7'' 内の周方向および半径方向の速度成分が小さいため、噴孔7'' の下流で燃料の液膜9aは広がりにくく、液膜9aから分裂した液滴10aの粒径が悪化する課題があった。

[0067] したがって微粒化を促進するには、噴孔の傾斜はなるべく噴孔に流れ込む燃料の流れに対向するように傾斜させることが好ましい。しかし、噴孔に流

れ込む流れに完全に対向する方向に傾斜させると、2方向噴霧を形成することが困難となる。一方、噴孔の傾斜方向を流れ込む燃料の流れと同方向、つまり、ノズルプレート6の中心に対し外側へ噴孔を傾斜させると、2方向の噴霧を形成することは容易であるが、微粒化することは困難となる。

[0068] 本実施例によるノズルプレート6では、第1グループ内における噴孔7a～7c間の最大の噴孔間距離及び第2グループ内における噴孔7e～7f間の最大の噴孔間距離のうち最大の噴孔間距離よりも、第1噴孔群と第2噴孔群との距離、つまり、噴孔7c(7c')と7d(7d')との間の距離を大きくして、噴孔7a～7f、7a'～7f'を配置している。さらに本実施例によるノズルプレート6では、噴孔7a～7f、7a'～7f'を、出口面が入口面に対してノズルプレート6の中心軸102を含む一つの平面に近づく方向に傾斜させている。なおこの平面は、中心軸102とX軸とを含む平面である。このような構成にすることで、2方向噴霧を実現し、さらに微粒化も促進することが可能となる。

[0069] 噴孔の傾斜方向について具体的に説明する。図10は、本発明の第1実施例に係る燃料噴射弁1のノズルプレート6を弁体3側から見た場合の、噴孔7cの近傍を拡大した図である。

[0070] なお、噴孔7a、7bも、以下で説明する噴孔7cと同様の考え方となる。噴孔7d、7e、7fは、X軸を通り紙面に垂直な面(X軸を通りY軸に垂直な面)に対し、噴孔7a、7b、7cと面对称となる。

[0071] 噴孔7cの入口面7ciの中心7cioを通りX軸に平行な軸をX'軸、噴孔7cの入口面7ciの中心7cioを通りY軸に平行な軸をY'軸とする。噴孔7cの入口面7ciの中心7cioを通り、X軸、Y軸の原点Oを中心とする円を配置円80とする。

[0072] 本実施例において、噴孔7cの傾斜角を図10の θa の範囲に設定する。つまり、噴孔7cを、X'軸の $X' > 0$ の部分とY'軸の $Y' < 0$ の部分とが成す角度範囲($X' > 0$ かつ $Y' < 0$ の角度範囲)に向くように、傾斜させる。このとき、上記角度範囲には、X'軸上及びY'軸上は含まないことと

する。

[0073] 噴孔 7 c を上述のように傾斜させることで、噴孔 7 c の出口面の中心は、 X' 軸の $X' > 0$ の範囲で、かつ Y' 軸の $Y' < 0$ の範囲に位置する。これにより、2 方向の噴霧を形成し、かつ、微粒化を促進することができる。この傾斜角の設定では、噴孔 7 c の出口面の中心位置の設定範囲に、 X' 軸上及び Y' 軸上は含まれない。

[0074] 第 1 噴孔群 7 A に配置された噴孔 7 a ~ 7 f から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向を図 3 に投影すると、この噴射方向は図 3 の X 軸に沿った正方向に向かう。また第 2 噴孔群 7 B に配置された噴孔 7 a' ~ 7 f' から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向を図 3 に投影すると、この噴射方向は図 3 の X 軸に沿った負方向に向かう。従って、噴孔 7 c の出口面の中心位置の設定範囲から X' 軸上を除くことで（すなわち噴孔 7 c の傾斜方向から X' 軸上を除くことで）、噴孔 7 c を第 1 噴孔群 7 A によって形成される第 1 燃料噴霧の噴射方向に対して大きく傾斜させることができる。これにより、噴孔 7 c の傾斜角度を、噴孔 7 c に流入する燃料の流れ方向に対して、より大きくすることができる。

[0075] 一方、噴孔 7 c の出口面の中心位置の設定範囲に Y' 軸上を含める（すなわち噴孔 7 c の傾斜方向に Y' 軸上を含める）と、噴孔 7 c の噴射方向は、図 3 の Y 軸を通り、かつ図 10 の紙面に垂直な平面（ Y 軸を通り X 軸に垂直な面）に平行な方向となる。このため、第 1 噴孔群 7 A から噴射された噴霧と第 1 噴孔群 7 B から噴射された噴霧とは平行に噴射されることになる。本実施例では、図 4 に示すように、噴射方向の前方（下流側）で第 1 燃料噴霧と第 2 燃料噴霧とが離れていくようにするために、噴孔 7 c の出口面の中心位置の設定範囲に Y' 軸上を含めない構成（すなわち噴孔 7 c の傾斜方向に Y' 軸上を含めない構成）とした。

[0076] しかし、例えば、第 1 噴孔群 7 A に配置された噴孔 7 a ~ 7 f から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向を、図 3 の Y 軸に平行で、且つ Y 軸の正方向に向かう方向とし、

第2噴孔群7Bに配置された噴孔7a'～7f'から噴射される噴霧の総体的（全体的）な噴射方向を、図3のY軸に平行で、且つY軸の負方向に向かう方向とすることで、図4に示すのと同様な2方向噴霧を形成することができる。この場合は、噴孔7cの出口面の中心位置の設定範囲にY'軸上を含めることができる（すなわち噴孔7cの傾斜方向にY'軸上を含めることができる）。

[0077] また、噴孔7cの傾斜角を、さらに θb の範囲に限定して設定するとよい。つまり、配置円80の噴孔中心位置における接線80aと、Y'軸のY' < 0 の部分とが成す角度範囲に向くように噴孔7cを傾斜させる。この角度範囲は、Y' < 0 となる範囲に構成される角度範囲である。このとき、噴孔7cの出口面の中心は、Y' < 0 となる範囲において、接線80aとY'軸のY' < 0 の部分とに挟まれた範囲に位置する。これにより、より一層微粒化を促進することができる。なお、この場合、噴孔7cは接線80aの線上に沿って傾斜させてもよい。このとき噴孔7cの出口面の中心は、接線80aの線上に配置されることになる。

[0078] 接線80aとY'軸のY' < 0 の部分とが成す角度範囲 θb は、X' > 0 となる範囲で、かつ配置円80の内側の範囲に、ほぼ一致する。従って、噴孔7cを、X' > 0 となる範囲で、かつ配置円80の内側の範囲に、傾斜させてもよい。この場合、噴孔7cの出口面の中心は、X' > 0 となる範囲で、かつ配置円80の内側の範囲に位置する。

[0079] また、第1グループ7A1の噴孔7cから噴射された噴霧と第2グループ7A2の噴孔7dから噴射された噴霧とが噴孔直下で互いに干渉すると、微粒化性能が悪化する恐れがある。図11は、図3のB-B断面における噴孔の傾斜角度と噴霧干渉距離の関係を模式的に示した図である。

[0080] 本実施例では、第1グループ7A1の噴孔7a～7cと第2グループ7A2の噴孔7d～7fとの間で、相互の中心軸71が交差するように配置された噴孔の組み合わせができる。噴孔7cと噴孔7dとは、相互の中心軸71が交差するように配置された噴孔の組み合わせの中で、中心間距離Lが最も短

い噴孔の組み合わせである。

[0081] B-B断面における噴孔7cの水平方向に対する傾きを α 、噴孔7dの水平方向に対する傾きを β 、噴孔7cと噴孔7dとの中心間距離をL、噴孔7cの中心軸7caと噴孔7dの中心軸7daとが交わる点をQ、噴孔7cの入口面7ciの中心7cioと噴孔7dの入口面7diの中心7dioとを結ぶ直線（線分）150と点Qとの高さ方向の距離（直線150に下した垂線の長さ）をXとすると、Xは式（1）で表される。

[0082] [数1]

$$\frac{\tan \alpha \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} L = X \quad (1)$$

[0083] このとき、Xが2mm以上となるように α 、 β を設定すると、噴霧干渉の影響を抑制でき微粒化が促進される。さらに、Xが5mm以上だとより好ましく、さらにXが7mm以上であればさらに好ましい。

[0084] 特許文献1の燃料噴射弁の構成を本実施例に適用した場合、配置円80の円周上で第1噴孔群7Aの端部に位置する噴孔7a（7f）と配置円80の円周上で第2噴孔群の端部に位置する噴孔7a'（7f'）との間隔（入口面の中心間距離）が、第1噴孔群7A内における噴孔7a～7fの間隔（入口面の中心間距離）及び第2噴孔群7B内における噴孔7a'～7f'の間隔（入口面の中心間距離）よりも大きくなる。

[0085] 一方、本実施例では、第1噴孔群7Aの中で最小となるグループ間噴孔間距離L及び第2噴孔群7Bの中で最小となるグループ間噴孔間距離Lは、第1噴孔群7Aを構成する複数の噴孔7a～7fと第2噴孔群7Bを構成する複数の噴孔7a'～7f'との間で最も近接した2つの噴孔7a（7f）と7a'（7f'）の各入口面の中心間距離よりも大きくなるように、各噴孔7の入口面の中心間距離を設定している。

[0086] すなわち、本実施例では、入口面の中心間距離（L）が大きく設定される2つの噴孔が同一の噴孔群内に存在する。これは、上述したように、同一の噴孔群内の噴孔の中心軸が噴射方向の前方で接近するように傾斜しているこ

とに起因しており、噴孔に近接した位置で複数の噴霧が衝突するのを避けるためである。

[0087] 本実施例の燃料噴射弁 1 においても、配置円 80 の円周上で第 1 噴孔群 7 A の端部に位置する噴孔 7 a の入口面と配置円 80 の円周上で第 2 噴孔群 7 B の端部に位置する噴孔 7 a' の入口面との中心間距離を、他の噴孔の入口面の中心間距離 l よりも大きくしてもよい。また、配置円 80 の円周上で第 1 噴孔群 7 A の端部に位置する噴孔 7 f の入口面と配置円 80 の円周上で第 2 噴孔群 7 B の端部に位置する噴孔 7 f' の入口面との中心間距離を、他の噴孔の入口面の中心間距離 l よりも大きくしてもよい。

[0088] しかし、噴孔 7 c、7 c' の入口面と噴孔 7 d、7 d' の入口面との中心間距離 l を大きくするために、配置円 80 の円周上では噴孔 7 を配置するスペースが限られている。そのため、噴孔 7 a の入口面と噴孔 7 a' の入口面との中心間距離及び噴孔 7 f の入口面と噴孔 7 f' の入口面との中心間距離は、中心間距離 l よりも小さくすることが好ましい。

実施例 2

[0089] 次に、図 12 を用いて、本発明に係る第 2 実施例を説明する。図 12 は、本発明の第 2 実施例に係る燃料噴射弁 1 のノズルプレート 6 を弁体 3 側から見た図である。なお、第 1 実施例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0090] 第 1 実施例との違いは、噴孔 7 c、7 c' が X 軸上に配置されており、噴孔 7 c、7 c' の傾斜方向がノズルプレート 6 中心に対し半径方向外側に向いている点である。この場合、噴孔 7 a と噴孔 7 b との間隔（噴孔 7 a の入口面と噴孔 7 b の入口面との中心間距離） l よりも、噴孔 7 b と噴孔 7 d との間隔（噴孔 7 b の入口面と噴孔 7 d の入口面との中心間距離） l の方が大きくなるように噴孔は配置される。

[0091] 噴孔 7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e' は、噴孔 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e を、Y 軸を通り図 12 の紙面に垂直な面（Y 軸及び中心軸線 1 a を含む面、或いは Y 軸を通り X 軸に垂直な面）に対して面对称となってい

る。また、噴孔 7 d、7 e は、X 軸を通る紙面に垂直な面（X 軸及び中心軸線 1 a を含む面、或いは X 軸を通り Y 軸に垂直な面）に対し、噴孔 7 a、7 b と面对称となる。

[0092] 本実施例の場合、噴孔 7 c の中心軸（噴射方向）は、第 1 噴孔群 7 A の中で、X 座標値が最も大きい。また、噴孔 7 c の中心軸（噴射方向）は、X 軸を通り、かつ Y 軸に垂直な平面上に存在するため、第 1 噴孔群 7 A の他の噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e の中心軸と交差することがない。第 2 噴孔群 7 B の噴孔 7 c' も第 1 噴孔群 7 A の噴孔 7 c と同様に、その中心軸（噴射方向）は、第 2 噴孔群 7 B の他の噴孔 7 a'、7 b'、7 d'、7 e' の中心軸と交差することがない。従って、噴孔 7 c 及び噴孔 7 c' は、他の噴孔との距離を特別に考慮する必要がない。

[0093] 第 1 噴孔群 7 A の噴孔 7 c の中心軸（噴射方向）は、第 1 噴孔群 7 A の他の噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e の中心軸と交差するようにしてもよい。ただしこの場合は、噴孔 7 c の中心軸と他の噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e の中心軸とが交差する位置が各噴孔の出口からある程度離れるように、噴孔間距離又は噴孔の傾斜角度に配慮する必要がある。また、第 2 噴孔群 7 B の噴孔 7 c' の中心軸（噴射方向）は、第 2 噴孔群 7 B の他の噴孔 7 a'、7 b'、7 d'、7 e' の中心軸と交差するようにしてもよい。ただしこの場合は、噴孔 7 c' の中心軸と他の噴孔 7 a'、7 b'、7 d'、7 e' の中心軸とが交差する位置が各噴孔の出口からある程度離れるように、噴孔間距離又は噴孔の傾斜角度に配慮する必要がある。

[0094] 噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e 及び噴孔 7 a'、7 b'、7 d'、7 e' は、Y 軸を通り X 軸に垂直な面に対して面对称に配置された噴孔である。このように X 軸を挟んで配置された噴孔に対して、入口面の中心間距離を上述のように設定する必要がある。

[0095] 本実施例のような構造にすると、噴孔 7 c、7 c' は 2 方向噴霧を容易に形成することができ、かつ、噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e、7 a'、7 b'、7 d'、7 e' は第 1 の実施例と同様、微粒化を促進することができる。

つまり、噴孔 7 c、7 c' は 2 方向噴霧の形成、噴孔 7 a、7 b、7 d、7 e、7 a'、7 b'、7 d'、7 e' は微粒化の促進といったように、担う役割を分担させることができる。このようにすることで、噴霧角の制御が容易になるといった効果がある。

実施例 3

[0096] 図 1 3 を用いて本発明による第 3 実施例を説明する。図 1 3 は、本発明の第 3 実施例に係る燃料噴射弁 1 の弁体 3 の先端部 3 b の近傍を拡大した断面図である。なお、第 1 実施例及び第 2 実施例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0097] 第 1 実施例では、ノズルプレート 6 の形状は下凸形状 6 a として説明した。本実施例ではノズルプレート 6 の中央付近（中心軸 1 0 2 の近傍で開口部 5 c と対向する部分）は下凸形状 6 a となっており、噴孔 7 が加工される部分は平面構造となっている。その他の構成は第 1 実施例又は第 2 実施例と同様な構成とする。

[0098] このような構造にすると、弁座面 5 b と弁体 3 の先端部 3 b との間を通過した燃料は開口部 5 c を通り、矢印 1 7 の方向からノズルプレート 6 の上面に衝突する。その後、矢印 1 8 のようにノズルプレート 6 の中央からノズルプレート表面に沿って半径方向外側に流れる。この際、ノズルプレート 6 の中央付近は下凸形状 6 a となっているため、ノズルプレート表面付近の燃料の速度が大きくなる。そして、噴孔 7 を通過後、液膜 9 を形成し、表面張力波による不安定性や空気との剪断力により液滴 1 0 へと分裂して、燃料の微粒化が達成される。

[0099] このように、下凸形状 6 a を設けることでノズルプレート 6 表面近傍の速度を大きくでき、微粒化を促進することができる。そして、噴孔 7 の設置部分を平面構造とすることで、噴孔 7 の加工精度が向上し、燃料を噴霧させる方向の制御が容易になると共に、ノズルプレート 6 とシール部材 5 a との間隔を小さくすることができ、ノズルプレート 6 と弁座面 5 b と弁体 3 とで囲まれる空間の体積を小さくすることができる。この体積を小さくすることで

、目的とする量の燃料を正確に噴霧することが可能となる。

実施例 4

[0100] 図 1 4 を用いて本発明による第 4 実施例を説明する。図 1 4 は、本発明の第 4 実施例に係る燃料噴射弁 1 の弁体 3 の先端部 3 b の近傍を拡大した断面図である。なお、第 1～第 3 実施例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0101] 本実施例では、図 1 4 のように、ノズルプレート 6 の中心軸 1 0 2 の近傍で開口部 5 c と対向する部分を平面で構成した。すなわち、ノズルプレート 6 は全体が平面で構成され、下凸形状 6 a が形成されていない。本実施例では、下凸形状 6 a の代わりに、中心軸 1 0 2 の近傍で開口部 5 c と対向する部分から径方向外側（外径側）に向けて広がる凹部 6 b を形成している。そして、凹部 6 b の底面に、入口面が開口する噴孔 7 を設けている。その他の構成は第 1～第 3 実施例と同様な構成とする。

[0102] この場合、燃料を噴霧させる方向の制御が容易となるとともに、加工は非常に容易となる。

実施例 5

[0103] 図 1 5 を用いて本発明による第 4 の実施例を説明する。図 1 5 は、本発明の第 5 実施例に係る燃料噴射弁 1 のノズルプレート 6 を弁体 3 側から見た図である。なお、第 1～第 3 実施例と同じ構成については同じ符号を付し、説明を省略する。

[0104] 実施例 1 では、全ての噴孔 7 が同じ配置円上に配置されている構成を説明した。本実施例では、複数の配置円 8 0、8 1 上に噴孔 7 が配置されている構成となっている。

[0105] 第 1 噴孔群 7 A の第 1 グループ 7 A 1 として、噴孔 7 a、7 b、7 c が設けられている。第 1 噴孔群 7 A の第 2 グループ 7 A 2 として、噴孔 7 d、7 e、7 f が設けられている。第 2 噴孔群 7 B の第 1 グループ 7 B 1 として、噴孔 7 a'、7 b'、7 c' が設けられている。第 2 噴孔群 7 B の第 2 グループ 7 B 2 として、噴孔 7 d'、7 e'、7 f' が設けられている。

- [0106] この場合、噴孔群内におけるグループ間の距離は、噴孔 7 b、7 b' と噴孔 7 e、7 e' との距離 L となり、各噴孔群において各グループを構成する噴孔 7 a ~ 7 c、7 d ~ 7 f、7 a' ~ 7 c'、7 d' ~ 7 f' の噴孔間最大距離（各噴孔入口面の中心間距離）よりも L が大きくなるように、噴孔 7 が配置される。
- [0107] このような構成にすることで、実施例 1 と同等の効果が得られ、噴霧角の制御も容易となる。
- [0108] また、グループ間の距離 L を大きくすることにより、一つの配置円 8 0 上における噴孔の配置スペースは小さくなる。このため、複数の噴孔 7 を複数の配置円 8 0、8 1 に分散して配置することにより、多数の噴孔を配置することができる。或いは、狭いスペースに多数の噴孔が密集することを防げるので、ノズルプレート 6 の強度を低下させずに済む。
- [0109] 本実施例でも、噴孔 7 の傾斜方向について、図 1 0 で説明した角度範囲 θa 及び θb を適用するとよい。また、第 2 実施例の噴孔 7 c、7 c' や、第 3 及び第 4 実施例のノズルプレート 6 を適用してもよい。
- [0110] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0111] 1 …燃料噴射弁、1 a …燃料噴射弁の中心軸線、2 …ケーシング、2 a …燃料供給口、3 …弁体、4 …アンカー、5 …ノズル体、5 b …弁座面、5 c …開口部、6 …ノズルプレート、6 a …下凸形状、7、7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e' …噴孔、1 1 …噴射孔の傾斜方向、1 2 …スプリング、1 3 …スプリングアジャスタ、1

４…電磁コイル、１５…コア、１６…ヨーク、１７…弁部材よりも下流側に配置された燃料通路部の開口部での燃料流れ、１８…ノズルプレート上での主流となる燃料流れ、７２、７２ａ・・・噴孔内における燃料流れの衝突面、７１、７３、７３ａ…噴孔の中心軸、８０、８１…配置円、１０２・・・ノズルプレートの中心軸、１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ、１０３ｄ・・・噴孔近傍及び噴孔内の流れ。

請求の範囲

[請求項1]

中心軸線方向に変位可能に構成された弁体と、前記弁体と協働して燃料通路を開閉する弁座と、前記弁座よりも下流側に設けられ前記燃料通路を通過した燃料を外部に噴射する複数の噴孔と、を備え、前記複数の噴孔の少なくとも一部の複数の噴孔によって構成される第1噴孔群の前記複数の噴孔から噴射される燃料が第1の噴射方向を指向する第1燃料噴霧を形成する燃料噴射弁において、

前記中心軸線方向に対して直交する仮想平面に、前記第1噴孔群を構成する前記複数の噴孔と前記第1燃料噴霧が指向する前記第1の噴射方向とを投影すると共に、前記第1の噴射方向に沿う仮想X軸と前記仮想X軸に直交する仮想Y軸とを有し、原点が前記中心軸線を前記仮想平面に投影した投影中心点に一致する仮想直交座標系を前記仮想平面に仮想した場合に、

前記仮想平面において、前記第1噴孔群を構成する前記複数の噴孔は、前記噴孔の入口面から出口面に向かう噴孔中心軸が、前記仮想直交座標系の前記原点と前記入口面の中心とを結ぶ直線とは異なる方向に向かって形成されると共に、前記入口面の中心に対して前記出口面の中心が前記仮想X軸に近接した位置に形成される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、

前記第1噴孔群を構成する前記複数の噴孔は、前記仮想X軸を境界として、第1グループを構成する複数の噴孔と第2グループを構成する複数の噴孔とに分けられ、

前記第1グループを構成する前記複数の噴孔と前記第2グループを構成する前記複数の噴孔との間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ間噴孔間距離の中で最小となるグループ間噴孔間距離が、前記第1グループを構成する前記複数の噴孔の間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離、及び前記第2グループを

構成する前記複数の噴孔の間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離の中で最大となるグループ内噴孔間距離よりも大きく設定されてい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1の噴射方向とは異なる第2の噴射方向を指向する第2燃料噴霧を形成する第2噴孔群を備え、

前記第2噴孔群は、前記仮想X軸を境界として、第3グループを構成する複数の噴孔と第4グループを構成する複数の噴孔とに分けられる複数の噴孔を有し、

前記仮想直交座標系の第一象限に前記第1グループを構成する前記複数の噴孔が配置され、

前記仮想直交座標系の第二象限に前記第3グループを構成する前記複数の噴孔が配置され、

前記仮想直交座標系の第三象限に前記第4グループを構成する前記複数の噴孔が配置され、

前記仮想直交座標系の第四象限に前記第2グループを構成する前記複数の噴孔が配置され、

前記第3グループを構成する前記複数の噴孔と前記第4グループを構成する前記複数の噴孔との間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ間噴孔間距離の中で最小となるグループ間噴孔間距離が、前記第3グループを構成する前記複数の噴孔の間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離、及び前記第4グループを構成する前記複数の噴孔の間で各噴孔の入口面の中心間に構成されるグループ内噴孔間距離の中で最大となるグループ内噴孔間距離よりも大きく設定されている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、

前記第3グループを構成する前記複数の噴孔及び前記第4グループを構成する前記複数の噴孔は、前記仮想Y軸を通り前記仮想X軸に垂

直な平面に対して、前記第 1 グループを構成する前記複数の噴孔及び前記第 2 グループを構成する前記複数の噴孔と面对称に配置されていることを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項5]

請求項 3 に記載の燃料噴射弁において、

前記第 1 噴孔群の前記複数の噴孔及び前記第 2 噴孔群の前記複数の噴孔は、入口面の中心が前記原点を中心とする配置円の円周上に位置するように配置され、

前記複数の噴孔のうち少なくとも一つは、前記配置円の円周よりも内側の範囲に出口面の中心が位置するように傾斜していることを特徴とする燃料噴射弁。

[請求項6]

請求項 3 に記載の燃料噴射弁において、

前記第 1 噴孔群の前記複数の噴孔及び前記第 2 噴孔群の前記複数の噴孔は、複数の配置円の円周上に配置されたことを特徴とする燃料噴射弁。

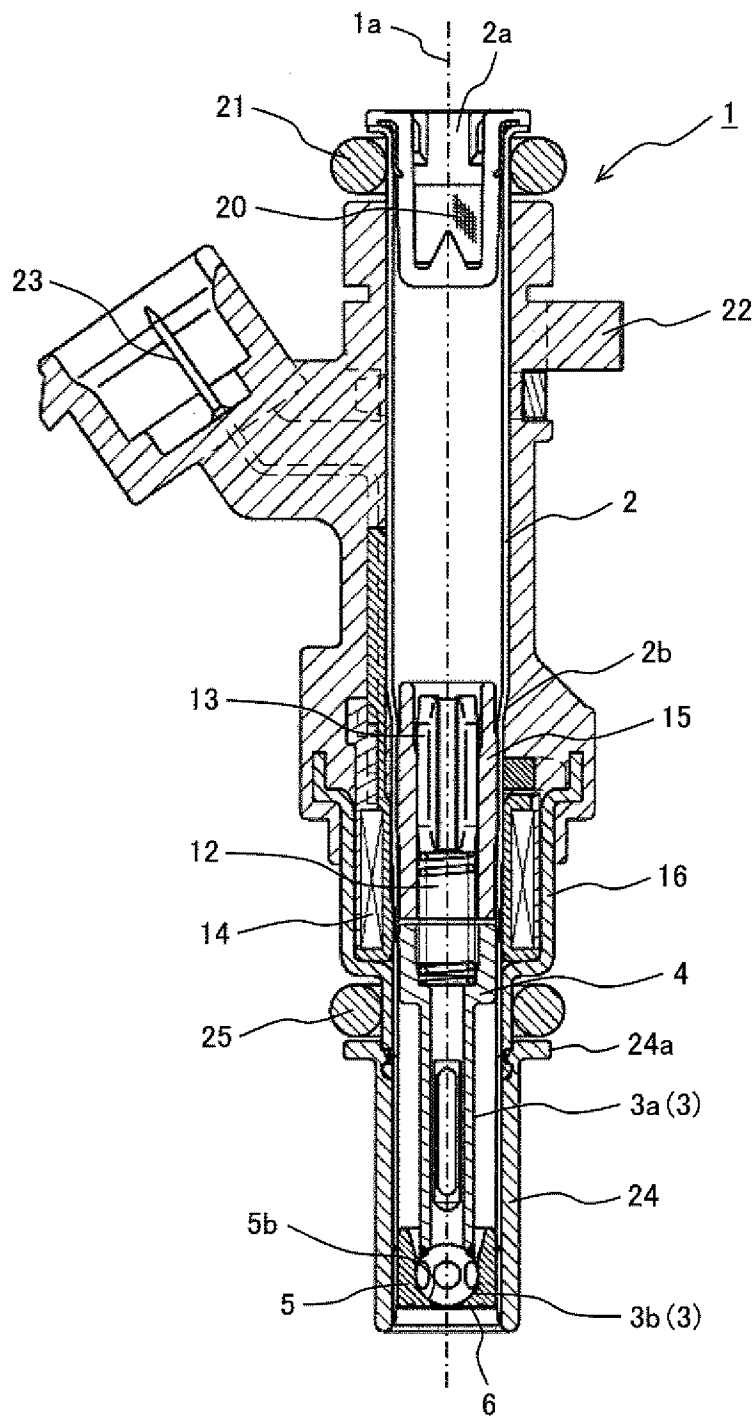
[請求項7]

請求項 4 に記載の燃料噴射弁において、

前記第 1 噴孔群の中で最小となる前記グループ間噴孔間距離及び前記第 2 噴孔群の中で最小となる前記グループ間噴孔間距離は、前記第 1 噴孔群を構成する前記複数の噴孔と前記第 2 噴孔群を構成する前記複数の噴孔との間で最も近接した 2 つの噴孔の各入口面の中心間距離よりも大きいことを特徴とする燃料噴射弁。

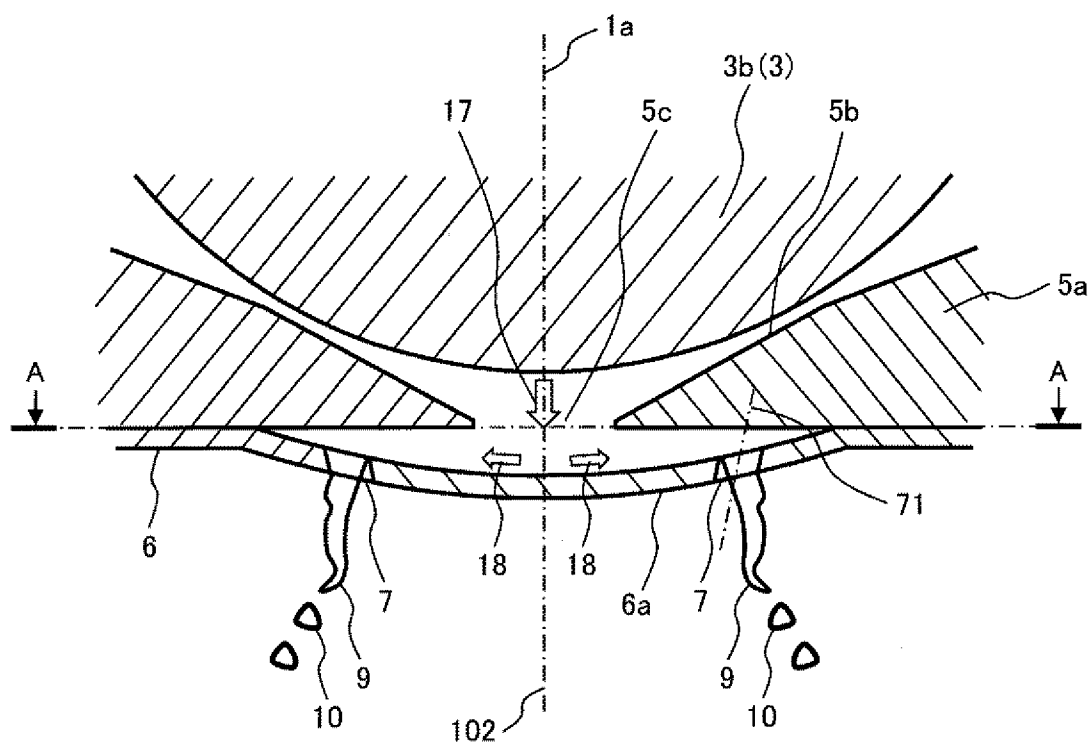
[図1]

図 1



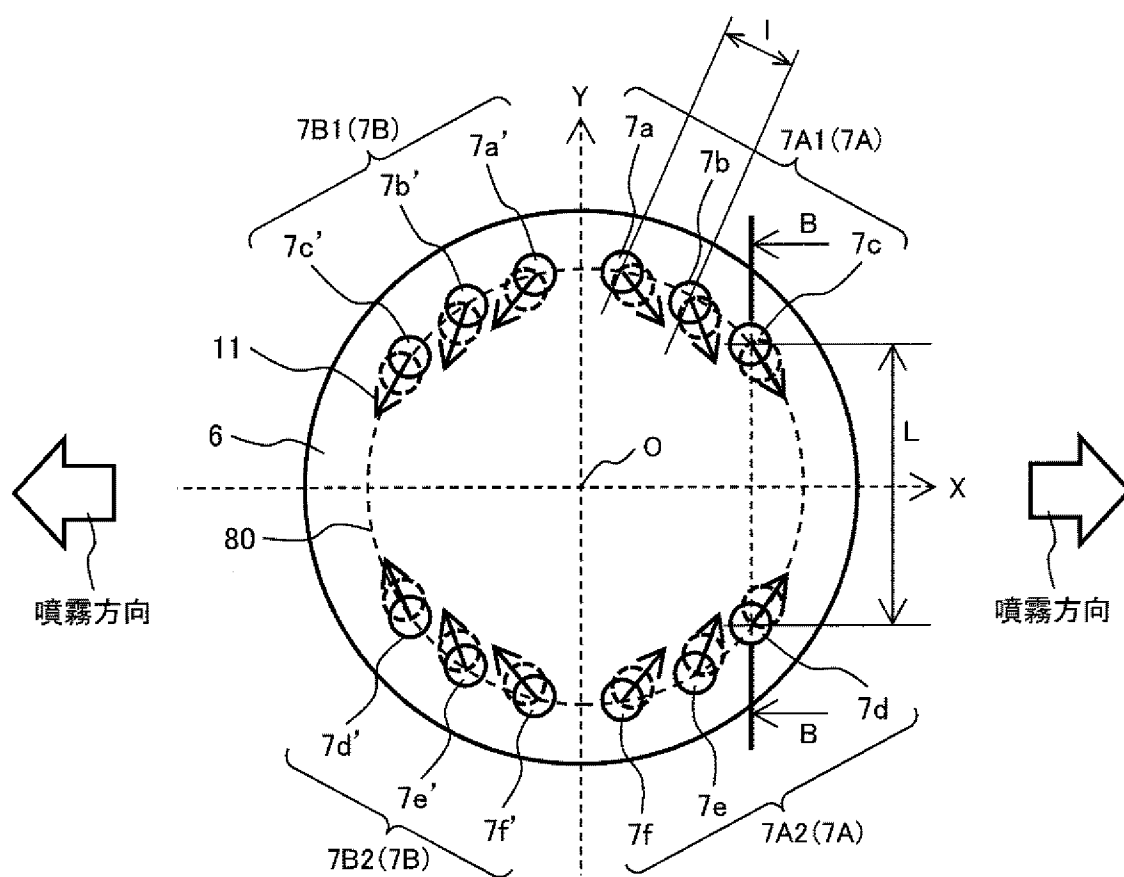
[図2]

図 2



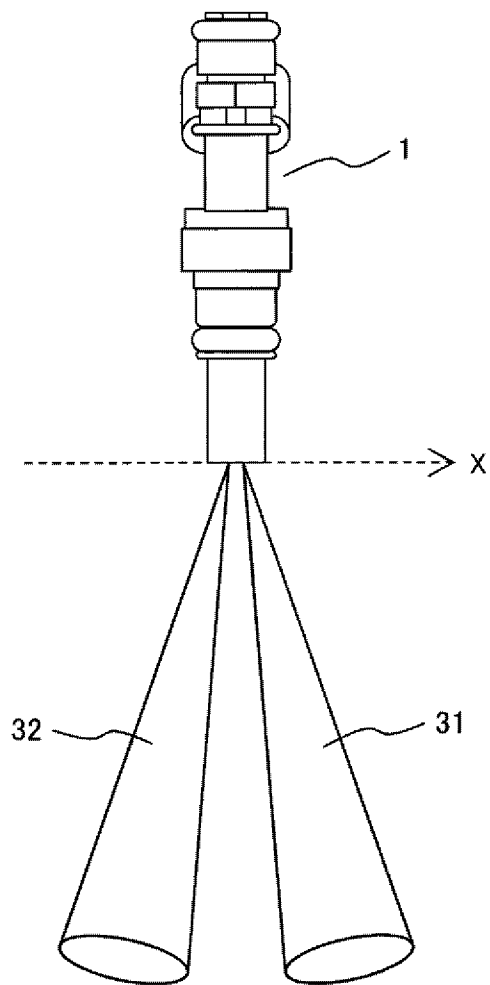
[図3]

図 3



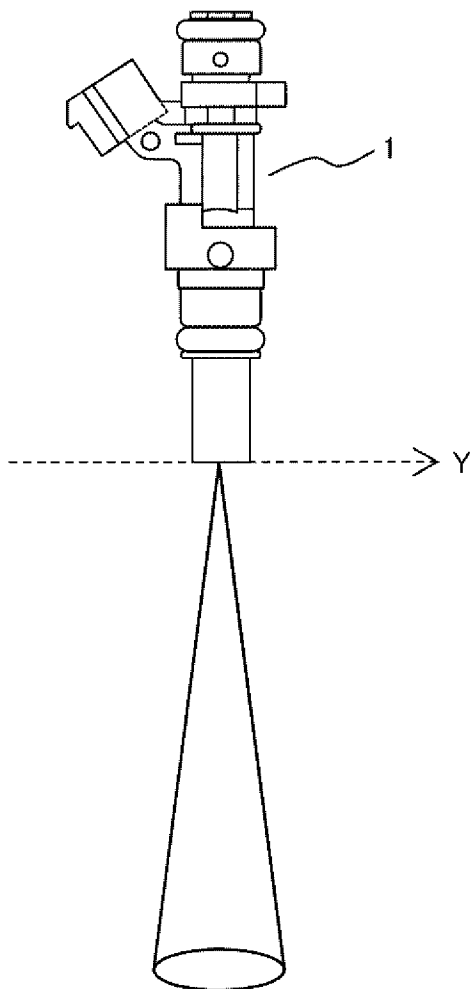
[図4]

図 4



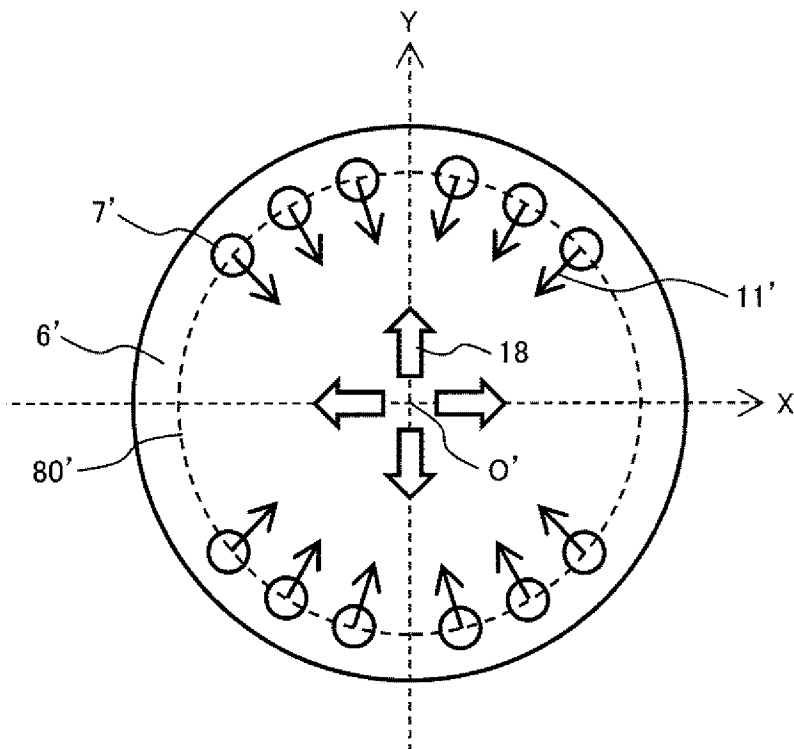
[図5]

図 5



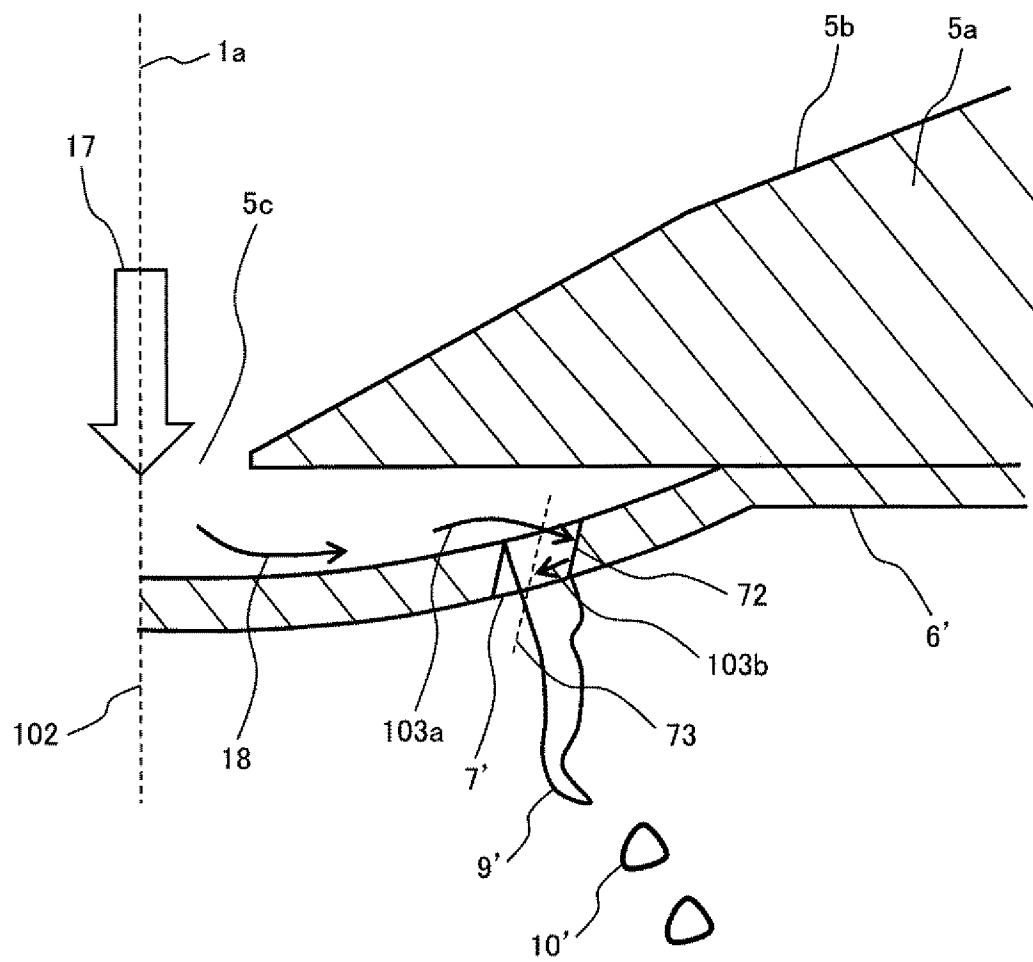
[図6]

図 6



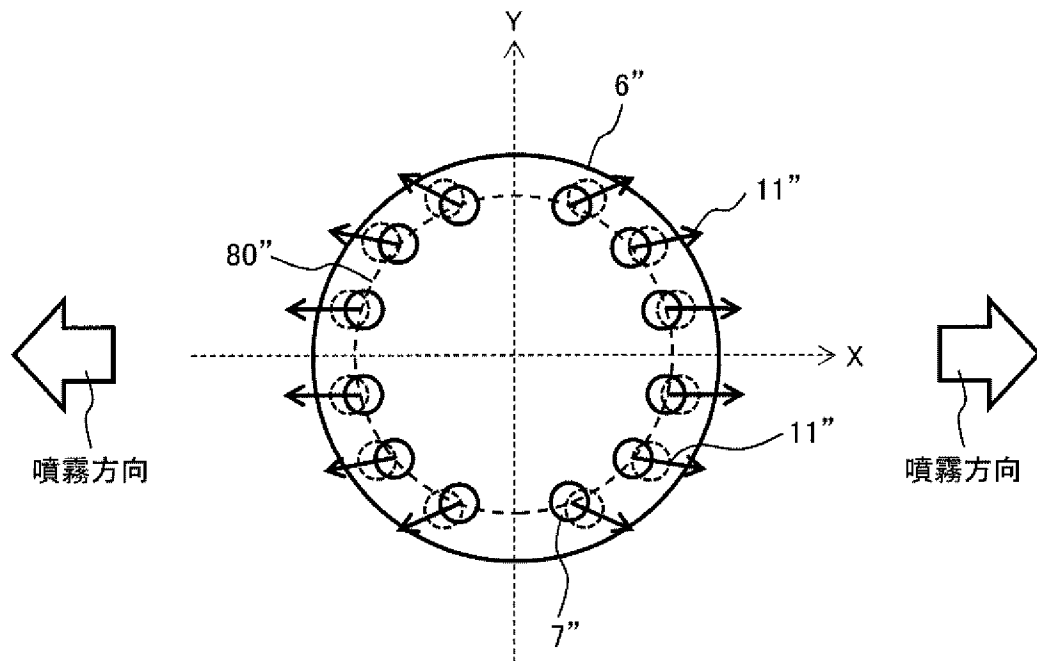
[図7]

図 7



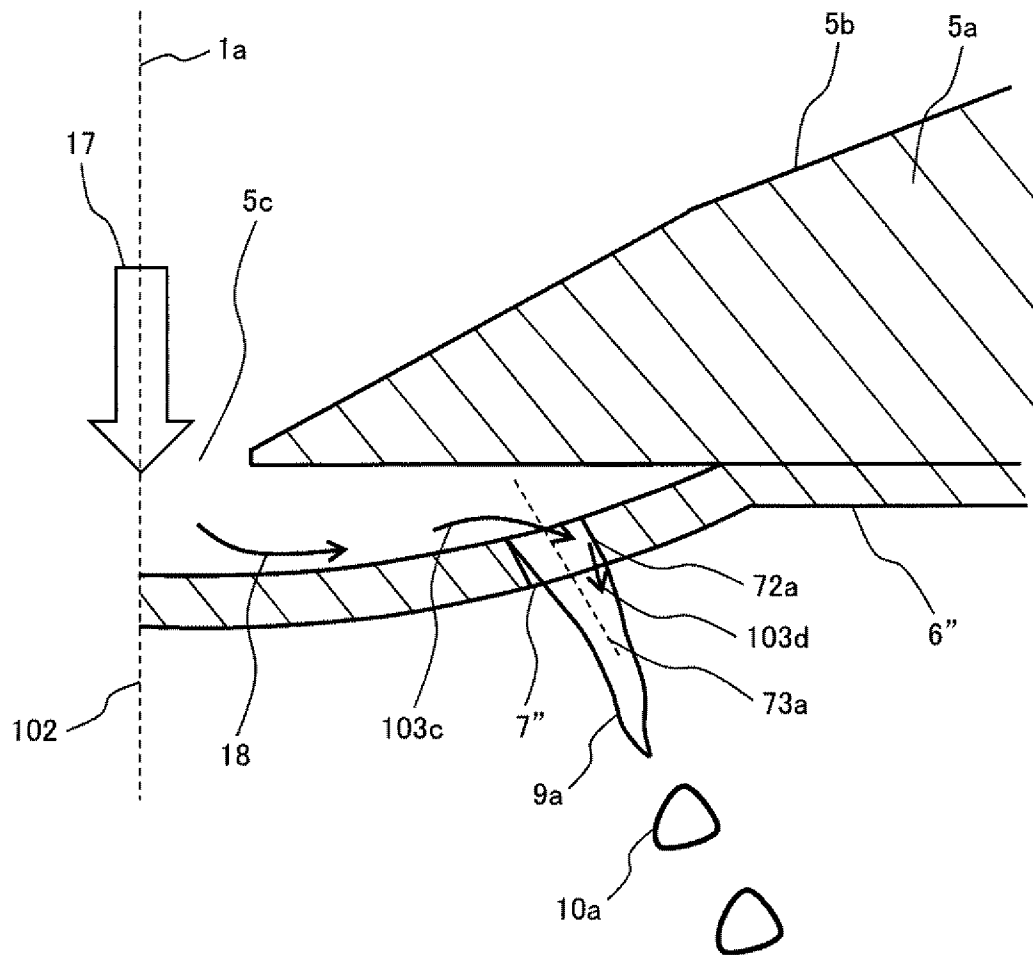
[図8]

図 8



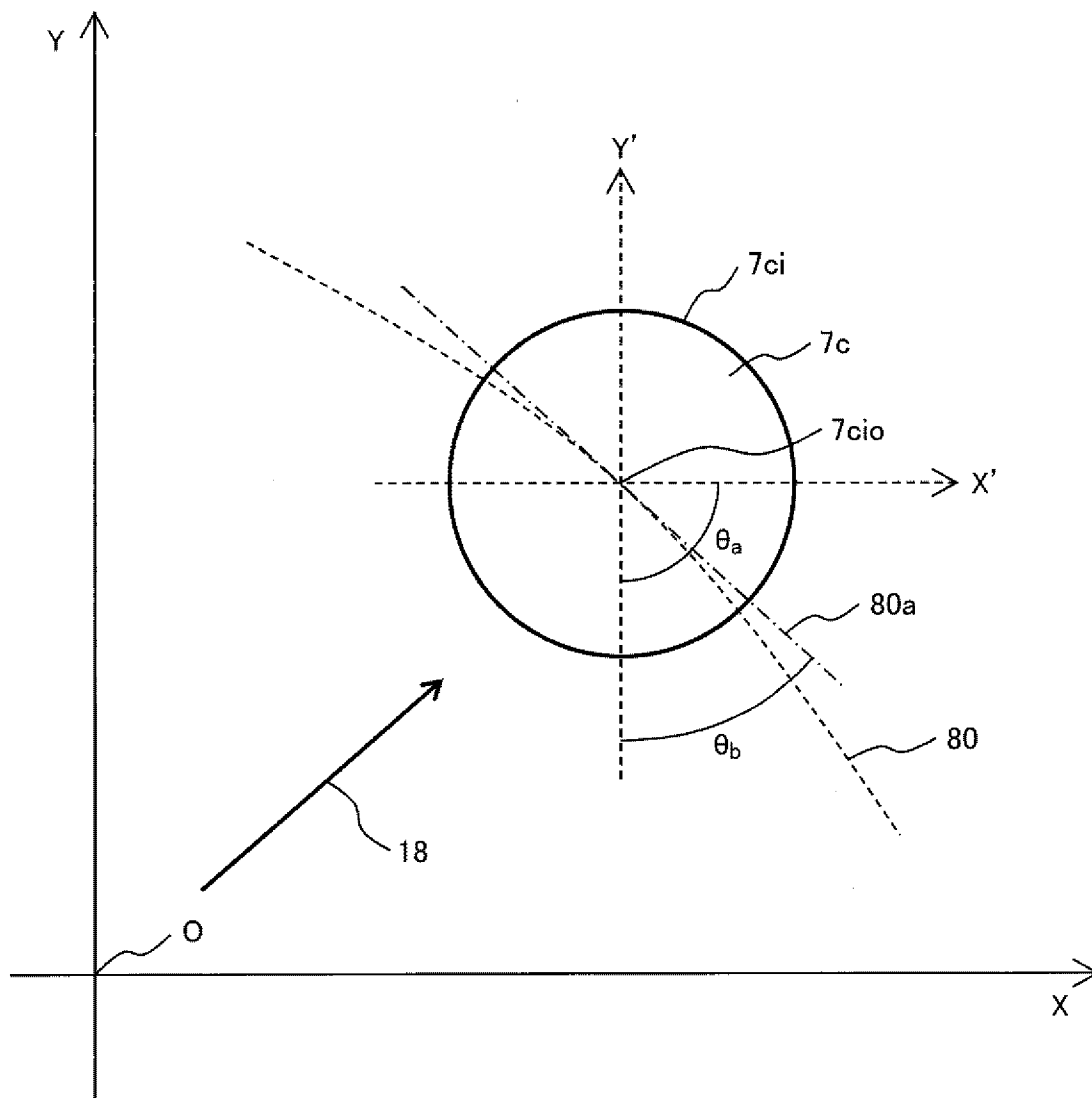
[図9]

図 9



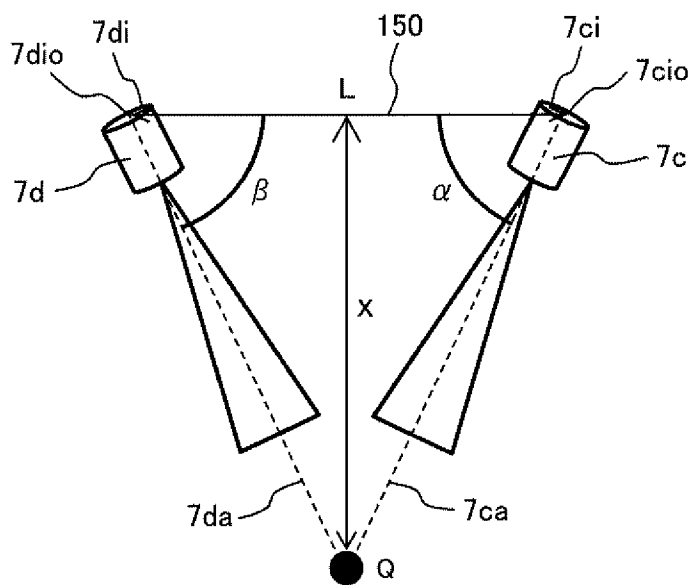
[図10]

図 10



[図11]

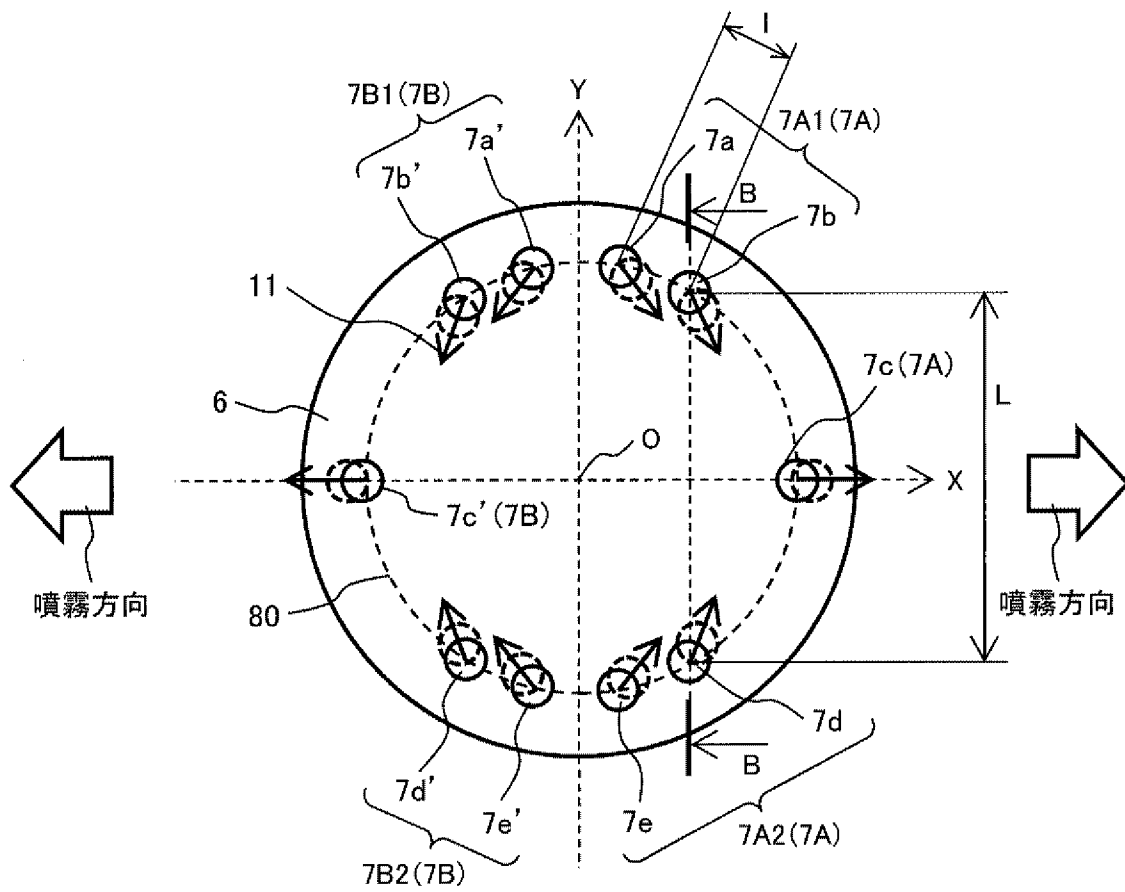
図 11



$$\frac{\tan \alpha \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} L > X \quad \cdots (A)$$

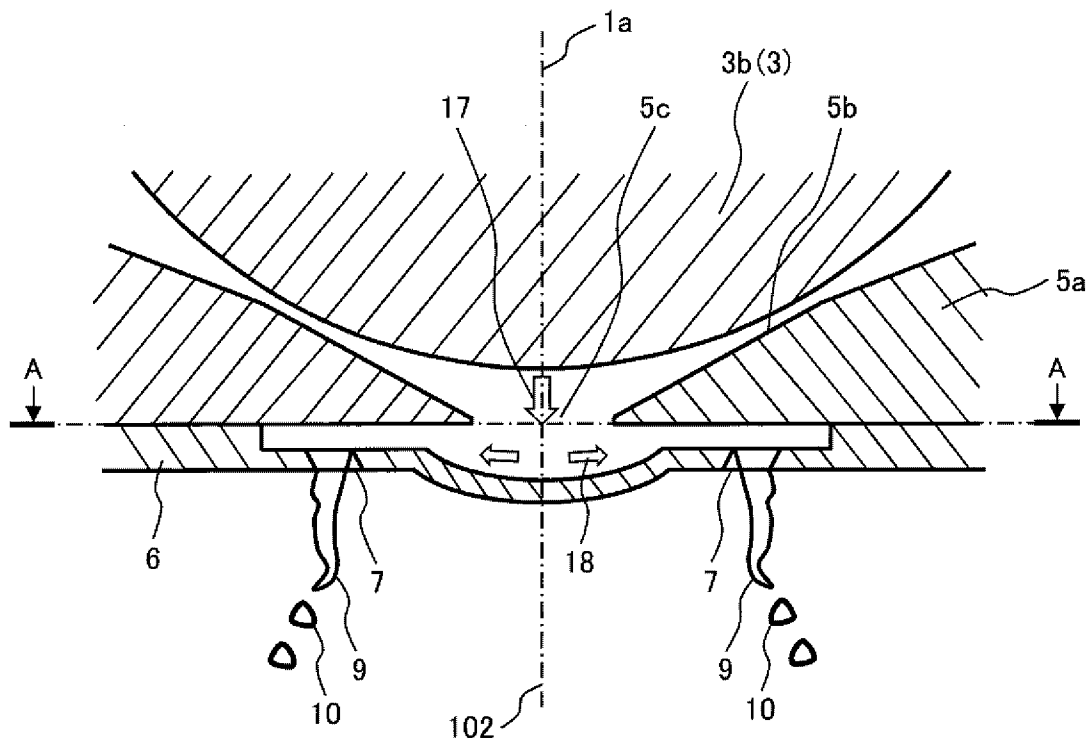
[図12]

図 12



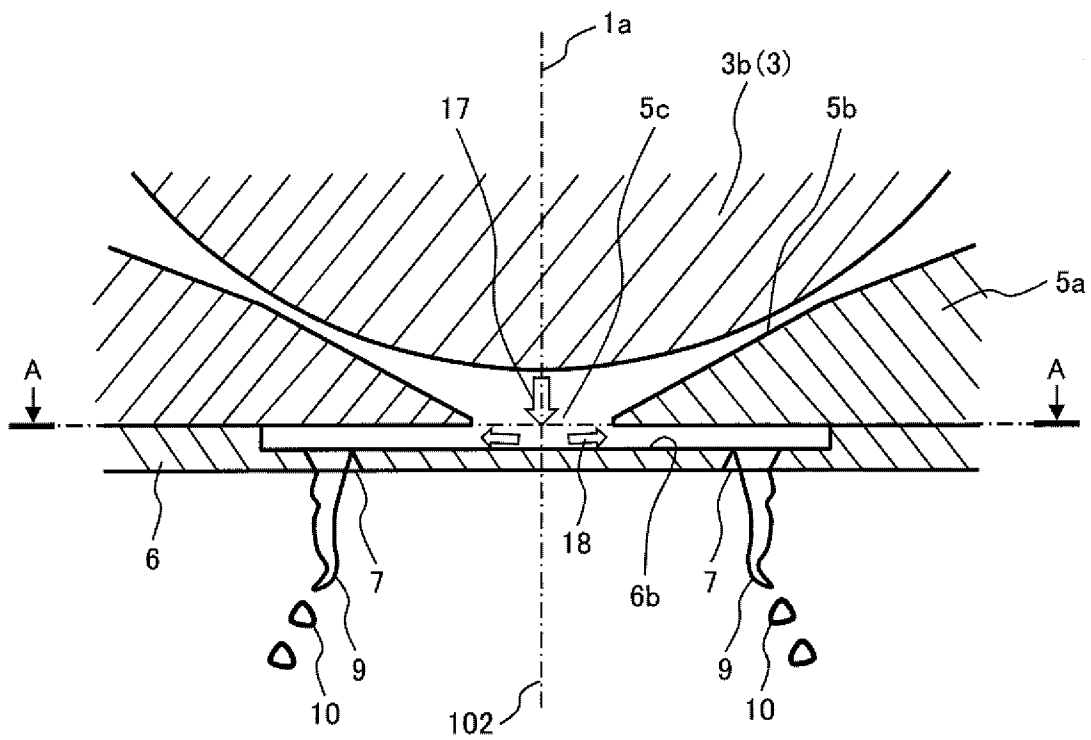
[図13]

図 13



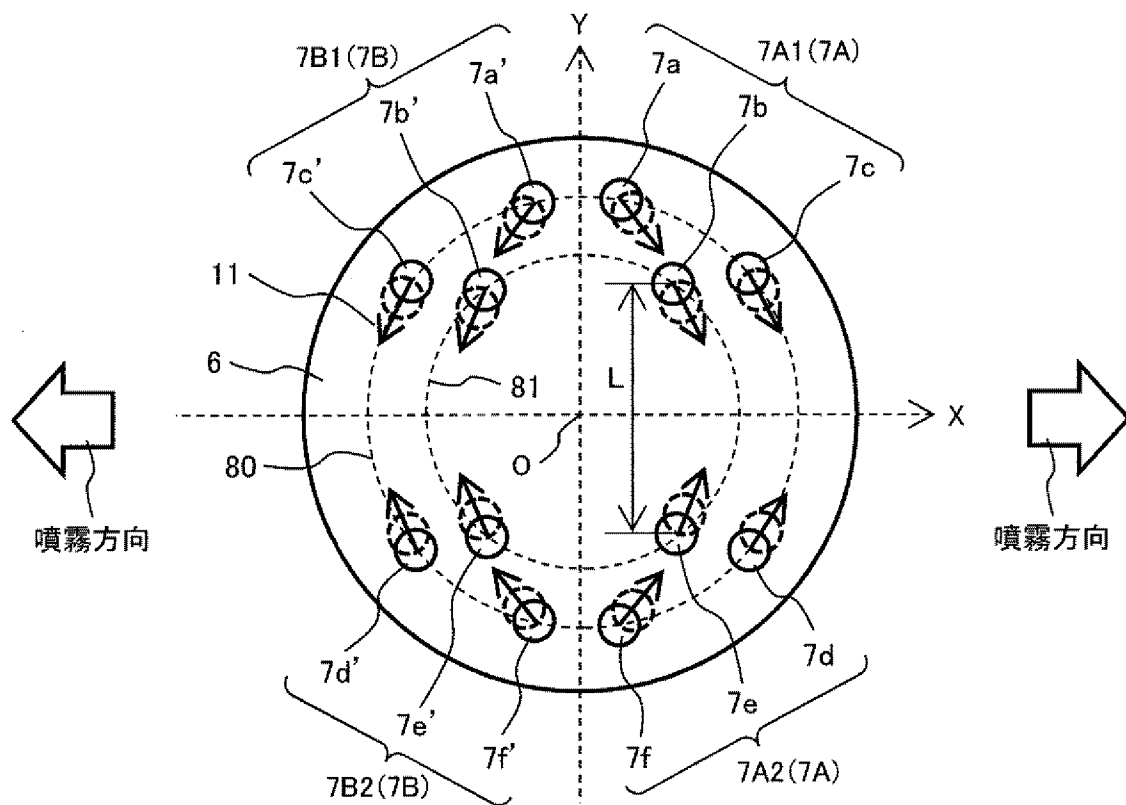
[図14]

図 14



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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.
X Y	JP 2005-042615 A (Denso Corp.), 17 February 2005 (17.02.2005), paragraphs [0026] to [0064]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1 2-7
X	JP 2007-182807 A (Hitachi, Ltd.), 19 July 2007 (19.07.2007), paragraphs [0014] to [0023]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1
X	JP 2005-307781 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraph [0013]; fig. 3 (Family: none)	1

☒ 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
19 October 2016 (19.10.16)

Date of mailing of the international search report
01 November 2016 (01.11.16)

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/JP2016/077839

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 2002-130082 A (Keihin Corp.), 09 May 2002 (09.05.2002), fig. 7 & US 6616071 B2 fig. 7	2-7
Y	JP 2010-249125 A (Denso Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), fig. 9, 10 & US 2010/0237174 A1 fig. 9, 10	2-7
Y	WO 2014/024292 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 13 February 2014 (13.02.2014), fig. 2, 8, 9 & US 2015/0136877 A1 fig. 2, 8, 9 & KR 10-2015-0002857 A & CN 104520577 A & DE 112012006794 T5	2-7
A	JP 2009-228467 A (Hitachi, Ltd.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraphs [0009] to [0048]; fig. 3 to 9 (Family: none)	1-7
A	JP 2008-101555 A (Hitachi, Ltd.), 01 May 2008 (01.05.2008), fig. 2, 3, 7, 8 (Family: none)	1-7
A	JP 2004-052751 A (Hitachi Unisia Automotive, Ltd.), 19 February 2004 (19.02.2004), fig. 2 to 7 & US 2003/0222159 A1 fig. 2 to 7 & DE 10323398 A1 & CN 1467373 A	1-7
A	JP 2008-121531 A (Denso Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), & DE 102007000670 A1	1-7
P, X	WO 2016/143166 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 15 September 2016 (15.09.2016), (Family: none)	1-7

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, F02M51/08(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, F02M51/08

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
X Y	JP 2005-042615 A（株式会社デンソー）2005.02.17, 段落 [0026]-[0064], 図 1-9（ファミリーなし）	1 2-7
X	JP 2007-182807 A（株式会社日立製作所）2007.07.19, 段落 [0014]-[0023], 図 2-4（ファミリーなし）	1
X	JP 2005-307781 A（三菱電機株式会社）2005.11.04, 段落[0013], 図 3（ファミリーなし）	1

☒ 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

19.10.2016

国際調査報告の発送日

01.11.2016

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）

木村 麻乃

3G

4030

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-130082 A (株式会社ケーヒン) 2002.05.09, 図7 & US 6616071 B2, Fig. 7	2-7
Y	JP 2010-249125 A (株式会社デンソー) 2010.11.04, 図9, 10 & US 2010/0237174 A1, Fig. 9, 10	2-7
Y	WO 2014/024292 A1 (三菱電機株式会社) 2014.02.13, 図2, 8, 9 & US 2015/0136877 A1, Fig. 2, 8, 9 & KR 10-2015-0002857 A & CN 104520577 A & DE 112012006794 T5	2-7
A	JP 2009-228467 A (株式会社日立製作所) 2009.10.08, 段落 [0009]-[0048], 図3-9 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-101555 A (株式会社日立製作所) 2008.05.01, 図2, 3, 7, 8 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2004-052751 A (株式会社日立ユニシアオートモティブ) 2004.02.19, 図2-7 & US 2003/0222159 A1, Fig. 2-7 & DE 10323398 A1 & CN 1467373 A	1-7
A	JP 2008-121531 A (株式会社デンソー) 2008.05.29, & DE 102007000670 A1	1-7
P, X	WO 2016/143166 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2016.09.15, (ファミリーなし)	1-7