

明 細 書

発明の名称：燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本発明は燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0002] 近年、内燃機関に関し、CO₂低減及びエミッション低減のため、過給リーン、大量EGR及び予混合自着火燃焼の研究が盛んに行われている。これらの研究によると、CO₂低減及びエミッション低減の効果を最大限に引き出すには、より燃焼限界近傍において安定した燃焼状態を得る必要がある。また、石油燃料の枯渇化が進む中、バイオ燃料など多種の燃料でも安定して燃焼できるロバスト性が要求される。このような安定した燃焼を得るのに最も重要な点は混合気の着火ばらつきを低減することや膨張行程で燃料を燃やしきる速やかな燃焼が必要とされる。

[0003] また、内燃機関の燃料供給において、過度応答性の向上、気化潜熱による体積効率向上や低温での触媒活性化用の大幅な遅角燃焼のために燃焼室内へ燃料を直接噴射する筒内噴射方式が採用されている。ところが、筒内噴射方式を採用することにより、噴霧燃料が液滴のまま燃焼室壁に衝突して起こるオイル希釈や、液状燃料で噴射弁の噴孔周りに生成されるデポジットによる噴霧悪化により燃焼変動が助長されていた。

[0004] このような筒内噴射方式の採用により生じるオイル希釈や噴霧悪化の対策をするとともに、着火ばらつきを低減し安定した燃焼を実現するには、燃焼室内の燃料が速やかに気化するように、噴霧を微粒化することが重要となる。

[0005] 燃料噴射弁から噴射される噴霧の微粒化には薄膜化した液膜のせん断力によるもの、流れの剥離で発生するキャビテーションによるもの、超音波の機械的振動で表面に付着した燃料を微粒化するものなどが知られている。

[0006] 特許文献1には、ノズル本体の中空穴の壁面と針弁の摺動面との間に形成

された螺旋状通路を通った燃料を環状チャンバである燃料溜まりにおいて回転流とする燃料噴射ノズルが提案されている。この燃料噴射ノズルは、燃料溜まり内で回転する燃料を燃料溜まりの下流に設けられ、末広のテーパ面を有する単噴孔から燃料を噴射する。噴射された燃料は分散され、空気との混合が促進される。

[0007] 特許文献2には、気泡発生流路と気泡保持流路との圧力差を利用して発生させた気泡を混合した燃料を噴射し、噴射後の燃料において気泡が崩壊するエネルギーにより燃料を微粒化する燃料噴射弁が記載されている。

[0008] このように、燃料噴射ノズル、燃料噴射弁に対し、種々の提案がされている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平10-141183号公報

特許文献2：特開2006-177174号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、前記特許文献1に開示された燃料噴射ノズルは、燃料の噴霧を拡散することができるが、燃料中に気泡を発生させることによる燃料の微粒化は考慮されていない。また、特許文献2に開示された燃料噴射弁は、シート部が気泡保持流路よりも下流側に配置されている。このため、噴射初期は一旦気泡保持流路に保持された燃料が噴射されることになる。閉弁状態時に気泡保持流路に保持される燃料の気泡混合率は低く、噴射初期の微粒化は困難であり、燃料は液状のままシリンダ壁に衝突することが懸念される。液状の燃料がシリンダ壁に衝突するとオイル希釈の原因となる。

[0011] そこで本発明は、噴孔からの燃料噴射時においても燃料中に気泡を保持し、噴射後にその気泡を崩壊させることによって燃料の微粒化を図ることを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 上記課題を解決するために本明細書開示の燃料噴射弁は、先端部に噴孔が設けられたノズルボディと、前記ノズルボディ内に摺動自在に配置され、前記ノズルボディとの間に燃料導入路を形成するとともに、前記ノズルボディ内のシート部に着座するニードルと、前記シート部よりも上流側に設けられ、前記燃料導入路から導入される燃料に前記ニードルの摺動方向に対して旋回する流れを付与する旋回流生成部と、前記シート部よりも下流側に設けられ、前記旋回流生成部において生成された旋回流の旋回速度を増大させつつ前記噴孔へ燃料を供給する旋回増速部と、を備えたことを特徴とする。
- [0013] 燃料による旋回流を増速させることによって、旋回流の中心部に気柱を発生させることができる。発生した気柱と燃料との境界において微細気泡が発生する。発生した微細気泡は、噴孔から噴射され、その後、破裂、崩壊して噴霧燃料を微細化する。このように、噴霧燃料の微粒化が図られる。
- [0014] 燃料噴射弁は、その先端が燃焼室内に露出するようにエンジンに装着される。このため、噴孔は、燃焼室内に開口されることになる。このため、噴孔から燃焼室内の既燃ガスが噴孔内に入り込み、噴孔内に気柱を生成することができる。このように、噴孔の開口の近傍に気柱が生成されることにより、燃料噴射弁内で微細気泡が生成される。この結果、別途、微細気泡を発生させるための装置を準備する必要がない。
- [0015] 前記旋回増速部は、前記シート部よりも下流部に位置する最小絞り部に向かって内周径が縮径して形成される。旋回流生成部において生成された旋回流の旋回径を狭めることにより、旋回速度を加速、増大することができる。旋回速度が増大すると、旋回流の旋回が安定し、その結果、噴霧の揺らぎを抑制して安定した噴射が可能となる。最小絞り部は、噴孔の開口であってもよい。
- [0016] 前記噴孔は、前記ニードルと対向する位置に設けられ、前記ニードルは、燃焼室側先端部に前記噴孔と対向する貯気室を備えることができる。貯気室を設けることにより、貯気室内の空気（気体）と旋回流によって燃焼室内か

ら吸引された気体とを結合させることができる。これにより、気柱が成長し、気体と燃料との境界面積が増大し、微細気泡の発生量が増大する。この結果、燃料噴霧の微細化が促進される。

[0017] 前記ニードルは、燃焼室側先端部に多孔質部材を備え、当該多孔質部材は、前記噴孔に向かって延びるとともに、前記噴孔と対向する開口を備えることができる。

[0018] 多孔質部材に燃焼室内の気体を通過させることにより、微細な気体を燃料に供給することができる。これにより、例えば、燃圧が低く、回転速度が増大し難いような状態のときであっても、微細気泡を発生させ、燃料の微粒化を図ることができる。

[0019] 前記多孔質部材の燃焼室側先端部の外径は、先端に向かうに従って縮径された形状とすることができる。燃料室側先端部の形状を例えばテーパ形状としたり、Rを設けた曲線形状としたりして、その外径を縮径することにより、噴射される燃料がその形状に沿って噴孔の中心に集まる効果（コアンダ効果）を得ることができる。この結果、噴霧角を縮小することができる。微細な噴霧を形成するためには、旋回流の回転速度を高める等の措置が有効である。ただし、その一方で、回転速度の向上に伴って遠心力が増大すると、噴霧角も大きくなる。このため、噴孔の形状がストレートであっても、燃料の旋回状態によっては噴霧角が大きくなることがある。燃料噴射弁は、搭載するエンジンの形式によっては、あまり噴霧角が大きくならない方が有利な場合がある。このような場合に、多孔質部材の燃焼室側先端部の外径を先端に向かうに従って縮径することは有効である。これにより、噴霧の微粒化を図りつつ、噴霧角が拡大することを抑制することができる。

[0020] 前記ノズルボディは、前記噴孔が開いた周囲を燃焼室側に突出させた形状を採用することができる。噴孔が開くノズルボディの先端の形状が、噴孔の開口から側方に平面的に広がっていると、噴孔から噴射された燃料はコアンダ効果でノズルボディの先端形状に従って側方に這うように広がろうとする。このため噴霧角が拡大することがある。本願の燃料噴射弁は、燃料

の旋回速度を速めて燃料の微粒化を促進するものである。燃料の旋回速度が速まると遠心力が高まり噴霧角が大きくなる。このため、噴霧角が必要以上に大きくなるおそれがある。ノズルボディの、噴孔が開口した周囲を燃焼室側に突出させることによってコアンダ効果を抑制し、この結果、噴霧角の広がりを抑制することができる。この結果、安定して混合気の均質化を図ることができる。

- [0021] 前記旋回流生成部は、螺旋溝を備え、当該螺旋溝の前記ニードルの摺動方向と直交する方向との角度 θ は、 $0 < \theta \leq 49^\circ$ であり、前記最小絞り部の径は、前記旋回流生成部の径の7～19%であり、前記螺旋溝の燃料流路面積と前記最小絞り部の流路面積との比は、0.4～1.3である構成とすることができる。噴孔から噴射される微細気泡は、噴射後所定時間に崩壊（圧壊）することが求められる。圧壊しないままの微細気泡は、燃焼室の壁面へ付着するため、これを回避するためである。一般的な車両用のエンジンの諸元を考慮すると、微細気泡は、噴射後6m秒経過までに圧壊することが望ましい。実験の結果、上記の条件であれば、想定時間内に微細気泡を圧壊することができることが判明している。

発明の効果

- [0022] 本明細書に開示された燃料噴射弁によれば、燃料による旋回流を増速させることによって、旋回流の中心部に気柱を発生させ、微細気泡を発生させることができる。微細気泡は、噴孔から噴射され、その後、圧壊、破裂して噴霧燃料を微細化する。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1] 図1は、実施例の燃料噴射弁を搭載したエンジンシステムの一構成例を示す説明図である。

[図2] 図2は、実施例の燃料噴射弁の要部を断面として示す説明図である。

[図3] 図3は、実施例の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図であり、図3（A）は開弁状態を示す図であり、図3（B）は閉弁状態を示す図である。

[図4] 図4は、燃料噴射弁内に生成される気柱を示す説明図である。

[図5] 図5は、燃料噴射弁内に気柱が生成される様子を模式的に示す説明図である。

[図6] 図6は、燃料の巡回周波数と気泡径及び圧壊時間との関係を示すグラフである。

[図7] 図7は、他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図8] 図8は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図9] 図9は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図10] 図10は、燃料噴射弁内に生成される気柱を示す説明図である。

[図11] 図11は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図12] 図12は、図11に示す燃料噴射弁の内部の様子を模式的に示す説明図である。

[図13] 図13は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図14] 図14は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図15] 図15は、さらに他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

[図16] 図16は、燃料噴射弁の各部の寸法の一例を示す説明図である。

[図17] 図17は、螺旋溝角と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの一例である。

[図18] 図18は、最小絞り部の径の螺旋径に対する比と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの一例である。

[図19] 図19は、螺旋溝面積の最小絞り部の面積に対する比と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの一例である。

[図20] 図20は、他の燃料噴射弁の先端部分を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明を実施するための形態を図面と共に詳細に説明する。ただし、図面中、各部の寸法、比率等は、実際のものとは完全に一致するようには図示されていない場合がある。また、図面によっては細部が省略されている場合もある。

実施例 1

- [0025] 本発明の実施例 1 について図面を参照しつつ説明する。図 1 は、本発明の燃料噴射弁 30 を搭載したエンジンシステム 1 の一構成例を示した図である。なお、図 1 にはエンジン 1000 の一部の構成のみが示されている。
- [0026] 図 1 に示すエンジンシステム 1 は、動力源であるエンジン 1000 を備えており、エンジン 1000 の運転動作を総括的に制御するエンジン ECU (Electronic Control Unit) 10 を備えている。エンジンシステム 1 は、エンジン 1000 の燃焼室 11 内へ燃料を噴射する燃料噴射弁 30 を備えている。エンジン ECU 10 は、制御部の機能を備える。エンジン ECU 10 は、演算処理を行う CPU (Central Processing Unit) と、プログラム等を記憶する ROM (Read Only Memory) と、データ等を記憶する RAM (Random Access Memory) や NVRAM (Non Volatile RAM) と、を備えるコンピュータである。
- [0027] エンジン 1000 は、車両に搭載されるエンジンであって、燃焼室 11 を構成するピストン 12 を備えている。ピストン 12 は、エンジン 1000 のシリンダに摺動自在に嵌合されている。そして、ピストン 12 は、コネクティングロッドを介して出力軸部材であるクランクシャフトに連結されている。
- [0028] 吸気ポート 13 から燃焼室 11 内へ流入した吸入空気は、ピストン 12 の上昇運動により燃焼室 11 内で圧縮される。エンジン ECU 10 は、クランク角センサからのピストン 12 の位置、および吸気カム角センサからのカム軸回転位相の情報に基づき、燃料噴射タイミングを決定し燃料噴射弁 30 に信号を送る。燃料噴射弁 30 は、エンジン ECU 10 の信号に従って、指示された噴射タイミングで燃料を噴射する。燃料噴射弁 30 より噴射された燃料は、霧化して圧縮された吸入空気と混合される。そして、吸入空気と混合された燃料は、点火プラグ 18 によって点火されることで燃焼し、燃焼室 11 内を膨張させてピストン 12 を下降させる。この下降運動がコネクティングロッドを介してクランクシャフトの軸回転に変更されることにより、エン

ジン１０００は動力を得る。

[0029] 燃焼室１１には、それぞれ燃焼室１１と連通する吸気ポート１３と、吸気ポート１３に連結し、吸入空気を吸気ポート１３から燃焼室１１へと導く吸気通路１４とが接続されている。更に、各気筒の燃焼室１１には、それぞれ燃焼室１１と連通する排気ポート１５と、燃焼室で発生した排気ガスをエンジン１０００の外部へと導く排気通路１６が接続されている。吸気通路１４には、サージタンク２２が配置されている。

[0030] 吸気通路１４には、エアフロメータ、スロットルバルブ１７およびスロットルポジションセンサが設置されている。エアフロメータおよびスロットルポジションセンサは、それぞれ吸気通路１４を通過する吸入空気量、スロットルバルブ１７の開度を検出し、検出結果をエンジンＥＣＵ１０に送信する。エンジンＥＣＵ１０は、送信された検出結果に基づいて吸気ポート１３および燃焼室１１へ導入される吸入空気量を認識し、スロットルバルブ１７の開度を調整することで吸入空気量を調節する。

[0031] 排気通路１６には、ターボチャージャ１９が設置されている。ターボチャージャ１９は、排気通路１６を流通する排気ガスの運動エネルギーを利用してタービンを回転させ、エアクリナーを通過した吸入空気を圧縮してインタークーラーへと送り込む。圧縮された吸入空気は、インタークーラーで冷却された後に一旦サージタンク２２に貯留され、その後、吸気通路１４へと導入される。この場合、エンジン１０００は、ターボチャージャ１９を備える過給機付エンジンに限られず、自然吸気（Natural Aspiration）エンジンであってもよい。

[0032] ピストン１２は、その頂面にキャビティを有する。キャビティは、燃料噴射弁３０の方向から点火プラグ１８の方向へと連続するなだらかな曲面によってその壁面が形成されており、燃料噴射弁３０から噴射された燃料を壁面形状に沿って点火プラグ１８近傍へと導く。この場合、ピストン１２は、その頂面の中央部分に円環状にキャビティが形成されるリエントラント型燃焼室等、エンジン１０００の仕様に依じて任意の位置・形状でキャビティを形

成することができる。

- [0033] 燃料噴射弁30は、吸気ポート13下部の燃焼室11に装着されている。燃料噴射弁30は、エンジンECU10の指示に基づいて、燃料ポンプから燃料流路を通じて高圧供給された燃料をノズルボディ31先端部に設けられた噴孔33より燃焼室11内へ直接噴射する。噴射された燃料は、燃焼室11内で霧化し吸入空気と混合されつつキャビティの形状に沿って点火プラグ18近傍へと導かれる。燃料噴射弁30のリーク燃料は、リリース弁からリリース配管を通じて燃料タンクへと戻される。
- [0034] この燃料噴射弁30は、吸気ポート13下部に限られず燃焼室11の任意の位置に設置することができる。例えば、燃焼室11の中央上側から噴射するように配置することもできる。
- [0035] なお、エンジン1000は、ガソリンを燃料とするガソリンエンジン、軽油を燃料とするディーゼルエンジン、ガソリンとアルコールとを任意の割合で混合した燃料を使用するフレキシブルフューエルエンジンのいずれでもよい。また、その他、燃料噴射弁によって噴射可能などのような燃料を用いるエンジンであってもよい。エンジンシステム1は、エンジン1000と複数の電動モータとを組み合わせたハイブリッドシステムであってもよい。
- [0036] 次に、本発明の一実施例である燃料噴射弁30の内部構成について詳細に説明する。図2は燃料噴射弁30の要部を断面として示した説明図である。図3は、実施例の燃料噴射弁の先端部分を示した説明図であり、図3(A)は開弁状態を示す図であり、図3(B)は閉弁状態を示す図である。燃料噴射弁30は、ノズルボディ31、ニードル32、駆動機構40を備えている。駆動機構40はニードル32の摺動動作を制御する。駆動機構40は、圧電素子、電磁石などを用いたアクチュエータやニードル32へ適切な圧力を付与する弾性部材など、ニードル32が動作するのに適する部品を備えた従来から知られる機構である。以下の説明において、先端側とは図面中の下側を示し、基端側とは図面中の上側を示すこととする。
- [0037] ノズルボディ31の先端部には噴孔33が設けられている。噴孔33はノ

ズルボディ 31 の先端においてノズルボディ 31 の軸に沿う方向に形成された単噴孔である。ノズルボディ 31 の内部には、ニードル 32 が着座するシート部 34 が形成されている。ニードル 32 は、ノズルボディ 31 内に摺動自在に配置されることによって、ノズルボディ 31 との間に燃料導入路 36 を形成する。そして、ノズルボディ 31 内のシート部 34 に着座することによって図 3 (B) に示すように燃料噴射弁 30 を閉弁状態とする。ニードル 32 は、駆動機構 40 により上方に引き上げられ、シート部 34 から離座することによって図 3 (A) に示すように開弁状態となる。シート部 34 は、噴孔 33 から奥まった位置に設けられている。このため、ニードル 32 が開弁状態にある場合、閉弁状態にある場合のいずれの場合であっても、噴孔 33 は、外部と連通した状態となる。燃料噴射弁 30 を燃焼室 11 に露出した状態で装着する場合は、噴孔 33 は、燃焼室 11 と連通した状態となる。

[0038] 燃料噴射弁 30 は、シート部 34 よりも上流側に設けられ、燃料導入路 36 から導入される燃料にニードルの摺動方向に対して旋回する流れを付与する旋回流生成部 32 a を備えている。旋回流生成部 32 a は、ニードル 32 の先端部に設けられている。旋回流生成部 32 a は、ニードル 32 の基端側と比較して径が拡大されている。旋回流生成部 32 a の先端部分がシート部 34 に着座する。このように、旋回流生成部 32 a は、開弁時及び閉弁時にシート部 34 よりも上流側に位置する。

[0039] 旋回流生成部 32 a は、螺旋溝 32 b を備えている。燃料導入路 36 から導入される燃料がこの螺旋溝 32 b を通過することによって、燃料の流れに旋回成分が付与され、燃料の旋回流 f_s が生成される。

[0040] 燃料噴射弁 30 は、シート部 34 よりも下流側に設けられ、旋回流生成部 32 a において生成された旋回流の旋回速度を増大させつつ噴孔 33 へ燃料を供給する旋回増速部 35 を備えている。旋回増速部 35 は、シート部 34 よりも下流部に位置する最小絞り部に向かって内周径が縮径して形成されている。ここで、最小絞り部は、シート部 34 よりも下流部において、最も内周径が小さい位置に相当する。本実施例において、最小絞り部は、図 3 (A

）や図3（B）に示すように、噴孔33となっている。最小絞り部は、噴孔33の開口部に限定されない。

[0041] 旋回増速部35は、シート部34と噴孔33との間に形成され、旋回流生成部32aを通過して旋回状態となった燃料の旋回速度を加速させる。旋回流生成部32aで生成された旋回流の回転半径を徐々に狭める。旋回流 f_s は、縮径された狭い領域に流入することで、旋回速度が増す。旋回速度が増した旋回流 f_s は、図4に示すように噴孔33内に気柱APを形成する。旋回増速部35の内周壁面は、図3（A）や図3（B）に示すように、中心側に向かって凸状の曲面を備えている。ここで、この気柱APの形成及び気柱APの形成に基づく微細気泡の生成について、図5を参照しつつ説明する。

[0042] 図5は、噴孔33内に生成される気柱APを示す説明図である。旋回増速部35内で旋回流が加速すると、噴孔33から旋回増速部35内に強い旋回流 f_s が形成され、強い旋回流 f_s が旋回する中心に負圧が発生する。負圧が発生するとノズルボディ31の外部の空気がノズルボディ31内に吸引される。これにより噴孔33内に気柱APが発生する。こうして発生した気柱APと燃料との界面において気泡が生成する。生成した気泡は気柱の周囲を流れる燃料に混入し、気泡混入流 f_2 として外周側を流れる燃料流 f_1 とともに噴射される。

[0043] このとき燃料流 f_1 及び気泡混入流 f_2 は、旋回流の遠心力により、中心から拡散するコーン状の噴霧sが形成される。従って、噴孔33から離れるほどコーン状の噴霧sの径は大きくなるため、噴霧液膜が引き伸ばされて薄くなる。そして、液膜として維持できなくなり分裂する。この後、分裂後の噴霧は微細気泡の自己加圧効果によって径が小さくなり崩壊に至り超微細化噴霧となる。このように、燃料噴射弁30により噴射された燃料の噴霧が微粒化されるため、燃焼室内における速やかな火炎伝播が実現され、安定した燃焼が行われる。

[0044] このように燃料噴霧の超微細化を図ることにより、燃料の気化が促進されると、PM（Particulate Matter）や、HC（炭化水素）の低減を図ること

ができる。また、熱効率も改善される。さらに、気泡が燃料噴射弁30から噴射された後に破壊されることになるので、燃料噴射弁30内のEGRエロージョンを抑制することができる。

[0045] なお、燃料噴射弁30が、燃焼室11に装着された場合、噴孔33に導入される気体は燃焼室11内で混合気が燃焼した後の既燃ガスとなる。このように、本実施例の燃料噴射弁は、気柱APを形成するために燃料噴射弁30内に気体を導入する各別な構造を備える必要がないため、簡易な構成とすることができ、コスト面でも有利である。

[0046] 本実施例の燃料噴射弁30は、燃料の旋回流の遠心力によって噴霧角を広角とすることができる。これにより、空気との混合を促進することができる。また、噴霧に気泡、すなわち、圧縮性ガスを含むため、音が伝搬する臨界速度（音速）が小さくなる。燃料の流速は、音速を越えることができないという物理的性質のため、音速が遅くなると、燃料の流速が遅くなる。燃料の流速が遅くなると、ペネトレーションが小さくなってポア壁におけるオイル希釈が抑制されるという効果がある。また、気泡を含むことによって燃料の流速が遅くなると、同じ燃料噴射を確保するために噴孔径を大きく設定することになる。噴孔には、デポジットが堆積する。そして、このデポジット堆積に起因して噴射量が変化する。しかしながら、噴孔径が大きく設定され、噴射量が多くなると、デポジット堆積に起因する噴射量の変化（噴射変化量）に対する感度が低下する。すなわち、噴射量に対する噴射変化量の割合が低下することになるため、デポジット堆積に起因する噴射量の変化の影響が小さくなる。

[0047] また、燃料噴射弁30は、旋回増速部35により旋回半径を徐々に縮径するため、最小絞り部となる噴孔33において旋回流 f_s が安定し、安定して気柱APが発生する。安定して気柱APが発生すると気柱APの界面で発生する微細気泡の気泡径のバラツキが抑制される。また、微細気泡を含む燃料噴射の揺らぎが抑制される。この結果、噴射された微細気泡が圧壊して形成される燃料粒の粒度分布が縮小し、均質な噴霧を得ることができる。また、

気柱APが安定して形成されることにより、エンジン1000のサイクル間で燃料の粒度の変動が少ない噴霧を得ることができる。これらは、PM低減、HC低減、熱効率向上に資する。さらに、エンジン1000の燃焼変動の少ない安定した運転が可能となることから、燃費向上、有害排気ガス低減、EGR (Exhaust Gas Recirculation) の増加、A/F (空燃比) のリーン化が可能となる。

[0048] 本実施例の燃料噴射弁は、旋回流生成部32aで燃料を旋回させ、気柱APを形成することによって微細気泡を生成する。ここで、燃料の旋回周波数と気泡径は相関関係を有する。また、気泡径と燃料噴射後の気泡の圧壊時間は相関関係を有する。そこで、これらの要素の関係を図6を参照しつつ説明する。

[0049] 気泡は、噴孔33から噴射された後、ポア壁に到着する前に圧壊することが望ましい。噴射後、圧壊するまでの時間として3ms (3m秒) 以下であることが要求されるとすると、気泡径は、4 μ m以下であることが求められる。そして、4 μ m以下の気泡径を実現するためには、2600Hz前後の旋回周波数とすることが求められる。旋回流生成部32a及び旋回増速部35は、このように、求められる圧壊時間に応じた旋回周波数を実現するように設けられる。本実施例の燃料噴射弁30は、旋回増速部35を備えることにより、このような旋回周波数を実現している。

[0050] 本実施例の燃料噴射弁30は、旋回流生成部32aと、旋回増速部35、噴孔33の中心軸を一致させているが、これらの中心軸は必ずしも一致していなければならないものでない。燃料噴射弁30のエンジン1000への設置の都合や、その他の要求に基づいて、中心軸がずれることは許容される。

実施例 2

[0051] つぎに、実施例2について図7を参照しつつ説明する。図7は、実施例2の燃料噴射弁50の先端部分を示す説明図である。燃料噴射弁50の基本的な構成は、実施例1の燃料噴射弁30と共通する。すなわち、燃料噴射弁50は、ノズルボディ51、ニードル52、噴孔53及びシート部54を備え

る。また、燃料噴射弁 50 には、燃料導入路 56 が形成されている。また、燃料噴射弁 50 は、旋回流生成部 52 a、螺旋溝 52 b を備える点においても燃料噴射弁 30 と共通する。燃料噴射弁 30 と燃料噴射弁 50 とは、以下の点で異なる。すなわち、旋回増速部 55 の形状が旋回増速部 35 と異なる。旋回増速部 35 の内周壁面は、図 3 (A) や図 3 (B) に示すように、中心側に向かって凸状の曲面を備えている。これに対し、旋回増速部 55 は、すり鉢状となっている。このようなすり鉢状であっても、シート部 54 よりも下流部に位置する最小絞り部（噴孔 53）に向かって内周径が縮径しているため、旋回流生成部 52 a で生成された旋回流を加速できる。これにより、気柱 AP が形成される点は、燃料噴射弁 30 の場合と同様である。また、その他の効果においても燃料噴射弁 50 は、燃料噴射弁 30 と共通する。

実施例 3

- [0052] つぎに、実施例 3 について図 8 を参照しつつ説明する。図 8 は、実施例 3 の燃料噴射弁 70 の先端部分を示す説明図である。燃料噴射弁 70 の基本的な構成は、実施例 1 の燃料噴射弁 30 と共通する。すなわち、燃料噴射弁 70 は、ノズルボディ 71、ニードル 72、噴孔 73 及びシート部 74 を備える。また、燃料噴射弁 70 には、燃料導入路 76 が形成されている。また、燃料噴射弁 70 は、旋回流生成部 72 a、螺旋溝 72 b を備える点においても燃料噴射弁 30 と共通する。燃料噴射弁 30 と燃料噴射弁 70 とは、以下の点で異なる。すなわち、旋回増速部 75 の形状が旋回増速部 35 と異なる。旋回増速部 35 の内周壁面は、図 3 (A) や図 3 (B) に示すように、中心側に向かって凸状の曲面を備えている。これに対し、旋回増速部 75 は、円錐に類似の形状となっている。このような円錐に類似の形状であっても、シート部 74 よりも下流部に位置する最小絞り部（噴孔 73）に向かって内周径が縮径しているため、旋回流生成部 72 a で生成された旋回流を加速することができる。これにより、気柱 AP が形成される点は、燃料噴射弁 30 の場合と同様である。また、その他の効果においても燃料噴射弁 70 は、燃料噴射弁 30 と共通する。

実施例 4

- [0053] つぎに、実施例 4 について図 9、図 10 を参照しつつ説明する。図 9 は、実施例 4 の燃料噴射弁 90 の先端部分を示す説明図である。図 10 は、燃料噴射弁 90 内に生成される気柱 AP を示す説明図である。燃料噴射弁 90 の基本的な構成は、実施例 1 の燃料噴射弁 30 と共通する。すなわち、燃料噴射弁 90 は、ノズルボディ 91、ニードル 92、噴孔 93 及びシート部 94 を備える。また、燃料噴射弁 90 には、燃料導入路 96 が形成されている。また、燃料噴射弁 90 は、旋回流生成部 92a、螺旋溝 92b を備える点においても燃料噴射弁 30 と共通する。また、旋回増速部 95 を備える点も共通する。燃料噴射弁 30 と燃料噴射弁 90 とは、以下の点で異なる。すなわち、燃料噴射弁 90 の噴孔 93 は、ニードル 92 と対向する位置に設けられ、ニードル 92 は、燃焼室側先端部に噴孔 93 と対向する貯気室 92c を備えている。貯気室は、ニードル 92 内に設けられた空洞部である。このように噴孔 93 と対向する貯気室 92c を設けることにより、以下の効果を得ることができる。
- [0054] 図 10 に示すように噴孔 93 内の旋回流が発生させた負圧によって外部（燃焼室側）から吸引した既燃ガスと貯気室 92c 内の残留ガスとが合体して気柱 AP が形成される。このため、気柱 AP の長さが増大する。この結果、気柱 AP の界面面積が増大し、気泡生成量が増加する。気泡生成量が増加すると噴霧中の気泡密度が高まり、燃料による気泡の膜圧が薄くなる。膜圧が薄くなれば、破裂時間（圧壊時間）が短縮される。また、噴霧粒径もさらに小さくなるとともに、均質化される。これにより燃焼室首位に液滴燃料が到達しないため、ノッキングが抑制される。
- [0055] さらに、気柱 AP 自体も安定して形成される。これによっても噴霧粒径の粒度分布が縮小し、均質化する。この結果、エンジン 1000 のサイクル間で燃料の粒度の変動が少ない噴霧を得ることができる。これらは、PM 低減、HC 低減、熱効率向上に資する。さらに、エンジン 1000 の燃焼変動の少ない安定した運転が可能となることから、燃費向上、有害排気ガス低減、

EGR (Exhaust Gas Recirculation) の増加、A/F (空燃比) のリーン化が可能となる。

- [0056] また、ニードル 92 に空洞部である貯気室 92c を形成することにより、可動部品であるニードル 92 の重量を低減することができる。ニードル 92 が軽量化されると、ニードル 92 の応答性が改善される。また、ニードル 92 を駆動する駆動機構 40 に要求される出力が低下するため、コストダウンとなる。

実施例 5

- [0057] つぎに、実施例 5 について図 11、図 12 を参照しつつ説明する。図 11 は、実施例 5 の燃料噴射弁 110 の先端部分を示す説明図である。図 12 は、図 11 に示す燃料噴射弁 110 の内部の様子を模式的に示す説明図である。燃料噴射弁 110 の基本的な構成は、実施例 1 の燃料噴射弁 30 と共通する。すなわち、燃料噴射弁 110 は、ノズルボディ 111、ニードル 112、噴孔 113 及びシート部 114 を備える。また、燃料噴射弁 110 には、燃料導入路 116 が形成されている。また、燃料噴射弁 110 は、旋回流生成部 112a、螺旋溝 112b を備える点においても燃料噴射弁 30 と共通する。また、旋回増速部 115 を備える点も共通する。燃料噴射弁 30 と燃料噴射弁 110 とは、以下の点で異なる。すなわち、燃料噴射弁 110 のニードル 112 は、燃焼室側先端部に多孔質部材 117 を備えている。この多孔質部材 117 は、噴孔 113 に向かって延びるとともに、噴孔 113 と対向する開口 117a を備えている。多孔質部材 117 は、ニードル 112 の昇降に伴って、旋回増速部 115 内をニードル 112 の軸線方向に沿って移動する。多孔質部材 117 は、両端が開口し、内部が貫通した状態の筒状部材であってもよいし、有底筒状部材であってもよい。図 11 は、有底筒状部材の例を示している。また、ニードル 112 は、実施例 5 のように貯気室を設けてもよい。多孔質部材 117 を両端開口の筒状部材として、これと貯気室とを組み合わせてもよい。多孔質部材 117 は、ニードル 112 の先端部に接着により装着されているが、他の方法、例えば、圧入や、ねじ込み等に

より装着することもできる。

[0058] 多孔質部材 117 を設けることにより、以下の効果を得ることができる。すなわち、図 12 に示すように、多孔質部材 117 の開口 117a から多孔質部材 117 内へ導入された既燃ガスが、矢示 118 で示すように多孔質部材 117 の微細孔を通過して多孔質部材 117 の外側で旋回する燃料に供給される。このため、低燃圧で噴孔 113 内の旋回流の速度が低下するような条件のときであっても、微細気泡を発生させ、旋回流に微細気泡を混入することができる。

[0059] なお、実施例 5 の多孔質部材 117 の外形寸法は、噴孔 113 の径の $1/4$ 以上に設定されている。これは、以下の理由による。実験によると、気柱 AP の直径の噴孔径に対する比率は、0.12 程度であった。一般に、多孔質部材 117 の内側から微細孔を通過する気体は、多孔質部材 117 の外側に気体が存在していると気体同士で即結合する。このため、気泡は形成されない。気泡を発生させるためには、多孔質部材 117 の外側には液体が存在してなければならない。これを考慮すれば、多孔質部材 117 の外径は噴孔 113 において形成される気柱 AP の直径よりも大きくななければならない。この条件を満たすことができる寸法として、実施例 5 における多孔質部材 117 の外径は、噴孔 113 の径の $1/4$ 以上に設定されている。

[0060] また、多孔質部材 117 の外側に燃料が存在している場合であっても、その旋回速度が低下している場合は、多孔質部材 117 の微細孔を通過する気体同士が結合し易くなることも考えられる。しかしながら、旋回中心に負圧が発生する程度の旋回流であれば、気体が結合する前に気泡は燃料中に分散されると考えられる。また、超微細気泡は、剛体球と同様に気泡同士の衝突や乱気流との相互作用に際しても変形や合体が起こらない。これは、実験によって確認されている。このため、燃料中に対象の微細気泡を混入することが可能である。

実施例 6

[0061] つぎに、実施例 6 について図 13 を参照しつつ説明する。図 13 は、実施

例 6 の燃料噴射弁 110 の先端部分を示す説明図である。実施例 6 は、実施例 5 とほぼ共通する。このため、共通する構成要素には、図面上同一の参照番号を付してその詳細な説明は省略する。実施例 6 は、多孔質部材 117 の先端部の形状が実施例 5 と異なっている。すなわち、実施例 6 における多孔質部材 117 の燃焼室側先端部 117b の外径は、先端に向かうに従って縮径されている。すなわち、図 13 に拡大して示すように R 形状（半球形状）となっている。燃焼室側先端部 117b の形状は、例えばテーパ形状であってもよい。このように、燃焼室側先端部 117b の外径を、先端に向かうに従って縮径することにより、以下のような効果を得ることができる。

[0062] すなわち、コアンダ効果により、燃料を矢示 119 で示すように燃焼室側先端部 117b の形状に沿わせ、噴霧角を狭くすることができる。この結果、噴霧軌跡 120 を噴霧軌跡 121 のように狭くすることができる。

[0063] 微細な噴霧を形成するためには、旋回流 f_s の旋回速度を高める等の措置が有効である。ただし、その一方で、旋回速度の向上に伴って遠心力が増大すると、噴霧角も大きくなる。このため、噴孔の形状がストレートであっても、燃料の旋回状態によっては噴霧角が大きくなることがある。燃料噴射弁は、搭載するエンジンの形式によっては、あまり噴霧角が大きならない方が有利な場合がある。このような場合に、多孔質部材 117 の燃焼室側先端部 117b の外径を先端に向かうに従って縮径することが有効である。これにより、噴霧の微粒化を図りつつ、噴霧角が拡大することを抑制することができる。

実施例 7

[0064] つぎに、実施例 7 について図 14 を参照しつつ説明する。図 14 は、実施例 7 の燃料噴射弁 130 の先端部分を示す説明図である。燃料噴射弁 130 の基本的な構成は、実施例 1 の燃料噴射弁 30 と共通する。すなわち、燃料噴射弁 130 は、ノズルボディ 131、ニードル 132、噴孔 133 及びシート部 134 を備える。また、燃料噴射弁 130 には、燃料導入路 136 が形成されている。また、燃料噴射弁 130 は、旋回流生成部 132a、螺旋

溝 132b を備える点においても燃料噴射弁 30 と共通する。また、旋回増速部 135 を備える点も共通する。燃料噴射弁 30 と燃料噴射弁 130 とは、以下の点で異なる。すなわち、燃料噴射弁 130 のノズルボディ 131 は、噴孔 133 が開口した周囲を燃焼室側に突出させた形状となっている。具体的には、ノズルボディ 131 の先端に向かって外径が縮径するようにテーパ面 131a が形成されている。

[0065] 旋回流を強めると微細な噴霧が形成されるが、その一方で、噴霧角が広がる。ノズルボディの先端部の形状によっては、コアンダ効果によって噴射された噴霧がノズルボディの外壁面に沿って広がる。この結果、さらに噴霧角が拡大する。このように噴霧角が広がりすぎると、噴霧が燃焼室壁面を這うような状態で広がり、混合気の均質化が損なわれるおそれがある。そこで、ノズルボディ 131 の、噴孔 133 が開口した周囲を燃焼室側に突出させることによってコアンダ効果を抑制する。この結果、噴霧角の広がりを抑制することができ、安定して混合気の均質化を図ることができる。

実施例 8

[0066] つぎに、実施例 8 について図 15 を参照しつつ説明する。図 15 は、実施例 8 の燃料噴射弁 150 の先端部分を示す説明図である。燃料噴射弁 150 の基本的な構成は、実施例 7 の燃料噴射弁 130 と共通する。すなわち、燃料噴射弁 150 は、ノズルボディ 151、ニードル 152、噴孔 153 及びシート部 154 を備える。また、燃料噴射弁 150 には、燃料導入路 156 が形成されている。また、燃料噴射弁 150 は、旋回流生成部 152a、螺旋溝 152b を備える点においても燃料噴射弁 130 と共通する。また、旋回増速部 155 を備える点も共通する。さらに、燃料噴射弁 150 のノズルボディ 151 は、噴孔 153 が開口した周囲を燃焼室側に突出させた形状となっている点でも、燃料噴射弁 130 と共通する。ただし、その具体的な形状において両者は相違する。すなわち、燃料噴射弁 130 が、ノズルボディ 131 の先端に向かって外径が縮径するテーパ面 131a を備えているのに対し、燃料噴射弁 150 は、凸部 151a を備えている。このような凸部 1

51aを備えた燃料噴射弁150も、燃料噴射弁130と同様にコアンダ効果を抑制することができる。この結果、噴霧角の広がりを抑制し、安定して混合気の均質化を図ることができる。

実施例 9

[0067] 実施例9では、燃料噴射弁の各部の諸元について、図16乃至図19を参照しつつ説明する。図16は、燃料噴射弁30の各部の寸法の一例を示す説明図である。図17は、螺旋溝角 θ と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの一例である。図18は、最小絞り部の径 D_h の螺旋径 D_s に対する比と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの一例である。図19は、螺旋溝面積 A_g の最小絞り部の流路面積 A_h に対する比と気泡の圧壊時間との関係を示すグラフの1例である。なお、本実施例では、実施例1で説明した燃料噴射弁30を用いて各部の諸元を説明しているが、他の実施例においても同様の諸元を採用することができる。

[0068] ここでは、エンジン1000が車両用であることを考慮し、一般的な車両エンジンのボア径が180mm以下であることを考慮して諸元を決定することとする。また、諸元は、燃焼室の中央に装着された燃料噴射弁30の噴孔33から噴射された微細気泡がボア壁に到達する以前に圧壊するように決定される。ボア径が180mmである場合は、噴射された噴霧がボア壁に到達するまでに6msであるため、噴孔33から噴射後6ms以内に微細気泡が圧壊することが要求される。これを考慮して諸元が決定される。各諸元は一定の範囲を備えており、適用されるエンジン1000の諸元に応じて適宜変更することができる。例えば、ボア径が90mmであれば、ボア壁に到達する時間は半分の3msとなるため、圧壊時間が3ms以下となるように各諸元が決定される。なお、ボア壁への到達時間は、燃圧2MPaで、噴霧初速が約45m/sであり、平均噴霧速度は約15m/sとして算出している。

[0069] <<螺旋溝角 θ >>

まず、螺旋溝角度 θ の範囲について説明する。螺旋流生成部32aは、螺旋溝32bを備えている。ここで、この螺旋溝32bがニードル32の摺動

方向（中心軸AX方向）との直交する方向PLとの角度を螺旋溝角 θ とする。図17を参照すると、圧壊時間6msとなる螺旋溝角 θ は、

$$0 < \theta \leq 49^\circ$$

となる。なお、圧壊時間を3ms以下に設定したい場合は、 $0 < \theta \leq 42^\circ$ 程度に設定すればよい。

[0070] <<最小絞り部の径 D_h の螺旋径 D_s に対する比>>

実施例の燃料噴射弁30において、最小絞り部の径 D_h は、噴孔径に相当する。螺旋径 D_s は、旋回流生成部32aの径に相当する。図18を参照すると、圧壊時間6msとなる最小絞り部の径 D_h の螺旋径 D_s に対する比は、7~19%である。

[0071] 旋回流が $1 / (D_h / D_s)^2$ の比率で増速されながら螺旋溝32bから噴孔33へと流入する。これにより旋回中央部に負圧が発生し、燃料室内の既燃ガスを吸入して気柱を発生させる。

[0072] <<螺旋溝面積 A_g と最小絞り部の流路面積 A_h との比>>

螺旋溝面積 A_g は図16に示すように螺旋溝32bの燃料流路面積である。最小絞り部の流路面積 A_h は、噴孔33の流路面積である。図19を参照すると、圧壊時間6msとなる螺旋溝面積 A_g と最小絞り部の流路面積 A_h との比は、0.4~1.3である。

[0073] 以上、説明したように諸元を決定することができる。各諸元は、求められる圧壊時間を実現できるように設定することができる。なお、燃圧が上昇すれば気泡径は小さくなるので、諸元の許容範囲が広がる。

[0074] 上記実施例は本発明を実施するための一例にすぎない。よって本発明はこれらに限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、変更が可能である。例えば、上記実施例は、いずれもニードルに螺旋溝を備えた旋回流生成部を有していたが、例えば、図20に示すようにノズルボディ161の内周壁に螺旋溝161aを設け、これにより、燃料の旋回流を発生させるようにしてもよい。

符号の説明

[0075] 1 エンジンシステム

30、50、70、90、110、130、150 燃料噴射弁

31、51、71、91、111、131、151、161 ノズルボデー

イ

32、52、72、92、112、132 ニードル

131b 先端突出部

32a、52a、72a、92a、112a、132a 旋回流生成部

32b、52b、72b、92b、112b、132b、161a 螺旋

溝

92c 貯気室

33、53、73、93、113、133、153 噴孔（最小絞り部）

34、54、74、94、114、134、154 シート部

35、55、75、95、115、135、155 旋回増速部

36、56、76、96、116、136、156 燃料導入路

117 多孔質部材

117a 開口

117b 燃焼室側先端部

120、121 噴霧軌跡

1000 エンジン

AP 気柱

f1 燃料流

f2 気泡混入流

fs 旋回流

 θ 旋回溝角

Ag 螺旋溝面積

Ds 螺旋径

Dh 最小絞り径（噴孔径）

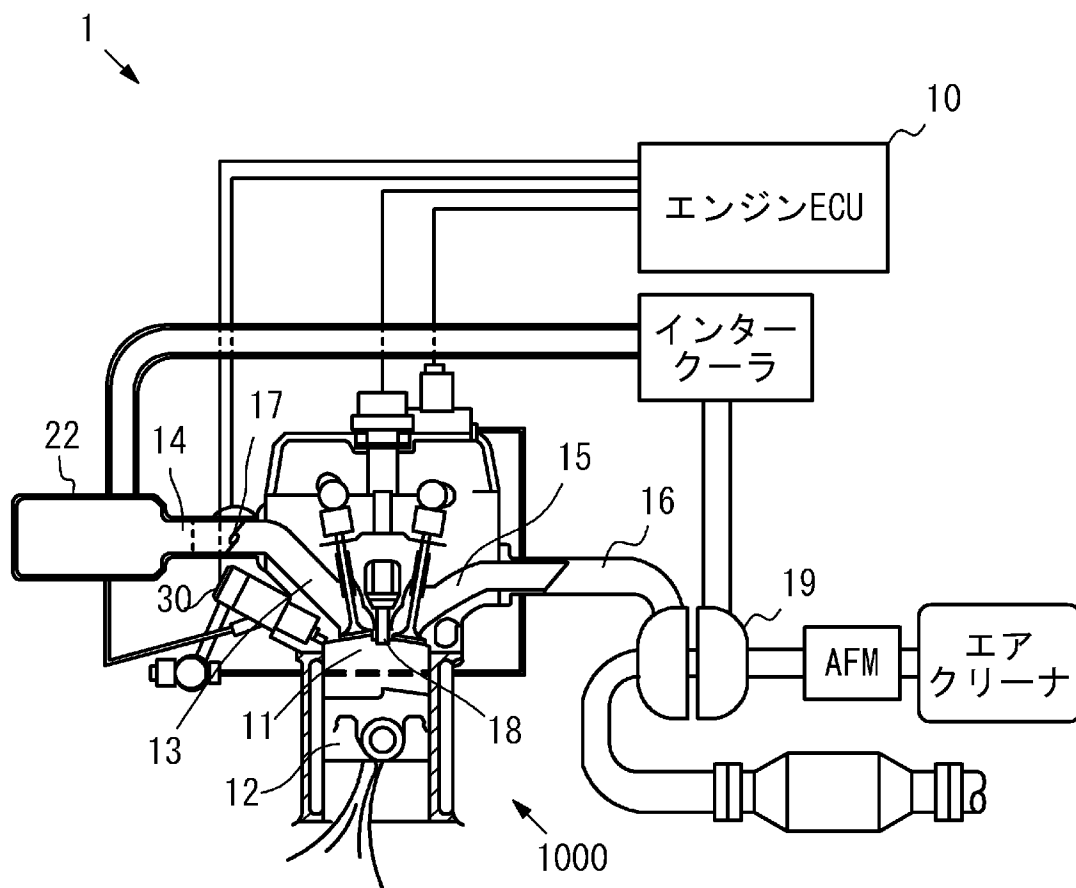
Ah 最小絞り部の流路面積（噴孔面積）

請求の範囲

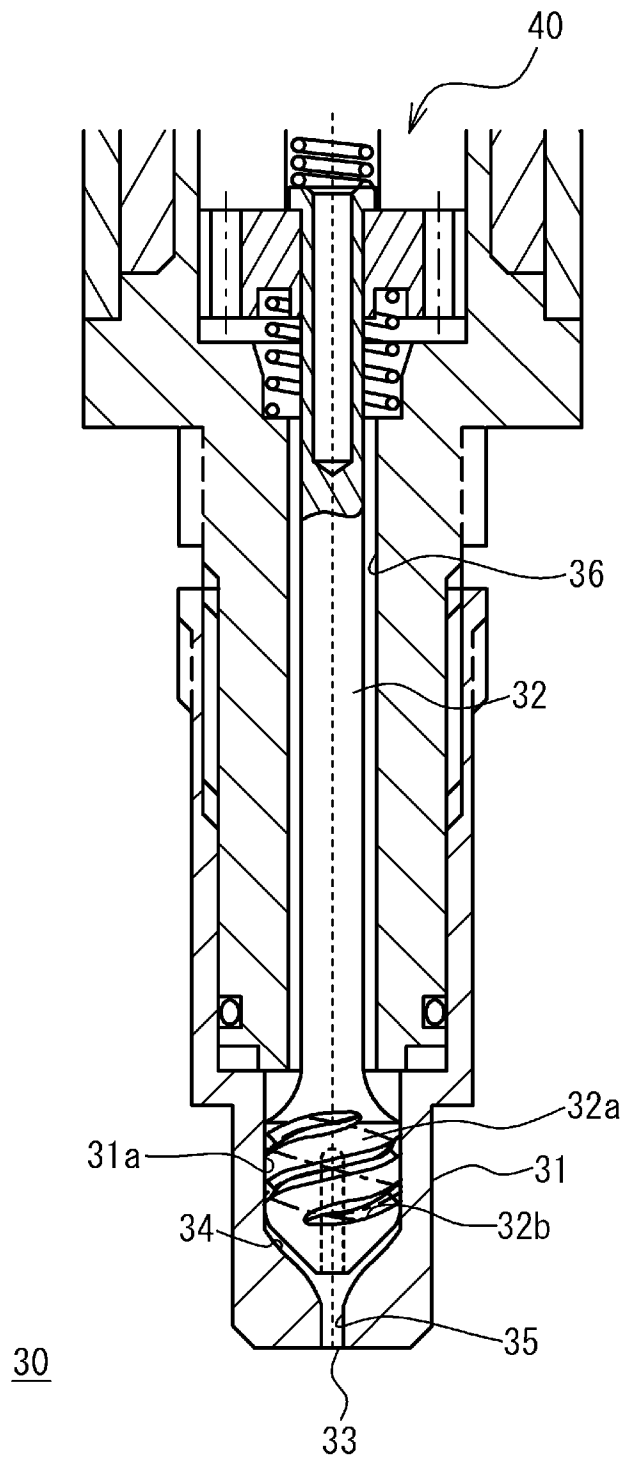
- [請求項1] 先端部に噴孔が設けられたノズルボディと、
前記ノズルボディ内に摺動自在に配置され、前記ノズルボディとの間に燃料導入路を形成するとともに、前記ノズルボディ内のシート部に着座するニードルと、
前記シート部よりも上流側に設けられ、前記燃料導入路から導入される燃料に前記ニードルの摺動方向に対して旋回する流れを付与する旋回流生成部と、
前記シート部よりも下流側に設けられ、前記旋回流生成部において生成された旋回流の旋回速度を増大させつつ前記噴孔へ燃料を供給する旋回増速部と、を備えたことを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項2] 前記旋回増速部は、前記シート部よりも下流部に位置する最小絞り部に向かって内周径が縮径して形成されたことを特徴とする請求項1記載の燃料噴射弁。
- [請求項3] 前記噴孔は、前記ニードルと対向する位置に設けられ、前記ニードルは、燃焼室側先端部に前記噴孔と対向する貯気室を備えたことを特徴とする請求項1又は2記載の燃料噴射弁。
- [請求項4] 前記ニードルは、燃焼室側先端部に多孔質部材を備え、当該多孔質部材は、前記噴孔に向かって延びるとともに、前記噴孔と対向する開口を備えたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項記載の燃料噴射弁。
- [請求項5] 前記多孔質部材の燃焼室側先端部の外径は、先端に向かうに従って縮径されていることを特徴とする請求項4記載の燃焼噴射弁。
- [請求項6] 前記ノズルボディは、前記噴孔が開いた周囲を燃焼室側に突出させたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項記載の燃料噴射弁。
- [請求項7] 前記旋回流生成部は、螺旋溝を備え、当該螺旋溝の前記ニードルの摺動方向と直交する方向との角度 θ は、 $0 < \theta \leq 49^\circ$ であり、前記

最小絞り部の径は、前記旋回流生成部の径の7～19%であり、前記螺旋溝の燃料流路面積と前記最小絞り部の流路面積との比は、0.4～1.3であることを特徴とした請求項1乃至6のいずれか一項記載の燃料噴射弁。

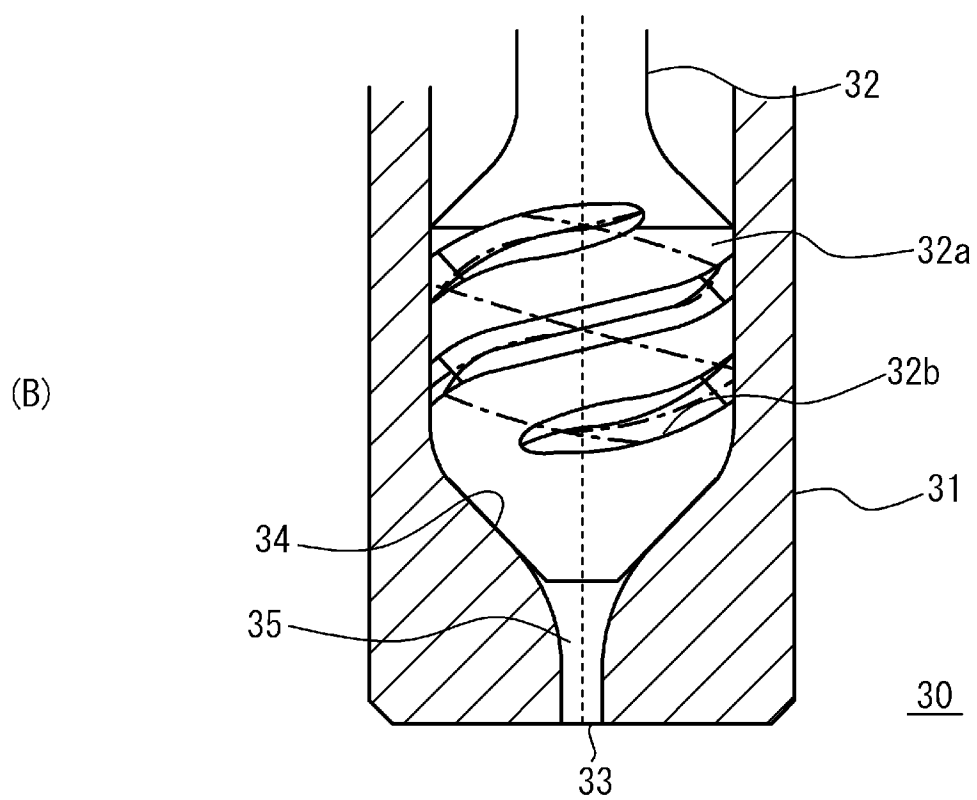
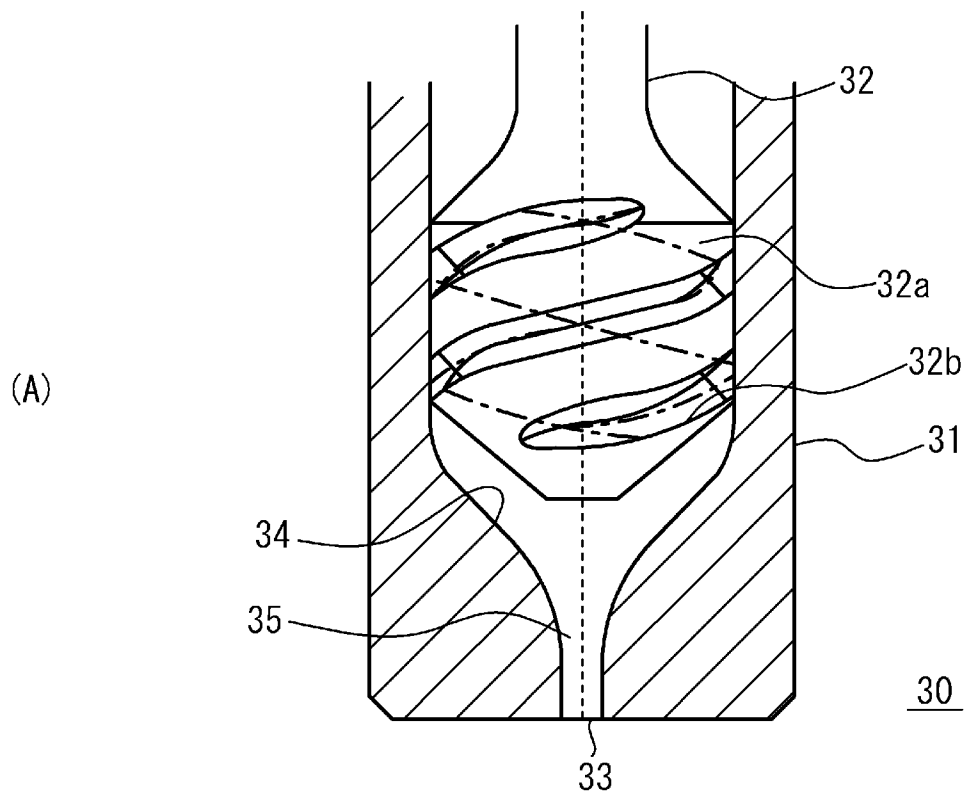
[図1]



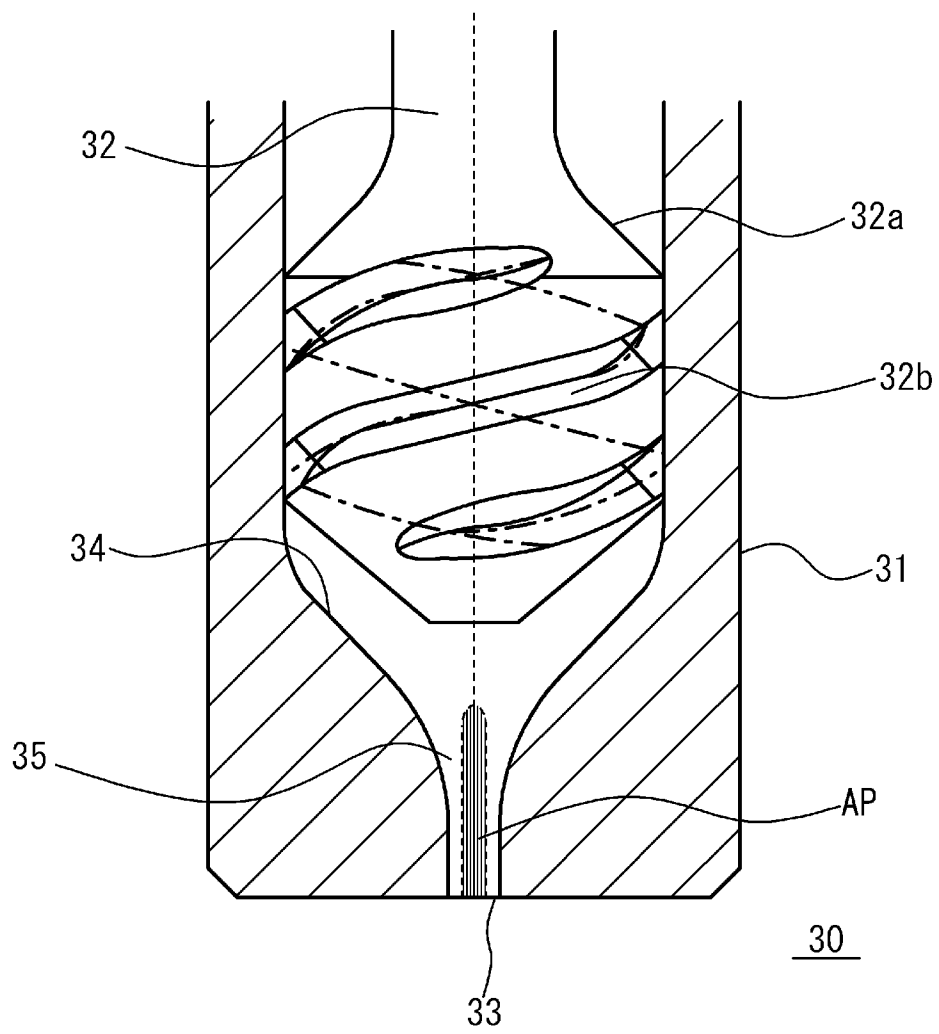
[図2]



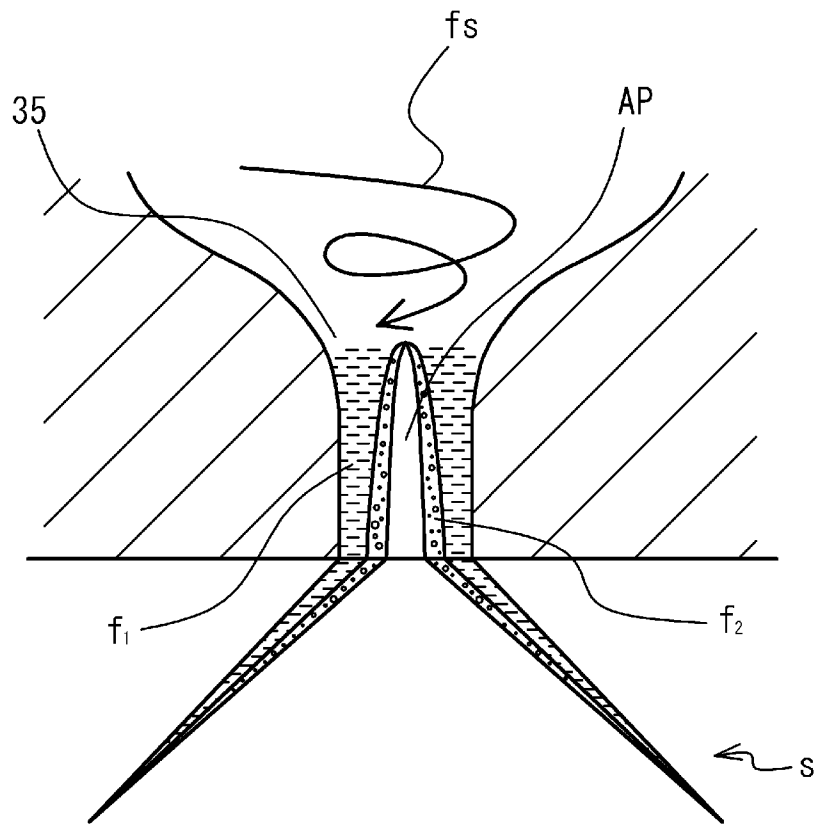
[図3]



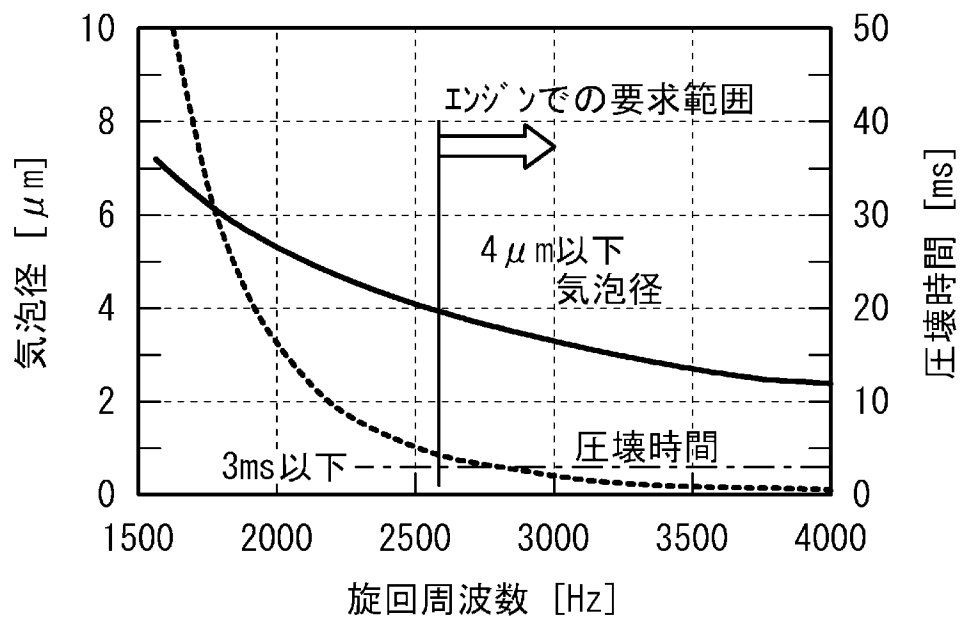
[図4]



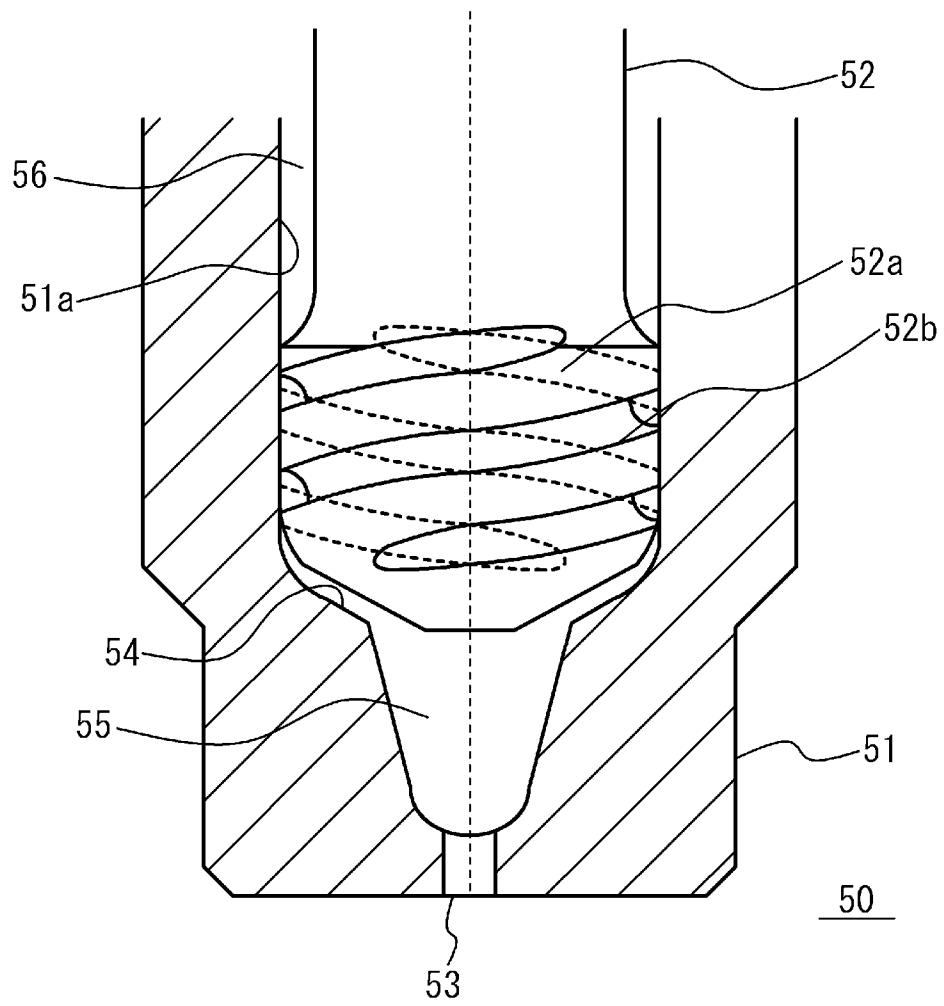
[図5]



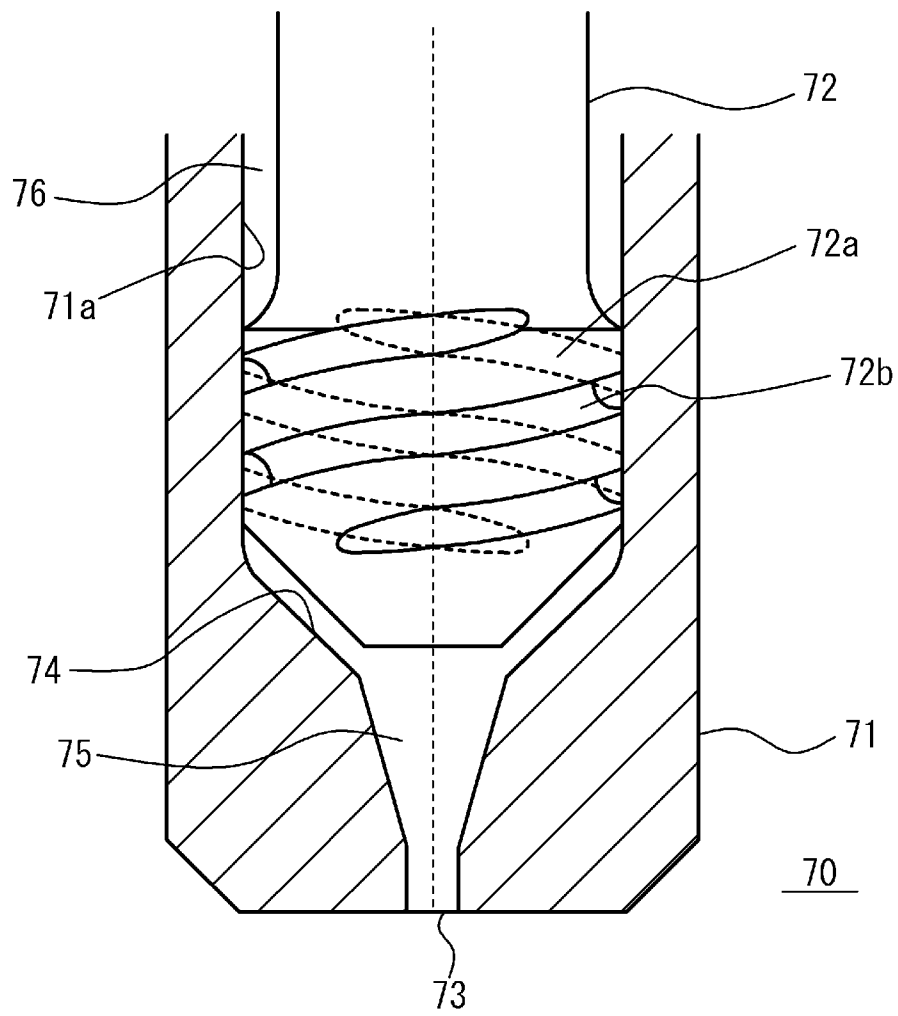
[図6]



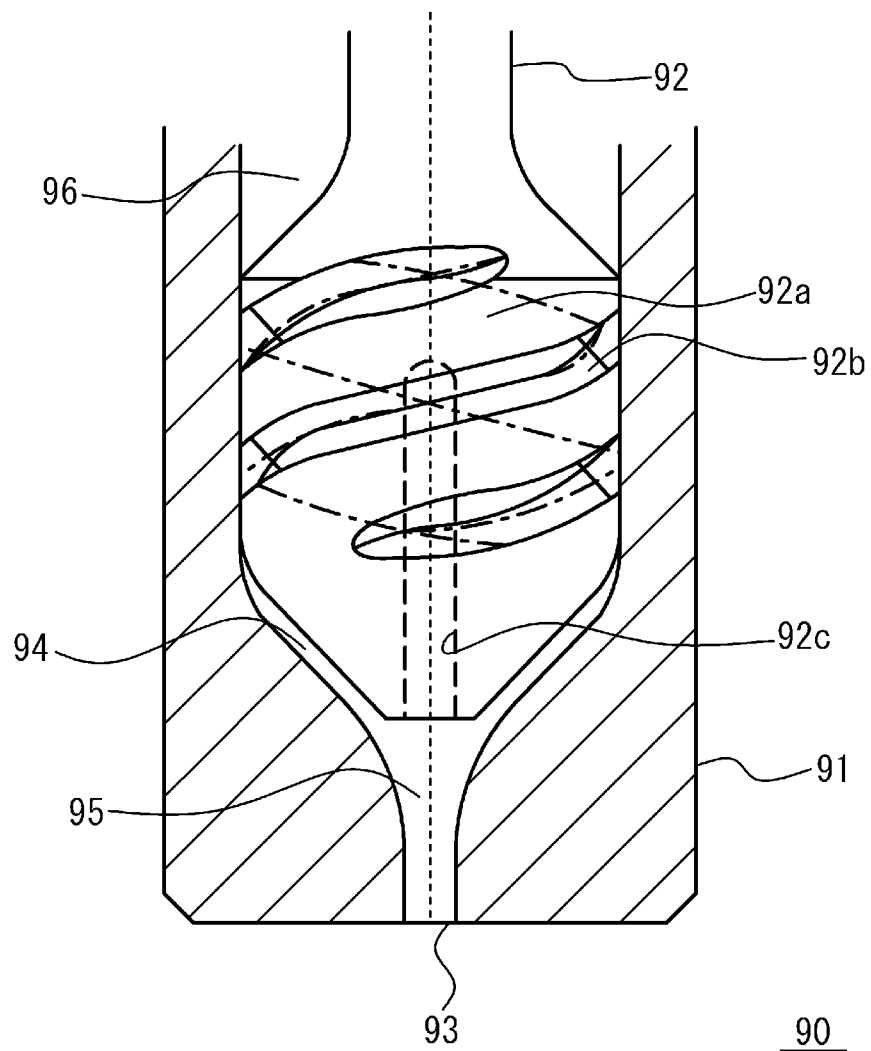
[図7]



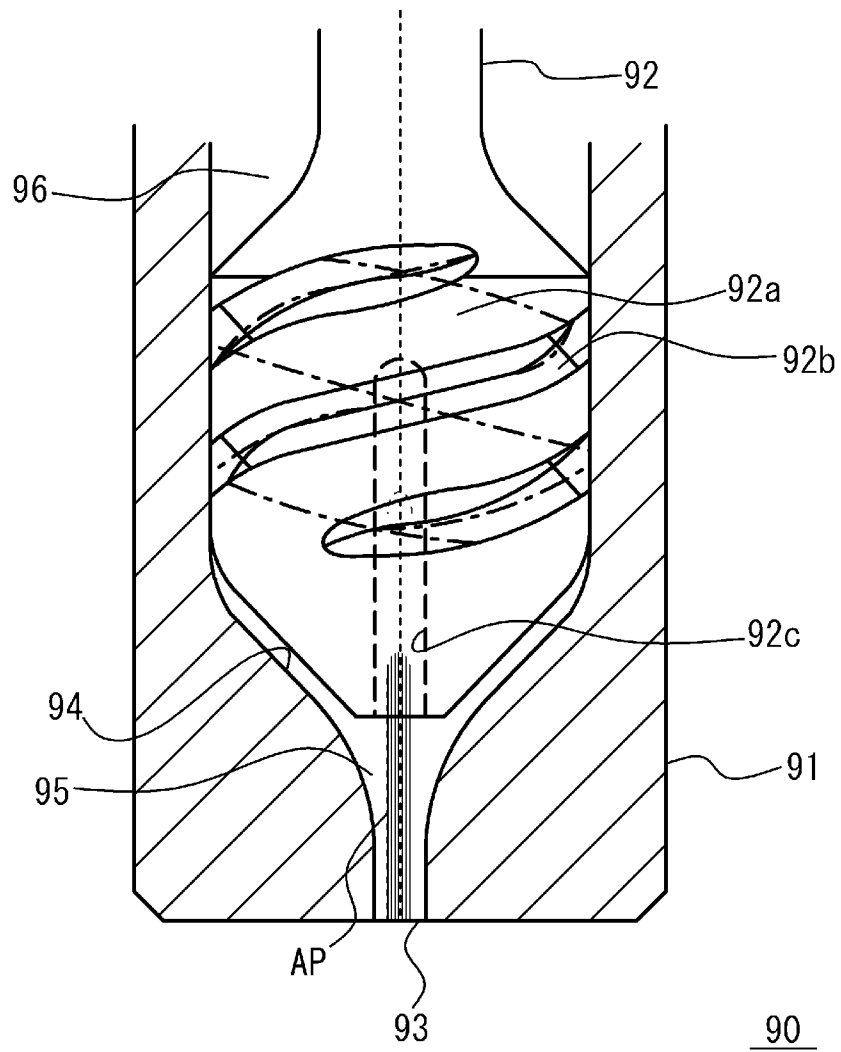
[図8]



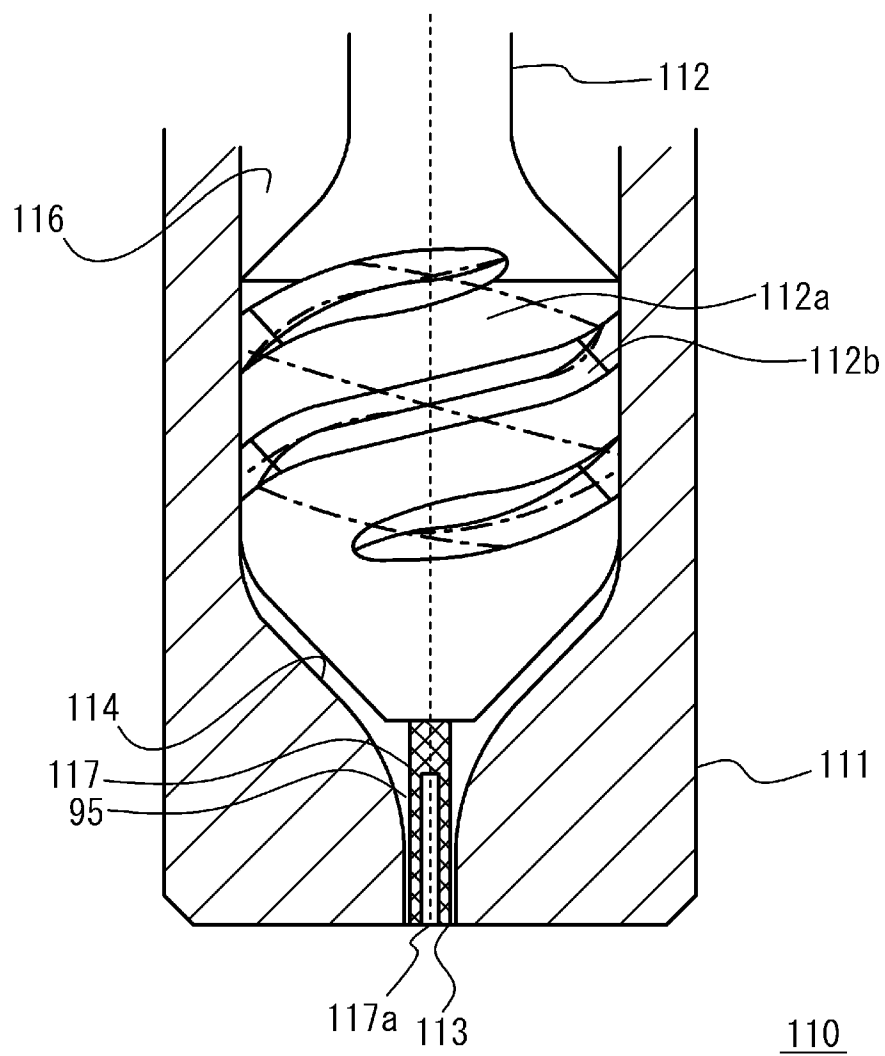
[図9]



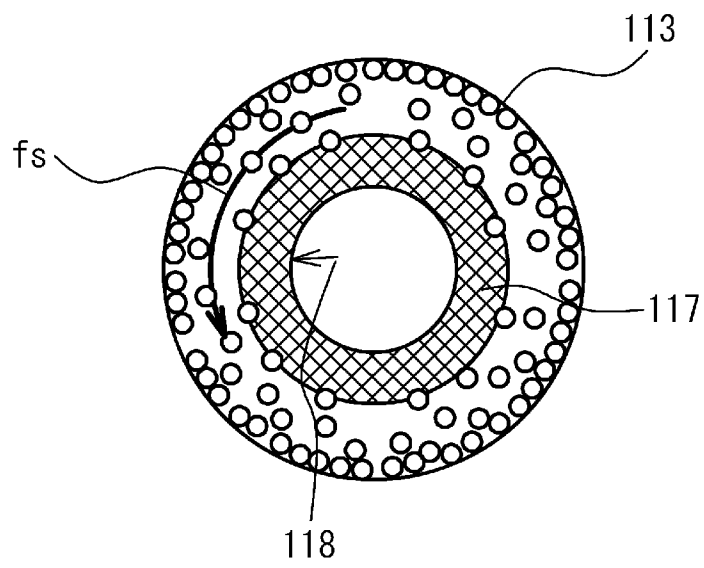
[図10]



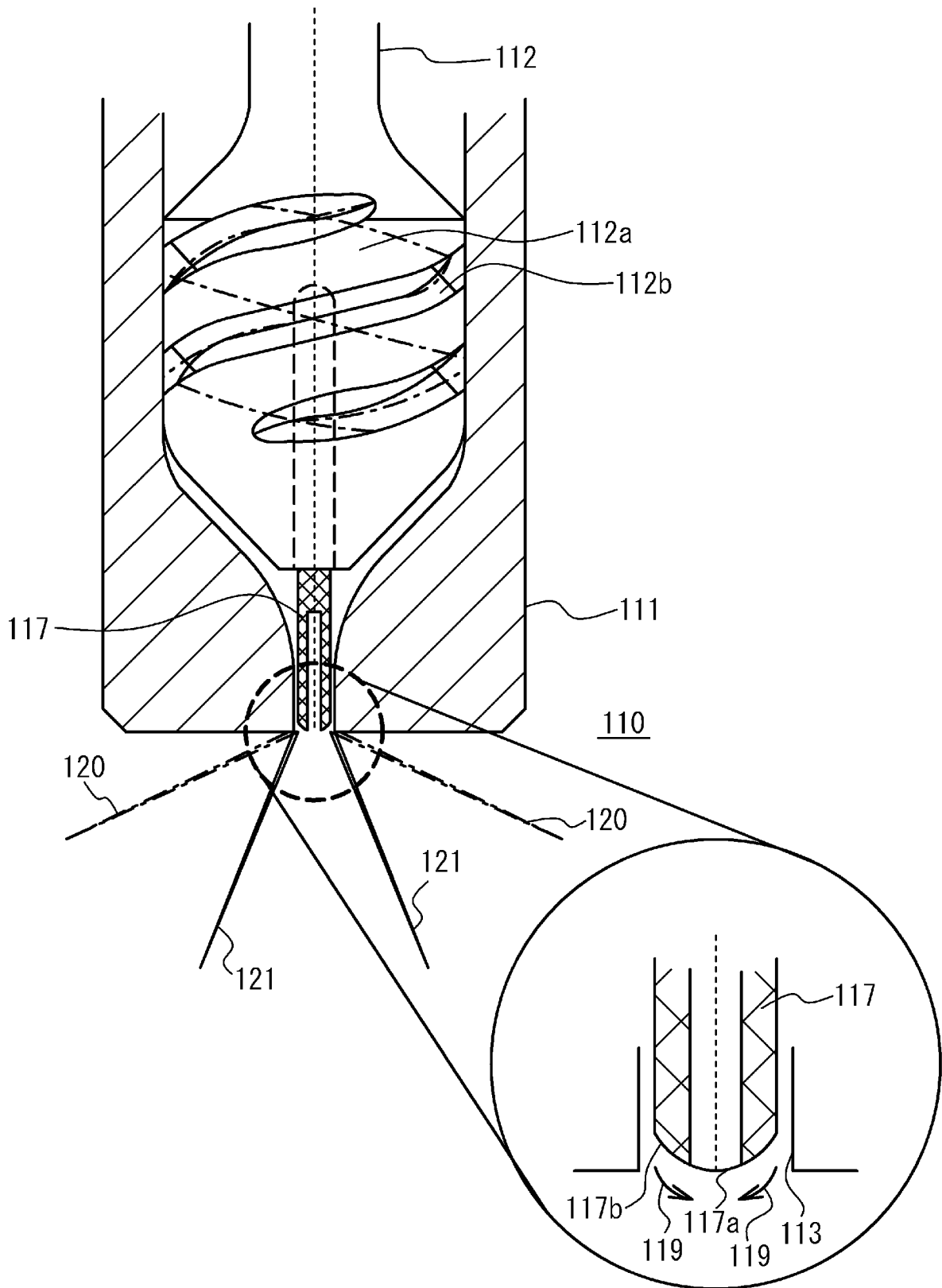
[図11]



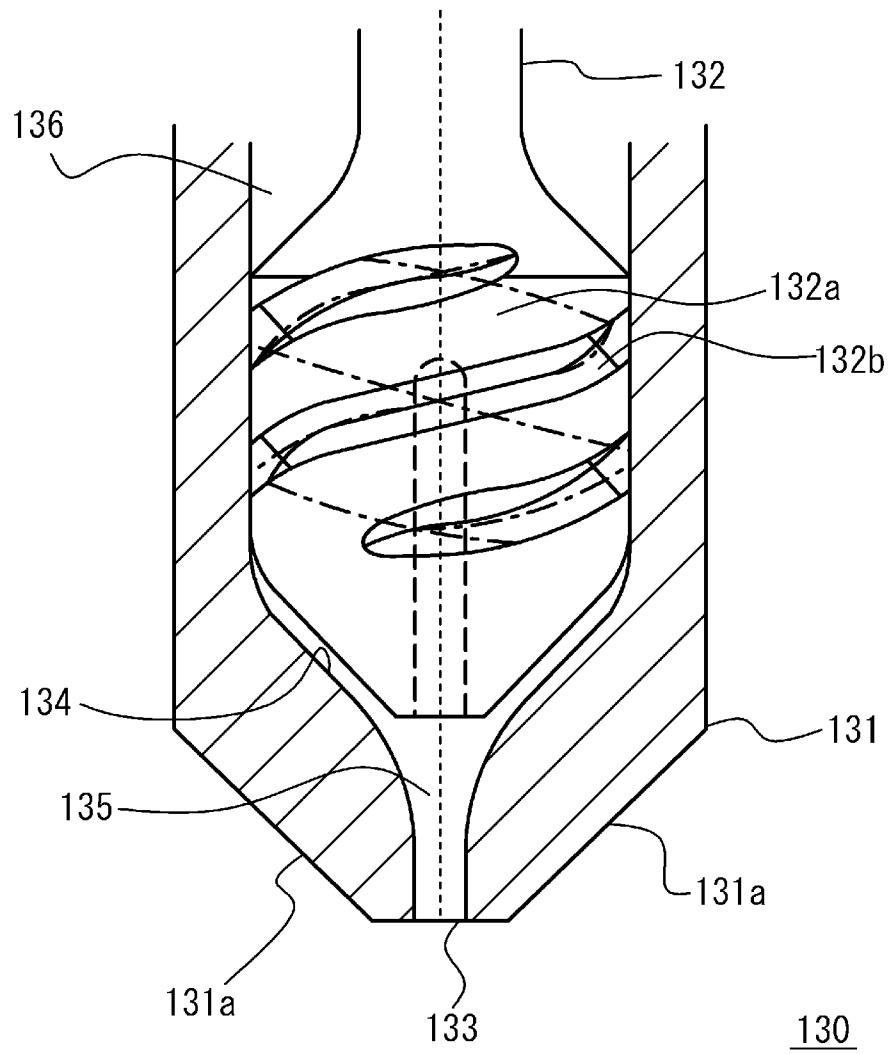
[図12]



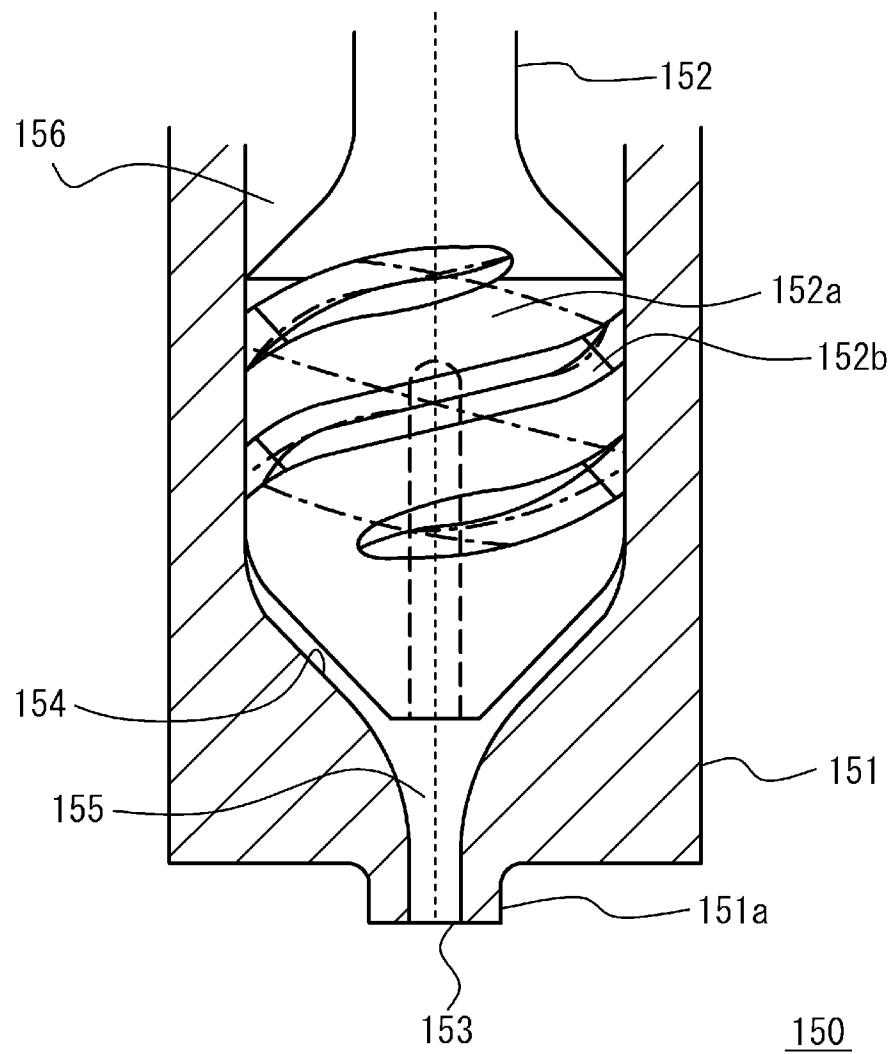
[図13]



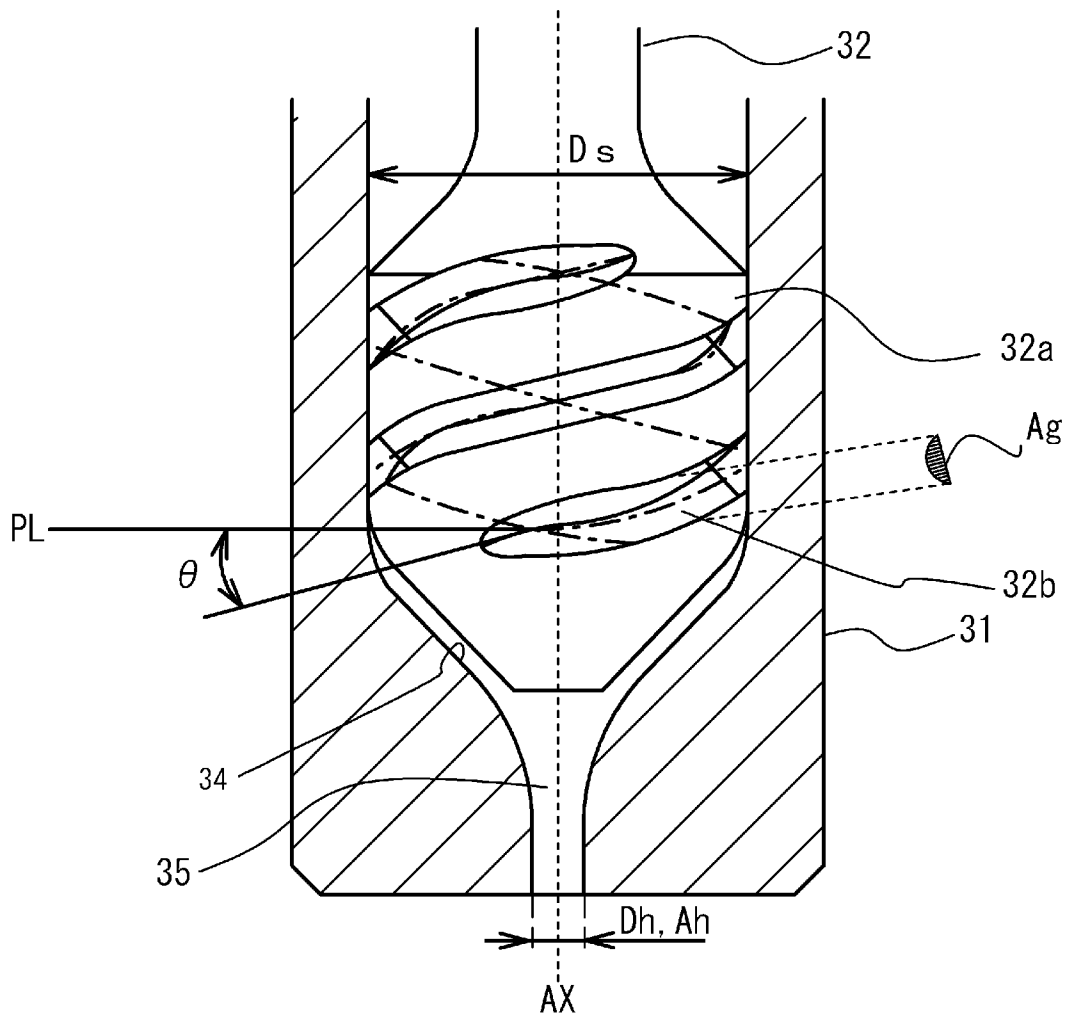
[図14]



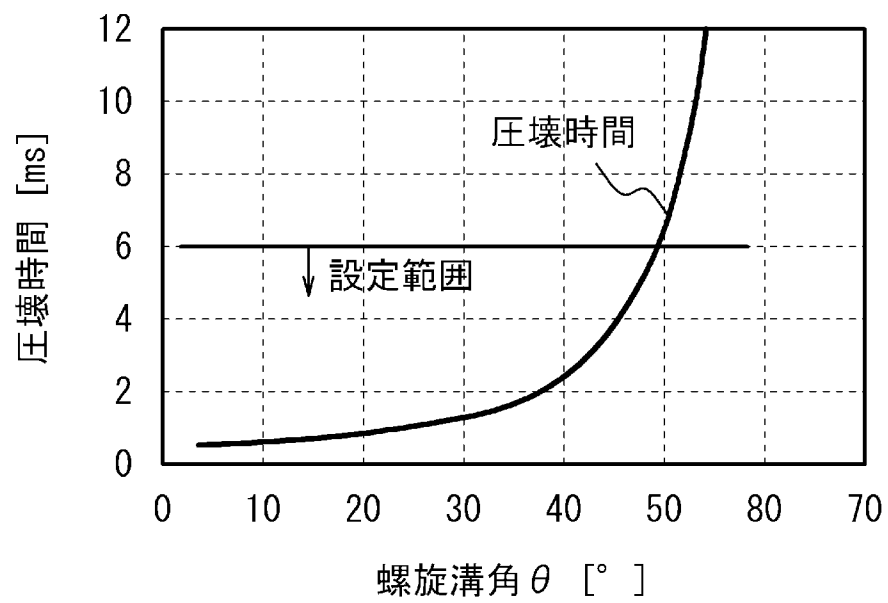
[図15]



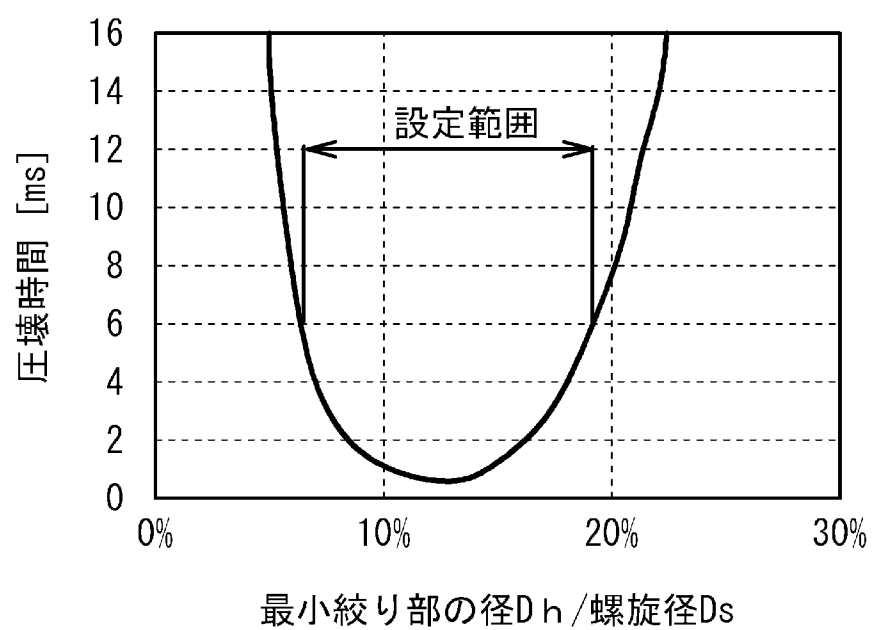
[圖16]



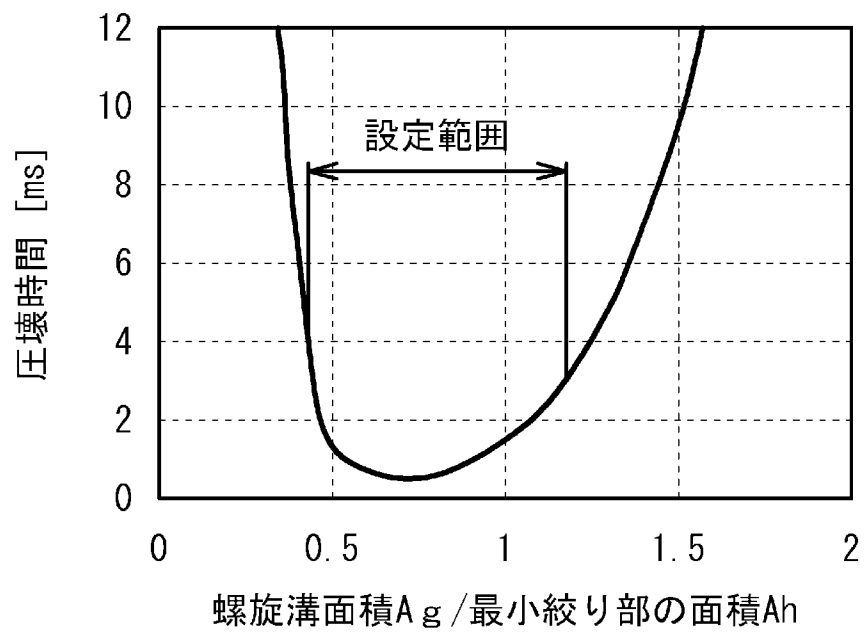
[図17]



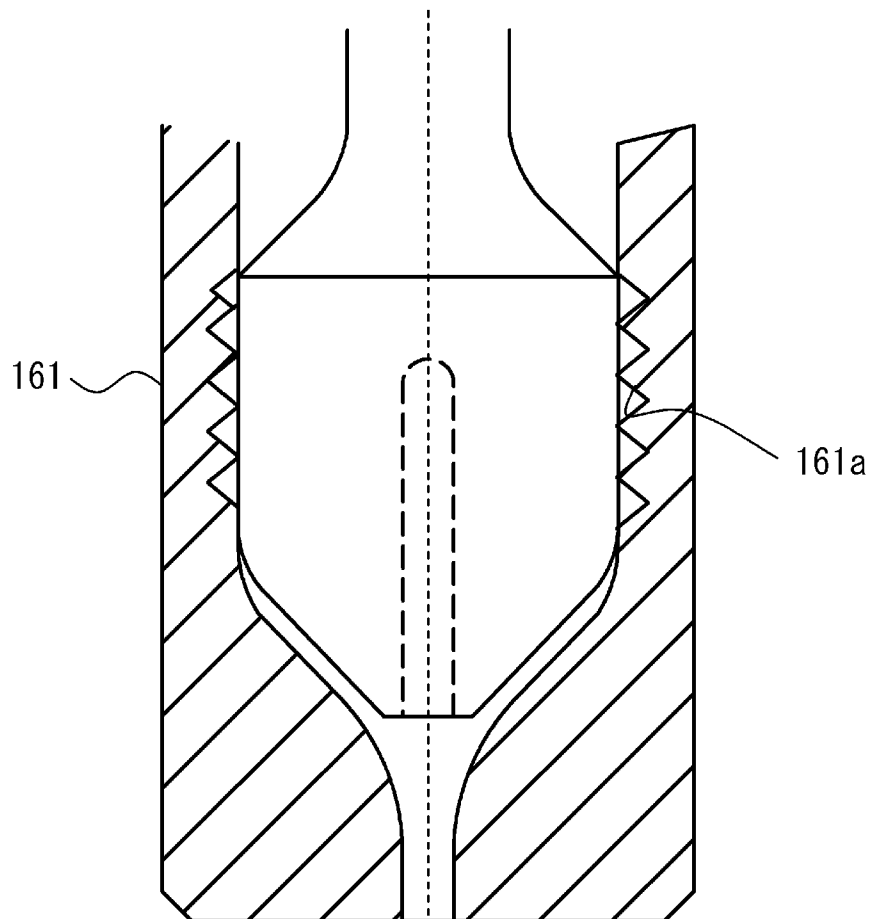
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 10-184497 A (Zexel Corp.), 14 July 1998 (14.07.1998), paragraphs [0006] to [0011]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-2 3, 6-7 4-5
X	WO 2007/013165 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 01 February 2007 (01.02.2007), paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1 to 4 & US 2008/0185460 A1 & EP 1811168 A1	1
Y	JP 2004-506138 A (Robert Bosch GmbH), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0019] to [0020]; fig. 1 & US 2003/0019465 A1 & EP 1307652 A & WO 2002/012720 A1 & DE 10038097 A & CZ 20021156 A & CN 1386170 A	3, 6-7

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
04 March, 2011 (04.03.11)

Date of mailing of the international search report
15 March, 2011 (15.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072940

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/091536 A1 (Mikuni Corp.), 16 August 2007 (16.08.2007), paragraph [0037]; fig. 5 (Family: none)	6-7
Y	JP 2006-177174 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraphs [0029] to [0044]; fig. 3 to 4 & US 2006/0131447 A1	7
A	JP 2003-307165 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 October 2003 (31.10.2003), paragraphs [0034] to [0035]; fig. 16 (Family: none)	4-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 155264/1985 (Laid-open No. 64868/1987) (Toyota Motor Corp.), 22 April 1987 (22.04.1987), page 10, line 9 to page 11, line 6; fig. 1 to 2 & US 4693227 A	4-7

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

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

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	JP 10-184497 A (株式会社ゼクセル)	1-2
Y	1998.07.14, 段落【0006】 - 【0011】, 第1-4図	3,6-7
A	(ファミリーなし)	4-5
X	WO 2007/013165 A1 (三菱電機株式会社) 2007.02.01, 段落【0017】 - 【0023】, 第1-4図 & US 2008/0185460 A1 & EP 1811168 A1	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、一般的な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

04.03.2011

国際調査報告の発送日

15.03.2011

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)

岩谷 一臣

3G

4759

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 2004-506138 A (ローベルト ボツシユ ゲゼルシヤフト ミツ ト ベシユレンクテル ハフツング) 2004.02.26, 段落【0019】 - 【0020】, 第1図 & US 2003/0019465 A1 & EP 1307652 A & WO 2002/012720 A1 & DE 10038097 A & CZ 20021156 A & CN 1386170 A	3,6-7
Y	WO 2007/091536 A1 (株式会社ミクニ) 2007.08.16, 段落【0037】, 第5図 (ファミリーなし)	6-7
Y	JP 2006-177174 A (株式会社豊田中央研究所) 2006.07.06, 段落【0029】 - 【0044】, 第3-4図 & US 2006/0131447 A1	7
A	JP 2003-307165 A (三菱電機株式会社) 2003.10.31, 段落【0034】 - 【0035】, 第16図 (ファミリーなし)	4-7
A	日本国実用新案登録出願60-155264号(日本国実用新案登録出願公開 62-64868号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(トヨタ自動車株式会社) 1987.04.22, 第10頁第9行-第11頁第6行, 第1-2図 & US 4693227 A	4-7