

明 細 書

発明の名称 : 燃料噴射装置

関連出願の相互参照

[0001] 本願は、2016年1月19日に出願された日本国特許出願第2016-007917号に基づくものであり、この開示をもってその内容を本明細書中に開示したものとする。

技術分野

[0002] 本開示は、燃料を噴射する燃料噴射装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、複数の噴孔を有する燃料噴射装置が知られている。特許文献1には、すべての噴孔の内壁が円筒状、すなわち、ストレート形状の燃料噴射装置が記載されている。

[0004] 特許文献1の燃料噴射装置では、燃料噴射装置のノズル部の軸と噴孔の中心軸との成す角度である噴射角は、すべての噴孔で同じに設定されている。そのため、例えば燃料噴射装置を燃焼室の側方に設けるサイド搭載とした場合、特定の噴孔から点火装置に向けて燃料を噴射しつつ、他の噴孔からピストンに向けて燃料を噴射するのが困難である。

[0005] また、特許文献1の燃料噴射装置では、すべての噴孔の穴径がそれぞれ異なるように形成されている。そのため、穴径が小さい噴孔から噴射される燃料の噴霧は、貫徹力が大きく、点火装置または燃焼室の内壁等に付着するおそれがある。燃料噴霧が燃焼室の内壁に付着すると、オイル希釈を招くおそれがある。また、穴径が大きい噴孔から噴射される燃料の噴霧は、貫徹力が小さく、燃焼室内のタンブル流によって押し戻され、均質な混合気の生成が困難になるおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許出願公開第2012/0305674号明細書

発明の概要

- [0007] 本開示は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の噴孔間で、燃料の噴射角に応じて燃料噴霧の貫徹力を異なる大きさに設定可能な燃料噴射装置を提供することにある。
- [0008] 本開示の燃料噴射装置は、ノズル部を備えている。
- [0009] ノズル部は、内側に燃料通路を形成するノズル筒部、ノズル筒部の一端を塞ぐノズル底部、および、ノズル底部のノズル筒部側の面とノズル筒部とは反対側の面とを接続し燃料通路内の燃料を噴射する複数の噴孔を有している。
- [0010] 噴孔は、1つの第1噴孔および1つの第2噴孔からなる噴孔組を少なくとも1つ含んでいる。
- [0011] 第1噴孔は、ノズル底部のノズル筒部側の面に形成された第1入口開口部、ノズル底部のノズル筒部とは反対側の面に形成された第1出口開口部、および、第1入口開口部と第1出口開口部とを接続し第1入口開口部側から第1出口開口部側へ向かうに従い中心軸である第1中心軸から離れるようテーパ状に形成された第1噴孔内壁を有している。
- [0012] 第2噴孔は、ノズル底部のノズル筒部側の面に形成された第2入口開口部、ノズル底部のノズル筒部とは反対側の面に形成された第2出口開口部、および、第2入口開口部と第2出口開口部とを接続し第2入口開口部側から第2出口開口部側へ向かうに従い中心軸である第2中心軸から離れるようテーパ状に形成された第2噴孔内壁を有している。
- [0013] 第1噴孔内壁および第2噴孔内壁は、テーパ状に形成されているため、第1噴孔または第2噴孔から噴射された燃料の噴霧は、第1中心軸または第2中心軸から離れるようにして拡がる。これにより、燃料噴霧の貫徹力を小さくしつつ、燃料噴霧の微粒化を図ることができる。
- [0014] 本開示では、ノズル筒部の軸と第1中心軸との成す角度である第1噴射角を θ_{i1} (deg)、ノズル筒部の軸と第2中心軸との成す角度である第2噴射角を θ_{i2} (deg)、第1噴孔の第1中心軸をすべて含む仮想平面に

よる断面において第1噴孔内壁の輪郭が成す角度である第1テーパ角を θ_{t1} (deg)、第2噴孔の第2中心軸をすべて含む仮想平面による断面において第2噴孔内壁の輪郭が成す角度である第2テーパ角を θ_{t2} (deg)とすると、第1噴孔および第2噴孔は、 $\theta_{i1} < \theta_{i2}$ 、 $\theta_{t1} > \theta_{t2}$ の関係を満たすよう形成されている。そのため、相対的に噴射角の小さい第1噴孔から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい第2噴孔から噴射される燃料噴霧の貫徹力より小さくすることができる。これにより、複数の噴孔間で、燃料の噴射角に応じて燃料噴霧の貫徹力を異なる大きさに設定することができる。

[0015] したがって、例えば燃料噴射装置を内燃機関の燃焼室の側方に設けるサイド搭載とした場合、第1噴孔から点火装置側に向けて燃料を噴射しつつ、第2噴孔からピストン側に向けて燃料を噴射することができる。また、点火装置側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が小さいため、点火装置を越えて燃焼室の内壁に付着するのを抑制することができる。また、ピストン側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が大きいため、燃焼室内のタンブル流によって押し戻されることなく、均質な混合気の生成が可能になる。

図面の簡単な説明

[0016] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[0017] [図1]本開示の第1実施形態による燃料噴射装置を示す断面図。

[図2]本開示の第1実施形態による燃料噴射装置を内燃機関に適用した状態を示す図。

[図3]本開示の第1実施形態による燃料噴射装置の噴孔、および、その近傍を示す断面図。

[図4]図3を矢印IV方向から見た図。

[図5]本開示の第2実施形態による燃料噴射装置を内燃機関に適用した状態を示す図。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本開示の複数の実施形態を図に基づいて説明する。なお、複数の実施形態において、実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0019] (第1実施形態)

[0020] 本開示の第1実施形態による燃料噴射装置を図1に示す。燃料噴射装置1は、例えば内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、単に「エンジン」という）80に適用され、燃料としてのガソリンを噴射しエンジン80に供給する（図2参照）。

[0021] 図2に示すように、エンジン80は、円筒状のシリンダブロック81、ピストン82、シリンダヘッド90、吸気弁95、排気弁96等を備えている。ピストン82は、シリンダブロック81の内側で往復移動可能に設けられている。シリンダヘッド90は、シリンダブロック81の開口端を塞ぐよう設けられている。シリンダブロック81の内壁とシリンダヘッド90の壁面とピストン82との間には、燃焼室83が形成されている。燃焼室83は、ピストン82の往復移動に伴い容積が増減する。

[0022] シリンダヘッド90は、インテークマニホールド91およびエキゾーストマニホールド93を有している。インテークマニホールド91には、吸気通路92が形成されている。吸気通路92は、一端が大気側に開放されており、他端が燃焼室83に接続している。吸気通路92は、大気側から吸入された空気（以下、「吸気」という）を燃焼室83に導く。

[0023] エキゾーストマニホールド93には、排気通路94が形成されている。排気通路94は、一端が燃焼室83に接続しており、他端が大気側に開放されている。排気通路94は、燃焼室83で生じた燃焼ガスを含む空気（以下、「排気」という）を大気側へ導く。

[0024] 吸気弁95は、図示しない駆動軸に連動して回転する従動軸のカムの回転により往復移動可能なようシリンダヘッド90に設けられている。吸気弁95は、往復移動することで燃焼室83と吸気通路92との間を開閉可能である。排気弁96は、カムの回転により往復移動可能なようシリンダヘッド9

０に設けられている。排気弁９６は、往復移動することで燃焼室８３と排気通路９４との間を開閉可能である。

[0025] 本実施形態では、燃料噴射装置１は、インテークマニホールド９１の吸気通路９２のシリンダブロック８１側に搭載される。燃料噴射装置１は、軸が燃焼室８３の軸に対し傾斜するよう、または、振れの関係となるよう設けられる。本実施形態では、燃料噴射装置１は、燃焼室８３の側方に設けられる。すなわち、燃料噴射装置１は、エンジン８０にサイド搭載されて使用される。

[0026] また、シリンダヘッド９０の吸気弁９５と排気弁９６との間、すなわち、燃焼室８３の中央に対応する位置に点火装置としての点火プラグ９７が設けられる。点火プラグ９７は、燃料噴射装置１から噴射される燃料が直接付着しない位置であって、燃料と混合された可燃空気に着火可能な位置に設けられる。このように、エンジン８０は、直噴式のガソリンエンジンである。

[0027] 燃料噴射装置１は、複数の噴孔１３が燃焼室８３の径方向外側の部分に露出するよう設けられる。燃料噴射装置１には、図示しない燃料ポンプにより燃料噴射圧相当に加圧された燃料が供給される。燃料噴射装置１の複数の噴孔１３から、円錐状の噴霧Ｆｏが燃焼室８３内に噴射される。

[0028] 次に、燃料噴射装置１の基本的な構成について、図１に基づき説明する。

[0029] 燃料噴射装置１は、ノズル部１０、ハウジング２０、ニードル３０、可動コア４０、固定コア４１、弁座側付勢部材としてのスプリング４３、コイル４４等を備えている。

[0030] ノズル部１０は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により形成されている。ノズル部１０は、所定の硬度を有するよう焼入れ処理が施されている。図１に示すように、ノズル部１０は、ノズル筒部１１、ノズル底部１２、噴孔１３、および、弁座１４を有している。

[0031] ノズル筒部１１は筒状に形成されている。ノズル底部１２は、ノズル筒部１１の一端を塞いでいる。噴孔１３は、ノズル底部１２のノズル筒部１１側の面１２１すなわち内壁と、ノズル筒部１１とは反対側の面１２２すなわち

外壁とを接続するよう形成されている（図３参照）。噴孔１３は、ノズル底部１２に複数形成されている。本実施形態では、噴孔１３は、６つ形成されている（図４参照）。弁座１４は、ノズル底部１２のノズル筒部１１側において噴孔１３の周囲に環状に形成されている。噴孔１３については、後に詳述する。

[0032] ハウジング２０は、ノズルホルダ２６、第１筒部材２１、第２筒部材２２、第３筒部材２３、インレット部２４、フィルタ２５等を有している。

[0033] ノズルホルダ２６は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により筒状に形成されている。ノズルホルダ２６の一端の内側には、ノズル筒部１１のノズル底部１２とは反対側の端部が接続されている。ノズルホルダ２６とノズル部１０とは、例えば溶接により接続されている。これにより、ノズルホルダ２６はノズル部１０を保持している。

[0034] 第１筒部材２１、第２筒部材２２および第３筒部材２３は、いずれも略円筒状に形成されている。第１筒部材２１、第２筒部材２２および第３筒部材２３は、第１筒部材２１、第２筒部材２２、第３筒部材２３の順に同軸となるよう配置され、互いに接続している。

[0035] 第１筒部材２１および第３筒部材２３は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により形成され、磁気安定化処理が施されている。第１筒部材２１および第３筒部材２３は、硬度が比較的低い。一方、第２筒部材２２は、例えばオーステナイト系ステンレス等の非磁性材料により形成されている。第２筒部材２２の硬度は、第１筒部材２１および第３筒部材２３の硬度よりも高い。

[0036] 第１筒部材２１は、第２筒部材２２とは反対側の端部の外壁がノズルホルダ２６のノズル部１０とは反対側の端部の内壁に嵌合するよう設けられている。

[0037] インレット部２４は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により筒状に形成されている。インレット部２４は、一端が第３筒部材２３の第２筒部材２２とは反対側の端部に接続するよう設けられている。

- [0038] ハウジング 20 の内側には、燃料通路 100 が形成されている。燃料通路 100 は、噴孔 13 に接続している。すなわち、ノズル筒部 11 は、内側に燃料通路 100 を形成している。インレット部 24 の第 3 筒部材 23 とは反対側には、図示しない配管が接続される。これにより、燃料通路 100 には、燃料供給源（燃料ポンプ）からの燃料が配管を経由して流入する。燃料通路 100 は、燃料を噴孔 13 に導く。
- [0039] フィルタ 25 は、インレット部 24 の内側に設けられている。フィルタ 25 は、燃料通路 100 に流入する燃料中の異物を捕集する。
- [0040] ニードル 30 は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により棒状に形成されている。ニードル 30 は、所定の硬度を有するよう焼入れ処理が施されている。ニードル 30 の硬度は、ノズル部 10 の硬度とほぼ同等に設定されている。
- [0041] ニードル 30 は、燃料通路 100 内をハウジング 20 の軸方向へ往復移動可能なようハウジング 20 内に收容されている。ニードル 30 は、シート部 31、大径部 32 等を有している。
- [0042] シート部 31 は、ニードル 30 のノズル部 10 側の端部に形成され、弁座 14 に当接可能である。
- [0043] 大径部 32 は、ニードル 30 の弁座 14 側の端部のシート部 31 近傍に形成されている。大径部 32 は、外径がニードル 30 の弁座 14 側の端部の外径より大きく設定されている。大径部 32 は、外壁がノズル部 10 のノズル筒部 11 の内壁と摺動するよう形成されている。これにより、ニードル 30 は、弁座 14 側の端部の軸方向の往復移動が案内される。大径部 32 には、外壁の周方向の複数箇所が切り欠かれるようにして切欠き部 33 が形成されている。これにより、燃料は、切欠き部 33 とノズル筒部 11 の内壁との間を流通可能である。
- [0044] ニードル 30 は、シート部 31 が弁座 14 から離間（離座）または弁座 14 に当接（着座）することで噴孔 13 を開閉する。以下、適宜、ニードル 30 が弁座 14 から離間する方向を開弁方向といい、ニードル 30 が弁座 14

に当接する方向を開弁方向という。

[0045] 可動コア40は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により筒状に形成されている。可動コア40は、磁気安定化処理が施されている。可動コア40の硬度は比較的low、ハウジング20の第1筒部材21および第3筒部材23の硬度と概ね同等である。

[0046] 可動コア40は、第1筒部401、第2筒部402を有している。第1筒部401と第2筒部402とは、同軸となるよう一体に形成されている。第1筒部401は、一端の内壁がニードル30の弁座14とは反対側の端部の外壁に嵌合するよう設けられている。本実施形態では、可動コア40とニードル30とは、溶接により接続されている。よって、可動コア40は、ニードル30とともにハウジング20内を軸方向に往復移動可能である。

[0047] 第2筒部402は、第1筒部401の他端に接続している。第2筒部402は、外径が第1筒部401の外径より大きく設定されている。

[0048] 第1筒部401には、内壁と外壁とを接続するよう径方向に延びる径方向穴部403が形成されている。これにより、第1筒部401（可動コア40）の内側および外側の燃料は、径方向穴部403を経由して互いに流通可能である。

[0049] 可動コア40は、第2筒部402の第1筒部401とは反対側の端部の外壁から径方向外側へ環状に突出するよう形成される突出部404を有している。突出部404は、外壁がハウジング20の第2筒部材22の内壁と摺動可能である。そのため、可動コア40は、第2筒部材22の内壁により軸方向の往復移動が案内される。つまり、ニードル30および可動コア40は、ノズル筒部11の内壁および第2筒部材22の内壁により、燃料通路100内における軸方向の往復移動が案内される。また、可動コア40は、第2筒部402の内側に、環状かつ平面状に形成される段差面405を有している。

[0050] 固定コア41は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により略円筒状に形成されている。固定コア41は、磁気安定化処理が施されている。

固定コア４１の硬度は比較的低く、可動コア４０の硬度と概ね同等である。

固定コア４１は、可動コア４０の弁座１４とは反対側に設けられている。固定コア４１は、外壁が第２筒部材２２および第３筒部材２３の内壁に接続するようハウジング２０の内側に設けられている。固定コア４１の弁座１４側の端面は、可動コア４０の固定コア４１側の端面に当接可能である。

[0051] 固定コア４１の内側には、円筒状のアジャスティングパイプ４２が圧入されている。

[0052] スプリング４３は、例えばコイルスプリングであり、固定コア４１の内側のアジャスティングパイプ４２と可動コア４０の段差面４０５との間に設けられている。スプリング４３の一端は、アジャスティングパイプ４２に当接している。スプリング４３の他端は、段差面４０５に当接している。スプリング４３は、可動コア４０をニードル３０とともに弁座１４側、すなわち、閉弁方向に付勢可能である。スプリング４３の付勢力は、固定コア４１に対するアジャスティングパイプ４２の位置により調整される。

[0053] コイル４４は、略円筒状に形成され、ハウジング２０のうち特に第２筒部材２２および第３筒部材２３の径方向外側を囲むようにして設けられている。また、コイル４４の径方向外側には、コイル４４を覆うようにして筒状のホルダ４５が設けられている。ホルダ４５は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材料により形成されている。ホルダ４５は、一端の内壁がノズルホルダ２６の外壁に接続し、他端の内壁が第３筒部材２３の外壁に接続している。

[0054] コイル４４は、電力が供給（通電）されると磁力を生じる。コイル４４に磁力が生じると、固定コア４１、可動コア４０、第１筒部材２１、ノズルホルダ２６、ホルダ４５および第３筒部材２３に磁気回路が形成される。これにより、固定コア４１と可動コア４０との間に磁気吸引力が発生し、可動コア４０は、ニードル３０とともに固定コア４１側に吸引される。これにより、ニードル３０が開弁方向に移動し、シート部３１が弁座１４から離間し、開弁する。その結果、噴孔１３が開放される。このように、コイル４４は、

通電されると、可動コア４０を固定コア４１側に吸引しニードル３０を弁座１４とは反対側に移動させることが可能である。

[0055] なお、可動コア４０は、磁気吸引力により固定コア４１側（開弁方向）に吸引されると、固定コア４１側の端面が固定コア４１の可動コア４０側の端面に衝突する。これにより、可動コア４０は、開弁方向への移動が規制される。

[0056] 可動コア４０が固定コア４１側に吸引されている状態でコイル４４への通電を停止すると、ニードル３０および可動コア４０は、スプリング４３の付勢力により、弁座１４側へ付勢される。これにより、ニードル３０が閉弁方向に移動し、シート部３１が弁座１４に当接し、閉弁する。その結果、噴孔１３が閉塞される。

[0057] 図１に示すように、第３筒部材２３およびコイル４４の径方向外側は、樹脂からなるモールド部４６によりモールドされている。当該モールド部４６から径方向外側へ突出するようコネクタ部４７が形成されている。コネクタ部４７には、コイル４４へ電力を供給するための端子４７１がインサート成形されている。

[0058] インレット部２４から流入した燃料は、フィルタ２５、固定コア４１およびアジャスティングパイプ４２の内側、スプリング４３、可動コア４０の内側、径方向穴部４０３、ニードル３０とハウジング２０の内壁との間、ニードル３０とノズル筒部１１の内壁との間、すなわち、燃料通路１００を流通し、噴孔１３に導かれる。なお、燃料噴射装置１の作動時、可動コア４０およびニードル３０の周囲は燃料で満たされた状態となる。また、燃料噴射装置１の作動時、可動コア４０の径方向穴部４０３を燃料が流通する。そのため、可動コア４０およびニードル３０は、ハウジング２０の内側で軸方向に円滑に往復移動可能である。

[0059] 次に、本実施形態の噴孔１３について、図３、４に基づき詳細に説明する。

[0060] 図３に示すように、噴孔１３は、入口開口部１３１、出口開口部１３２、

噴孔内壁 1 3 3 を有している。入口開口部 1 3 1 は、ノズル底部 1 2 のノズル筒部 1 1 側の面 1 2 1 に形成されている。出口開口部 1 3 2 は、ノズル底部 1 2 のノズル筒部 1 1 とは反対側の面 1 2 2 に形成されている。

[0061] 面 1 2 1 には、平面部 1 2 3 およびテーパ部 1 2 4 が形成されている。平面部 1 2 3 は、面 1 2 1 の中央に円形の平面状に形成されている。平面部 1 2 3 は、中央をノズル筒部 1 1 の軸 $A \times 1$ が通り、軸 $A \times 1$ に概ね直交するよう形成されている。テーパ部 1 2 4 は、平面部 1 2 3 の径方向外側に連続するよう環状に形成されている。テーパ部 1 2 4 は、平面部 1 2 3 からノズル筒部 1 1 側へ向かうに従いノズル筒部 1 1 の軸 $A \times 1$ から離れるようテーパ状に形成されている。本実施形態では、入口開口部 1 3 1 は、平面部 1 2 3 とテーパ部 1 2 4 との境界に形成されている。また、面 1 2 2 の出口開口部 1 3 2 が形成される箇所は、ニードル 3 0 に対しノズル底部 1 2 側の方向へ突出する曲面状に形成されている。

[0062] 噴孔内壁 1 3 3 は、入口開口部 1 3 1 と出口開口部 1 3 2 とに接続し、入口開口部 1 3 1 側から出口開口部 1 3 2 側へ向かうに従い中心軸 $A c 1$ から離れるようテーパ状に形成されている。なお、本実施形態では、すべての噴孔 1 3 は、中心軸 $A c 1$ がノズル筒部 1 1 の軸 $A \times 1$ に対し傾斜して交わるよう形成されている。

[0063] 図 4 に示すように、本実施形態では、噴孔 1 3 は、ノズル底部 1 2 の周方向に等間隔で 6 つ形成されている。つまり、6 つの噴孔 1 3 は、ノズル底部 1 2 の周方向に 60° 間隔で形成されている。ここで、説明のため、6 つの噴孔 1 3 のそれぞれを噴孔 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 とする。

[0064] 本実施形態では、噴孔 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 は、この順でノズル底部 1 2 の周方向に並ぶよう形成されている（図 4 参照）。つまり、噴孔 5 1 と噴孔 5 4、噴孔 5 2 と噴孔 5 5、噴孔 5 3 と噴孔 5 6 とは、それぞれ、ノズル筒部 1 1 の軸 $A \times 1$ を間に挟むようにしてノズル底部 1 2 に形成されている（図 3、4 参照）。

[0065] ここで、噴孔 5 1、5 2、5 6 は、特許請求の範囲における「第 1 噴孔」

に対応している。また、噴孔 5 4、5 3、5 5 は、特許請求の範囲における「第 2 噴孔」に対応している。

[0066] また、噴孔 5 1 と噴孔 5 4 との組、噴孔 5 2 と噴孔 5 3 との組、噴孔 5 6 と噴孔 5 5 との組は、それぞれ、特許請求の範囲における「噴孔組」に対応している。すなわち、本実施形態では、噴孔 1 3 は、3 つの噴孔組を含んでいる。

[0067] 次に、噴孔 5 1 と噴孔 5 4 との噴孔組について、図 3、4 に基づき説明する。

[0068] 第 1 噴孔としての噴孔 5 1 の入口開口部 1 3 1 は、特許請求の範囲における「第 1 入口開口部」に対応している。噴孔 5 1 の出口開口部 1 3 2 は、特許請求の範囲における「第 1 出口開口部」に対応している。噴孔 5 1 の噴孔内壁 1 3 3 は、特許請求の範囲における「第 1 噴孔内壁」に対応している。噴孔 5 1 の中心軸 $A c 1$ は、特許請求の範囲における「第 1 中心軸」に対応している。

[0069] 第 2 噴孔としての噴孔 5 4 の入口開口部 1 3 1 は、特許請求の範囲における「第 2 入口開口部」に対応している。噴孔 5 4 の出口開口部 1 3 2 は、特許請求の範囲における「第 2 出口開口部」に対応している。噴孔 5 4 の噴孔内壁 1 3 3 は、特許請求の範囲における「第 2 噴孔内壁」に対応している。噴孔 5 4 の中心軸 $A c 1$ は、特許請求の範囲における「第 2 中心軸」に対応している。

[0070] ノズル筒部 1 1 の軸 $A x 1$ と第 1 中心軸としての噴孔 5 1 の中心軸 $A c 1$ との成す角度である第 1 噴射角を $\theta i 1$ (deg)、ノズル筒部 1 1 の軸 $A x 1$ と第 2 中心軸としての噴孔 5 4 の中心軸 $A c 1$ との成す角度である第 2 噴射角を $\theta i 2$ (deg)、噴孔 5 1 の中心軸 $A c 1$ をすべて含む仮想平面 $V p t 1$ による断面において噴孔 5 1 の噴孔内壁 1 3 3 の輪郭が成す角度である第 1 テーパ角を $\theta t 1$ (deg)、噴孔 5 4 の中心軸 $A c 1$ をすべて含む仮想平面 $V p t 2$ による断面において噴孔 5 4 の噴孔内壁 1 3 3 の輪郭が成す角度である第 2 テーパ角を $\theta t 2$ (deg) とすると、噴孔 5 1 および

噴孔 5 4 は、 $\theta_{i1} < \theta_{i2}$ 、 $\theta_{t1} > \theta_{t2}$ の関係を満たすよう形成されている（図 3 参照）。すなわち、第 1 噴孔としての噴孔 5 1 は、第 2 噴孔としての噴孔 5 4 よりも噴射角が小さく、噴孔 5 4 よりもテーパ角が大きい。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔 5 1 から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔 5 4 から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりも小さくすることができる。

[0071] また、噴孔 5 1 の入口開口部 1 3 1 の中心で中心軸 A_{c1} と直交する仮想平面 V_{p1} と噴孔 5 1 の噴孔内壁 1 3 3 をすべて含むテーパ状の仮想面 V_{s1} との交線が成す円の直径を R_1 、噴孔 5 4 の入口開口部 1 3 1 の中心で中心軸 A_{c1} と直交する仮想平面 V_{p2} と噴孔 5 4 の噴孔内壁 1 3 3 をすべて含むテーパ状の仮想面 V_{s2} との交線が成す円の直径を R_2 とすると、噴孔 5 1 および噴孔 5 4 は、 $R_1 < R_2$ の関係を満たすよう形成されている（図 3 参照）。すなわち、第 1 噴孔としての噴孔 5 1 は、第 2 噴孔としての噴孔 5 4 よりも入口開口部 1 3 1 における開口相当面積が小さく、噴孔 5 1 から噴射される燃料噴霧の運動量を小さくすることができる。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔 5 1 から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔 5 4 から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりもさらに小さくすることができる。

[0072] なお、仮想面 V_{s1} および仮想面 V_{s2} は、円錐状を呈している。仮想面 V_{s1} の頂点は、ノズル筒部 1 1 の軸 A_{x1} 上に位置している。仮想面 V_{s2} の頂点は、軸 A_{x1} に対し仮想面 V_{s1} 側に位置している（図 3 参照）。

[0073] また、ノズル筒部 1 1 の軸 A_{x1} をすべて含む仮想平面である特定仮想平面 S_{Vp1} でノズル底部 1 2 を 2 つの領域 T_1 、 T_2 に分けたとき、第 1 噴孔としての噴孔 5 1 は一方の領域 T_1 に形成され、第 2 噴孔としての噴孔 5 4 は他方の領域 T_2 に形成されている（図 3、4 参照）。

[0074] また、第 1 噴孔としての噴孔 5 1 は、燃料噴射装置 1 がエンジン 8 0 に設けられた状態において、ノズル底部 1 2 において特定仮想平面 S_{Vp1} に対し点火プラグ 9 7 側の領域 T_1 に位置している（図 2、3、4 参照）。

- [0075] また、特定仮想平面 $S V p 1$ でノズル底部 12 およびハウジング 20 を 2 つの領域 $T 1 1$ 、 $T 2 1$ に分けたとき、コネクタ部 47 は、ピストン 82 側、すなわち、第 2 噴孔としての噴孔 54 が位置する領域 $T 2 1$ 側に位置している（図 2、3、4 参照）。
- [0076] また、本実施形態では、噴孔 51 および噴孔 54 は、 $\theta i 1 < \theta i 2 \leq 90$ の関係を満たすよう形成されている。
- [0077] 次に、噴孔 52 と噴孔 53 との噴孔組、および、噴孔 56 と噴孔 55 との噴孔組について、図 3、4 に基づき説明する。
- [0078] ノズル筒部 11 の軸 $A x 1$ と第 1 中心軸としての噴孔 52 の中心軸 $A c 1$ との成す角度である噴孔 52 の第 1 噴射角は、噴孔 51 の第 1 噴射角 $\theta i 1$ より大きく、噴孔 56 の第 2 噴射角 $\theta i 2$ より小さく設定されている。また、噴孔 56 の第 1 噴射角は、噴孔 52 の第 1 噴射角と同じに設定されている。
- [0079] ノズル筒部 11 の軸 $A x 1$ と第 2 中心軸としての噴孔 53 の中心軸 $A c 1$ との成す角度である噴孔 53 の第 2 噴射角は、噴孔 52 の第 1 噴射角より大きく、噴孔 56 の第 2 噴射角 $\theta i 2$ より小さく設定されている。また、噴孔 55 の第 2 噴射角は、噴孔 53 の第 2 噴射角と同じに設定されている。
- [0080] 図 4 に示すように、噴孔 51 の中心軸 $A c 1$ は、軸 $A x 1$ を中心とするノズル底部 12 の面 122 上の仮想円 $C 1$ を通る。また、噴孔 52 および噴孔 56 の中心軸 $A c 1$ は、軸 $A x 1$ を中心とするノズル底部 12 の面 122 上の仮想円であって直径が仮想円 $C 1$ より大きい仮想円 $C 2$ を通る。また、噴孔 53 および噴孔 55 の中心軸 $A c 1$ は、軸 $A x 1$ を中心とするノズル底部 12 の面 122 上の仮想円であって直径が仮想円 $C 2$ より大きい仮想円 $C 3$ を通る。また、噴孔 54 の中心軸 $A c 1$ は、軸 $A x 1$ を中心とするノズル底部 12 の面 122 上の仮想円であって直径が仮想円 $C 3$ より大きい仮想円 $C 4$ を通る。
- [0081] このように、第 1 噴孔としての噴孔 52 および噴孔 56 の噴射角である第 1 噴射角は、第 2 噴孔としての噴孔 53 および噴孔 55 の噴射角である第 2

噴射角より小さい。

[0082] また、第1中心軸としての噴孔52の中心軸A c 1をすべて含む仮想平面による断面において噴孔52の噴孔内壁133の輪郭が成す角度である第1テーパ角は、噴孔51の第1テーパ角 $\theta t 1$ より小さく、噴孔56の第2テーパ角 $\theta t 2$ より大きく設定されている。また、噴孔56の第1テーパ角は、噴孔52の第1テーパ角と同じに設定されている。

[0083] また、第2中心軸としての噴孔53の中心軸A c 1をすべて含む仮想平面による断面において噴孔53の噴孔内壁133の輪郭が成す角度である第1テーパ角は、噴孔52の第1テーパ角より小さく、噴孔56の第2テーパ角 $\theta t 2$ より大きく設定されている。また、噴孔55の第1テーパ角は、噴孔53の第1テーパ角と同じに設定されている。

[0084] このように、第1噴孔としての噴孔52および噴孔56のテーパ角である第1テーパ角は、第2噴孔としての噴孔53および噴孔55のテーパ角である第2テーパ角より大きい。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔52および噴孔56から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔53および噴孔55から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりも小さくすることができる。

[0085] また、第1噴孔としての噴孔52の入口開口部131の中心で中心軸A c 1と直交する仮想平面と噴孔52の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径は、噴孔51の入口開口部131の中心で中心軸A c 1と直交する仮想平面V p 1と噴孔51の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面V s 1との交線が成す円の直径R 1より大きく、噴孔53の入口開口部131の中心で中心軸A c 1と直交する仮想平面と噴孔53の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径より小さく設定されている。また、噴孔56の入口開口部131の中心で中心軸A c 1と直交する仮想平面と噴孔56の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径は、噴孔52の入口開口部131の中心で中心軸A c 1と直交する仮想平面と噴孔52の噴孔内壁133をすべ

て含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径と同じに設定されている。

[0086] また、第2噴孔としての噴孔53の入口開口部131の中心で中心軸Ac1と直交する仮想平面と噴孔53の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径は、噴孔52の入口開口部131の中心で中心軸Ac1と直交する仮想平面と噴孔52の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径より大きく、噴孔54の入口開口部131の中心で中心軸Ac1と直交する仮想平面Vp2と噴孔54の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面Vs2との交線が成す円の直径R2よりより小さく設定されている。また、噴孔55の入口開口部131の中心で中心軸Ac1と直交する仮想平面と噴孔55の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径は、噴孔53の入口開口部131の中心で中心軸Ac1と直交する仮想平面と噴孔53の噴孔内壁133をすべて含むテーパ状の仮想面との交線が成す円の直径と同じに設定されている。

[0087] このように、第1噴孔としての噴孔52および噴孔56は、第2噴孔としての噴孔53および噴孔55よりも入口開口部131における開口相当面積が小さく、噴孔52および噴孔56から噴射される燃料噴霧の運動量を小さくすることができる。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔52および噴孔56から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔53および噴孔55から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりもさらに小さくすることができる。

[0088] また、ノズル底部12を特定仮想平面SVp1で2つの領域に分けたとき、第1噴孔としての噴孔52および噴孔56は一方の領域T1に形成され、第2噴孔としての噴孔53および噴孔55は他方の領域T2に形成されている(図4参照)。よって、第1噴孔としての噴孔52および噴孔56は、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12において特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97側の領域T1に位置している(図2、3、4参照)。また、特定仮想平面SVp1でノズル底部12

およびハウジング20を2つの領域T11、T21に分けたとき、コネクタ部47は、ピストン82側、すなわち、第2噴孔としての噴孔53および噴孔55が位置する領域T21側に位置している（図2、3、4参照）。

[0089] 以上説明したように、(1)本実施形態の燃料噴射装置1は、ノズル部10を備えている。

[0090] ノズル部10は、内側に燃料通路100を形成するノズル筒部11、ノズル筒部11の一端を塞ぐノズル底部12、および、ノズル底部12のノズル筒部11側の面121とノズル筒部11とは反対側の面122とを接続し燃料通路100内の燃料を噴射する複数の噴孔13を有している。

[0091] 噴孔13は、1つの第1噴孔（噴孔51、噴孔52または噴孔56）および1つの第2噴孔（噴孔54、噴孔53または噴孔55）からなる噴孔組を少なくとも1つ（本実施形態では、噴孔51と噴孔54との組、噴孔52と噴孔53との組、噴孔56と噴孔55との組）含んでいる。

[0092] 第1噴孔としての噴孔51、52、56は、ノズル底部12のノズル筒部11側の面121に形成された第1入口開口部としての入口開口部131、ノズル底部12のノズル筒部11とは反対側の面122に形成された第1出口開口部としての出口開口部132、および、入口開口部131と出口開口部132とを接続し入口開口部131側から出口開口部132側へ向かうに従い第1中心軸としての中心軸Ac1から離れるようテーパ状に形成された第1噴孔内壁としての噴孔内壁133を有している。

[0093] 第2噴孔としての噴孔54、53、55は、ノズル底部12のノズル筒部11側の面121に形成された第2入口開口部としての入口開口部131、ノズル底部12のノズル筒部11とは反対側の面122に形成された第2出口開口部としての出口開口部132、および、入口開口部131と出口開口部132とを接続し入口開口部131側から出口開口部132側へ向かうに従い第2中心軸としての中心軸Ac1から離れるようテーパ状に形成された第2噴孔内壁としての噴孔内壁133を有している。

[0094] 噴孔内壁133は、テーパ状に形成されているため、第1噴孔としての噴

孔 5 1、5 2、5 6 または第 2 噴孔としての噴孔 5 4、5 3、5 5 から噴射された燃料の噴霧は、それぞれ、中心軸 A c 1 から離れるようにして拡がる。これにより、燃料噴霧の貫徹力を小さくしつつ、燃料噴霧の微粒化を図ることができる。

[0095] 本実施形態では、ノズル筒部 1 1 の軸 A x 1 と第 1 中心軸としての噴孔 5 1 の中心軸 A c 1 との成す角度である第 1 噴射角を $\theta i 1$ (deg)、ノズル筒部 1 1 の軸 A x 1 と第 2 中心軸としての噴孔 5 4 の中心軸 A c 1 との成す角度である第 2 噴射角を $\theta i 2$ (deg)、噴孔 5 1 の中心軸 A c 1 をすべて含む仮想平面 V p t 1 による断面において噴孔 5 1 の噴孔内壁 1 3 3 の輪郭が成す角度である第 1 テーパ角を $\theta t 1$ (deg)、噴孔 5 4 の中心軸 A c 1 をすべて含む仮想平面 V p t 2 による断面において噴孔 5 4 の噴孔内壁 1 3 3 の輪郭が成す角度である第 2 テーパ角を $\theta t 2$ (deg) とすると、噴孔 5 1 および噴孔 5 4 は、 $\theta i 1 < \theta i 2$ 、 $\theta t 1 > \theta t 2$ の関係を満たすよう形成されている（図 3 参照）。すなわち、第 1 噴孔としての噴孔 5 1 は、第 2 噴孔としての噴孔 5 4 よりも噴射角が小さく、噴孔 5 4 よりもテーパ角が大きい。別の噴孔組である噴孔 5 2 と噴孔 5 3 との組、および、噴孔 5 6 と噴孔 5 5 との組においても、同様の関係である。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔 5 1、5 2、5 6 から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔 5 4、5 3、5 5 から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりも小さくすることができる。これにより、複数の噴孔 1 3 間で、燃料の噴射角に応じて燃料噴霧の貫徹力を異なる大きさに設定することができる。

[0096] また、（2）本実施形態では、噴孔 5 1 の入口開口部 1 3 1 の中心で中心軸 A c 1 と直交する仮想平面 V p 1 と噴孔 5 1 の噴孔内壁 1 3 3 をすべて含むテーパ状の仮想面 V s 1 との交線が成す円の直径を R 1、噴孔 5 4 の入口開口部 1 3 1 の中心で中心軸 A c 1 と直交する仮想平面 V p 2 と噴孔 5 4 の噴孔内壁 1 3 3 をすべて含むテーパ状の仮想面 V s 2 との交線が成す円の直径を R 2 とすると、噴孔 5 1 および噴孔 5 4 は、 $R 1 < R 2$ の関係を満たす

よう形成されている（図3参照）。すなわち、第1噴孔としての噴孔51は、第2噴孔としての噴孔54よりも入口開口部131における開口相当面積が小さく、噴孔51から噴射される燃料噴霧の運動量を小さくすることができる。別の噴孔組である噴孔52と噴孔53との組、および、噴孔56と噴孔55との組においても、同様の関係である。よって、相対的に噴射角の小さい噴孔51、52、56から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、相対的に噴射角の大きい噴孔54、53、55から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりもさらに小さくすることができる。

[0097] また、（3）本実施形態では、ノズル筒部11の軸A×1をすべて含む仮想平面である特定仮想平面SVp1でノズル底部12を2つの領域T1、T2に分けたとき、第1噴孔としての噴孔51、52、56は一方の領域T1に形成され、第2噴孔としての噴孔54、53、55は他方の領域T2に形成されている（図3、4参照）。そのため、特定仮想平面SVp1に対し一方側の領域T1から噴射される燃料噴霧の貫徹力を、特定仮想平面SVp1に対し他方側の領域T2から噴射される燃料噴霧の貫徹力よりも小さくすることができる。

[0098] また、（4）本実施形態の燃料噴射装置1は、噴孔13から噴射される燃料に点火可能な点火プラグ97を備えるエンジン80に設けられる燃料噴射装置であって、第1噴孔としての噴孔51、52、56は、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12の特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97側の領域T1に位置している（図2、4参照）。

[0099] 本実施形態のように、燃料噴射装置1をエンジン80の燃焼室83の側方に設けるサイド搭載とした場合、第1噴孔としての噴孔51、52、56から点火プラグ97側に向けて燃料を噴射しつつ、第2噴孔としての噴孔54、53、55からピストン82側に向けて燃料を噴射することができる。また、点火プラグ97側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が小さいため、点火プラグ97を越えて燃焼室83の内壁に付着するのを抑制することが

できる。また、ピストン 8 2 側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が大きいいため、燃焼室 8 3 内のタンブル流によって押し戻されることなく、均質な混合気の生成が可能になる。

[0100] また、(5) 本実施形態では、ノズル部 1 0 は、内壁に形成された弁座 1 4 を有している。本実施形態の燃料噴射装置 1 は、ハウジング 2 0 とニードル 3 0 と可動コア 4 0 と固定コア 4 1 とコイル 4 4 とスプリング 4 3 とコネクタ部 4 7 とをさらに備えている。

[0101] ハウジング 2 0 は、筒状に形成され、ノズル筒部 1 1 のノズル底部 1 2 とは反対側に接続されている。

[0102] ニードル 3 0 は、一端が弁座 1 4 に当接可能、かつ、軸方向に往復移動可能なようハウジング 2 0 の内側に設けられ、一端が弁座 1 4 から離間または弁座 1 4 に当接すると噴孔 1 3 を開閉する

可動コア 4 0 は、ニードル 3 0 とともにハウジング 2 0 内を往復移動可能に設けられている。

[0103] 固定コア 4 1 は、ハウジング 2 0 の内側の可動コア 4 0 の弁座 1 4 とは反対側に設けられている。

[0104] コイル 4 4 は、通電されると可動コア 4 0 を固定コア 4 1 側に吸引しニードル 3 0 を弁座 1 4 とは反対側に移動させることが可能である。

[0105] スプリング 4 3 は、ニードル 3 0 および可動コア 4 0 を弁座 1 4 側に付勢可能である。

[0106] コネクタ部 4 7 は、ハウジング 2 0 の径方向外側に設けられ、コイル 4 4 へ供給する電力が入力される。

[0107] そして、本実施形態では、特定仮想平面 S V p 1 でノズル底部 1 2 およびハウジング 2 0 を 2 つの領域 T 1 1、T 2 1 に分けたとき、コネクタ部 4 7 は、第 2 噴孔としての噴孔 5 4、5 3、5 5 が位置する領域 T 2 1 側に位置している(図 2、3、4 参照)。これにより、燃料噴射装置 1 を、インターカムニホールド 9 1 のシリンダブロック 8 1 側の空間 S 1 にコネクタ部 4 7 が位置した状態でエンジン 8 0 に設けることができる(図 2 参照)。

[0108] (第2実施形態)

本開示の第2実施形態による燃料噴射装置1およびエンジン80を図5に示す。第2実施形態は、燃料噴射装置1等のエンジン80への搭載位置が第1実施形態と異なる。

[0109] 図5に示すように、本実施形態では、燃料噴射装置1は、シリンダヘッド90の吸気弁95と排気弁96との間、すなわち、燃焼室83の中央に対応する位置に搭載される。燃料噴射装置1は、軸が燃焼室83の軸に対し略平行となるよう、または、略一致するよう設けられる。本実施形態では、燃料噴射装置1は、エンジン80の鉛直方向上側の中央に搭載される。すなわち、燃料噴射装置1は、エンジン80にセンター搭載されて使用される。

[0110] また、点火プラグ97は、エキゾーストマニホールド93のシリンダブロック81側において、燃料噴射装置1から噴射される燃料が直接付着しない位置であって、燃料と混合された可燃空気に着火可能な位置に設けられる。

[0111] 燃料噴射装置1は、複数の噴孔13が燃焼室83の軸方向のピストン82とは反対側の部分に露出するよう設けられる。燃料噴射装置1の複数の噴孔13から、円錐状の噴霧F0が燃焼室83内に噴射される。

[0112] 本実施形態では、燃料噴射装置1は、軸が鉛直方向に概ね一致するようエンジン80に搭載される。このとき、コネクタ部47は、点火プラグ97とは反対側に位置するよう搭載される。

[0113] 本実施形態では、第1噴孔としての噴孔51、52、56は、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12の特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97側の領域T1に位置している(図3、4、5参照)。

[0114] また、本実施形態では、特定仮想平面SVp1でノズル底部12およびハウジング20を2つの領域T11、T21に分けたとき、コネクタ部47は、第2噴孔としての噴孔54、53、55が位置する領域T21側に位置している(図3、4、5参照)。

[0115] 以上説明したように、(4)本実施形態の燃料噴射装置1は、噴孔13か

ら噴射される燃料に点火可能な点火プラグ97を備えるエンジン80に設けられる燃料噴射装置であって、第1噴孔としての噴孔51、52、56は、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12の特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97側の領域T1に位置している(図3、4、5参照)。

[0116] 本実施形態のように、燃料噴射装置1をエンジン80の燃焼室83の中央に設けるセンター搭載とした場合、第1噴孔としての噴孔51、52、56から点火プラグ97側に向けて燃料を噴射しつつ、第2噴孔としての噴孔54、53、55から吸気弁95側に向けて燃料を噴射することができる。また、点火プラグ97側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が小さいため、点火プラグ97を越えて燃焼室83の内壁に付着するのを抑制することができる。また、吸気弁95側に向けて噴射される燃料噴霧は、貫徹力が大きいので、燃焼室83内のタンブル流によって押し戻されることなく、均質な混合気の生成が可能になる。

[0117] また、(5)本実施形態では、特定仮想平面SVp1でノズル底部12およびハウジング20を2つの領域T11、T21に分けたとき、コネクタ部47は、第2噴孔としての噴孔54、53、55が位置する領域T21側に位置している(図3、4、5参照)。これにより、燃料噴射装置1を、シリンダヘッド90の中央部の穴部の吸気弁95側の空間S2にコネクタ部47が位置した状態でエンジン80に設けることができる(図5参照)。

[0118] (他の実施形態)

上述の実施形態では、噴孔13が、噴孔51と噴孔54とからなる噴孔組、噴孔52と噴孔53とからなる噴孔組、噴孔56と噴孔55とからなる3つの噴孔組を含む例を示した。ここで、噴孔組としての組み合わせは、上述の組み合わせに限らず、第1噴孔としての噴孔51、52、56から選択した1つの噴孔と、第2噴孔としての噴孔54、53、55から選択した1つの噴孔とからなる組み合わせとしてもよい。本開示では、すべての組み合わせにおいて、第1噴孔および第2噴孔は、 $\theta_{i1} < \theta_{i2}$ 、 $\theta_{t1} > \theta_{t2}$

の関係を満たすよう形成されている。

[0119] また、第1噴孔および第2噴孔が $\theta_{i1} < \theta_{i2}$ 、 $\theta_{t1} > \theta_{t2}$ の関係を満たすのであれば、噴孔51～56のうち任意の1つを第1噴孔とし他の1つを第2噴孔とする噴孔組としてもよい。

[0120] また、本開示の他の実施形態では、噴孔13は、3つの噴孔組に限らず、1つ、2つ、または、4つ以上の噴孔組を含むこととしてもよい。

[0121] また、上述の実施形態では、すべての噴孔13が、中心軸Ac1がノズル筒部11の軸Ax1に対し傾斜して交わるよう形成される例を示した。これに対し、本開示の他の実施形態では、複数の噴孔13のうち少なくとも1つは、中心軸Ac1がノズル筒部11の軸Ax1に対しねじれの関係となるよう形成されることとしてもよい。軸Ax1に対しねじれの関係となる中心軸Ac1を有する噴孔13の噴射角は、軸Ax1と中心軸Ac1との成す角、すなわち、軸Ax1と、軸Ax1上の1点から中心軸Ac1に対し平行に延びる直線との成す角に対応する。

[0122] また、本開示の他の実施形態では、第1噴孔および第2噴孔は、 $R1 \geq R2$ の関係を満たすよう形成されていてもよい。

[0123] また、本開示の他の実施形態では、第1噴孔および第2噴孔は、 $\theta_{i1} \leq 90 < \theta_{i2}$ 、または、 $90 < \theta_{i1} < \theta_{i2}$ の関係を満たすよう形成されていてもよい。

[0124] また、上述の実施形態では、第1噴孔が、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12の特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97側の領域T1に位置する例を示した。これに対し、本開示の他の実施形態では、第1噴孔は、燃料噴射装置1がエンジン80に設けられた状態において、ノズル底部12の特定仮想平面SVp1に対し点火プラグ97とは反対側の領域T2に位置することとしてもよい。すなわち、燃料噴射装置1は、どのような姿勢でエンジン80に搭載されてもよい。

[0125] また、上述の実施形態では、特定仮想平面SVp1でノズル底部12およびハウジング20を2つの領域に分けたとき、コネクタ部47が、第2噴孔

が位置する領域Ｔ２側に位置する例を示した。これに対し、本開示の他の実施形態では、コネクタ部４７は、第１噴孔が位置する領域Ｔ１側に位置することとしてもよい。すなわち、コネクタ部４７は、ハウジング２０に対し、周方向のどの位置に形成されていてもよい。また、本開示の他の実施形態では、コネクタ部４７を備えないこととしてもよい。

[0126] また、上述の実施形態では、可動コア４０がニードル３０に一体に設けられる例を示した。これに対し、本開示の他の実施形態では、可動コア４０はニードル３０に対し相対移動可能に設けられ、ニードル３０は可動コア４０に当接可能な面を弁座１４側に有することとしてもよい。この場合、可動コア４０を固定コア４１側に付勢する固定コア側付勢部材を備えることが好ましい。

[0127] また、本開示の他の実施形態では、ノズル部１０のノズル筒部１１とハウジング２０の第１筒部材２１とは、一体に形成されていてもよい。また、ノズル筒部１１とノズル底部１２は別体に形成されていてもよい。

[0128] また、本開示の他の実施形態では、燃料噴射装置は、弁座１４、ハウジング２０、ニードル３０、可動コア４０、固定コア４１、コイル４４、スプリング４３を備えず、ノズル部１０のみを備え、燃料が断続的または連続的に供給される燃料供給部に取り付けられ、噴孔から燃料を噴射することとしてもよい。

[0129] また、上述の実施形態では、直噴式のカソリンエンジンに燃料噴射装置を適用する例を示した。これに対し、本開示の他の実施形態では、燃料噴射装置を、例えばディーゼルエンジンやポート噴射式のカソリンエンジン等に適用してもよい。この場合、本開示の燃料噴射装置により、燃料の噴射角に応じて、シリンダブロック、ピストンまたは吸気ポート等、内燃機関を構成する部材の壁面への燃料噴霧の付着を抑制しつつ、燃料噴霧がタンブル流や吸気流れの影響を受け難くすることができる。

[0130] このように、本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

請求の範囲

[請求項1]

内側に燃料通路（１００）を形成するノズル筒部（１１）、前記ノズル筒部（１１）の一端を塞ぐノズル底部（１２）、および、前記ノズル底部（１２）の前記ノズル筒部（１１）側の面（１２１）と前記ノズル筒部（１１）とは反対側の面（１２２）とを接続し前記燃料通路（１００）内の燃料を噴射する複数の噴孔（１３）を有するノズル部（１０）を備え、

前記噴孔（１３）は、

前記ノズル底部（１２）の前記ノズル筒部（１１）側の面（１２１）に形成された第１入口開口部（１３１）、前記ノズル底部（１２）の前記ノズル筒部（１１）とは反対側の面（１２２）に形成された第１出口開口部（１３２）、および、前記第１入口開口部（１３１）と前記第１出口開口部（１３２）とを接続し前記第１入口開口部（１３１）側から前記第１出口開口部（１３２）側へ向かうに従い中心軸である第１中心軸（Ａｃ１）から離れるようテーパ状に形成された第１噴孔内壁（１３３）を有する１つの第１噴孔（５１、５２、５６）、ならびに、

前記ノズル底部（１２）の前記ノズル筒部（１１）側の面（１２２）に形成された第２入口開口部（１３１）、前記ノズル底部（１２）の前記ノズル筒部（１１）とは反対側の面（１２２）に形成された第２出口開口部（１３２）、および、前記第２入口開口部（１３１）と前記第２出口開口部（１３２）とを接続し前記第２入口開口部（１３１）側から前記第２出口開口部（１３２）側へ向かうに従い中心軸である第２中心軸（Ａｃ１）から離れるようテーパ状に形成された第２噴孔内壁（１３３）を有する１つの第２噴孔（５４、５３、５５）からなる噴孔組を少なくとも１つ含み、

前記ノズル筒部（１１）の軸（Ａｘ１）と前記第１中心軸（Ａｃ１）との成す角度である第１噴射角を $\theta i1$ （deg）、前記ノズル筒

部（１１）の軸（ $A \times 1$ ）と前記第２中心軸（ $A c 1$ ）との成す角度である第２噴射角を $\theta i 2$ （deg）、前記第１噴孔（５１、５２、５６）の前記第１中心軸（ $A c 1$ ）をすべて含む仮想平面（ $V p t 1$ ）による断面において前記第１噴孔内壁（１３３）の輪郭が成す角度である第１テーパ角を $\theta t 1$ （deg）、前記第２噴孔（５４、５３、５５）の前記第２中心軸（ $A c 1$ ）をすべて含む仮想平面（ $V p t 2$ ）による断面において前記第２噴孔内壁（１３３）の輪郭が成す角度である第２テーパ角を $\theta t 2$ （deg）とすると、

前記第１噴孔（５１、５２、５６）および前記第２噴孔（５４、５３、５５）は、 $\theta i 1 < \theta i 2$ 、 $\theta t 1 > \theta t 2$ の関係を満たすよう形成されている燃料噴射装置。

[請求項２]

前記第１入口開口部（１３１）の中心で前記第１中心軸（ $A c 1$ ）と直交する仮想平面（ $V p 1$ ）と前記第１噴孔内壁（１３３）をすべて含むテーパ状の仮想面（ $V s 1$ ）との交線が成す円の直径を $R 1$ 、前記第２入口開口部（１３１）の中心で前記第２中心軸（ $A c 1$ ）と直交する仮想平面（ $V p 2$ ）と前記第２噴孔内壁（１３３）をすべて含むテーパ状の仮想面（ $V s 2$ ）との交線が成す円の直径を $R 2$ とすると、

前記第１噴孔（５１、５２、５６）および前記第２噴孔（５４、５３、５５）は、 $R 1 < R 2$ の関係を満たすよう形成されている請求項１に記載の燃料噴射装置。

[請求項３]

前記ノズル筒部（１１）の軸（ $A \times 1$ ）をすべて含む仮想平面である特定仮想平面（ $S V p 1$ ）で前記ノズル底部（１２）を２つの領域（ $T 1$ 、 $T 2$ ）に分けたとき、前記第１噴孔（５１、５２、５６）は一方の領域（ $T 1$ ）に形成され、前記第２噴孔（５４、５３、５５）は他方の領域（ $T 2$ ）に形成されている請求項１または２に記載の燃料噴射装置。

[請求項４]

前記噴孔（１３）から噴射される燃料に点火可能な点火装置（９７

)を備える内燃機関(80)に設けられる燃料噴射装置であって、

前記第1噴孔(51、52、56)は、前記燃料噴射装置が前記内燃機関(80)に設けられた状態において、前記ノズル底部(12)の前記特定仮想平面(SVp1)に対し前記点火装置(97)側の領域(T1)に位置している請求項3に記載の燃料噴射装置。

[請求項5]

前記ノズル部(10)は、内壁に形成された弁座(14)を有し、

前記ノズル筒部(11)の前記ノズル底部(12)とは反対側に接続された筒状のハウジング(20)と、

一端が前記弁座(14)に当接可能、かつ、軸方向に往復移動可能なよう前記ハウジング(20)の内側に設けられ、一端が前記弁座(14)から離間または前記弁座(14)に当接すると前記噴孔(13)を開閉するニードル(30)と、

前記ニードル(30)とともに前記ハウジング(20)内を往復移動可能に設けられた可動コア(40)と、

前記ハウジング(20)の内側の前記可動コア(40)の前記弁座(14)とは反対側に設けられた固定コア(41)と、

通電されると前記可動コア(40)を前記固定コア(41)側に吸引し前記ニードル(30)を前記弁座(14)とは反対側に移動させることが可能なコイル(44)と、

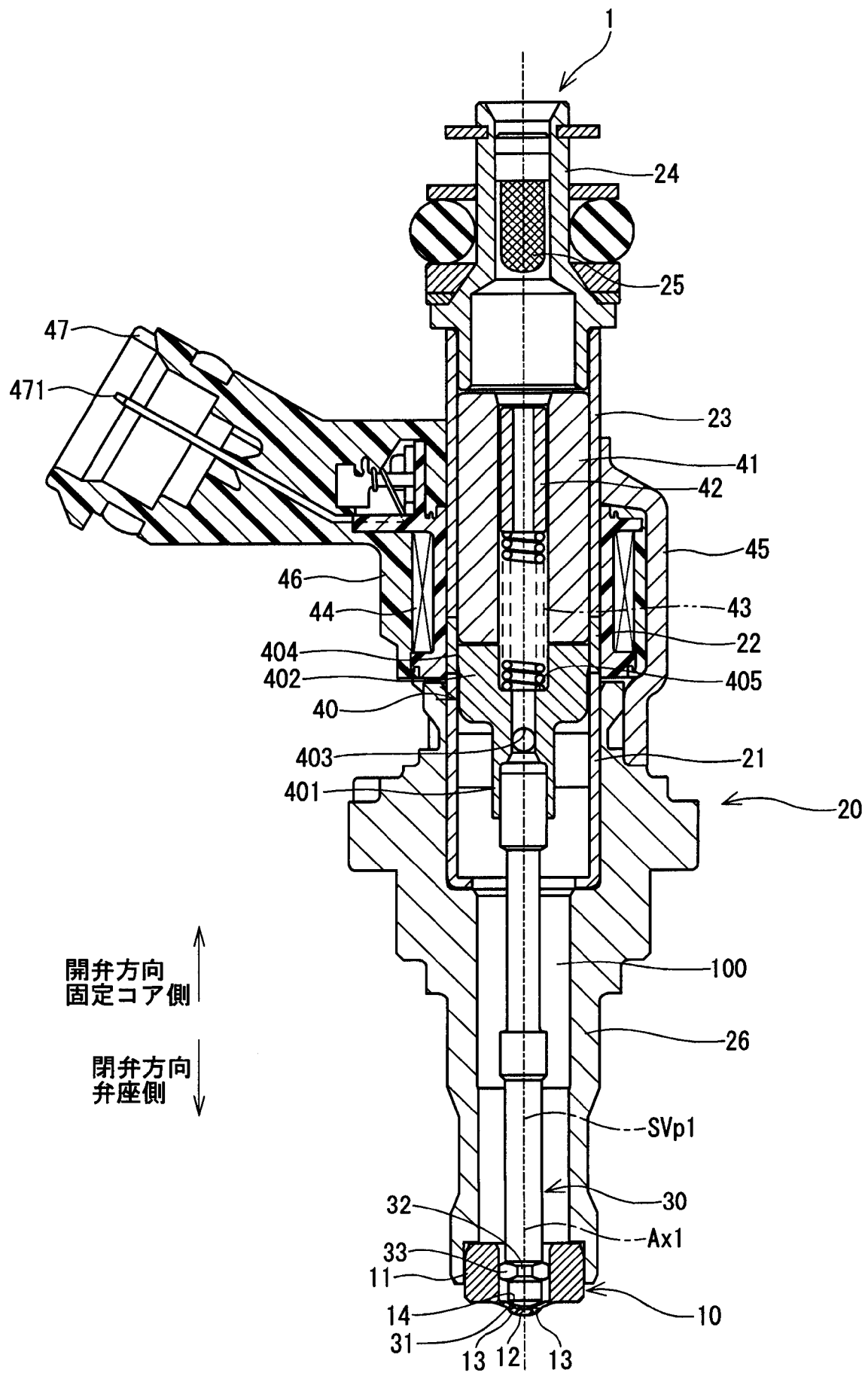
前記ニードル(30)および前記可動コア(40)を前記弁座(14)側に付勢可能な弁座側付勢部材(43)と、

前記ハウジング(20)の径方向外側に設けられ、前記コイル(44)へ供給する電力が入力されるコネクタ部(47)と、をさらに備え、

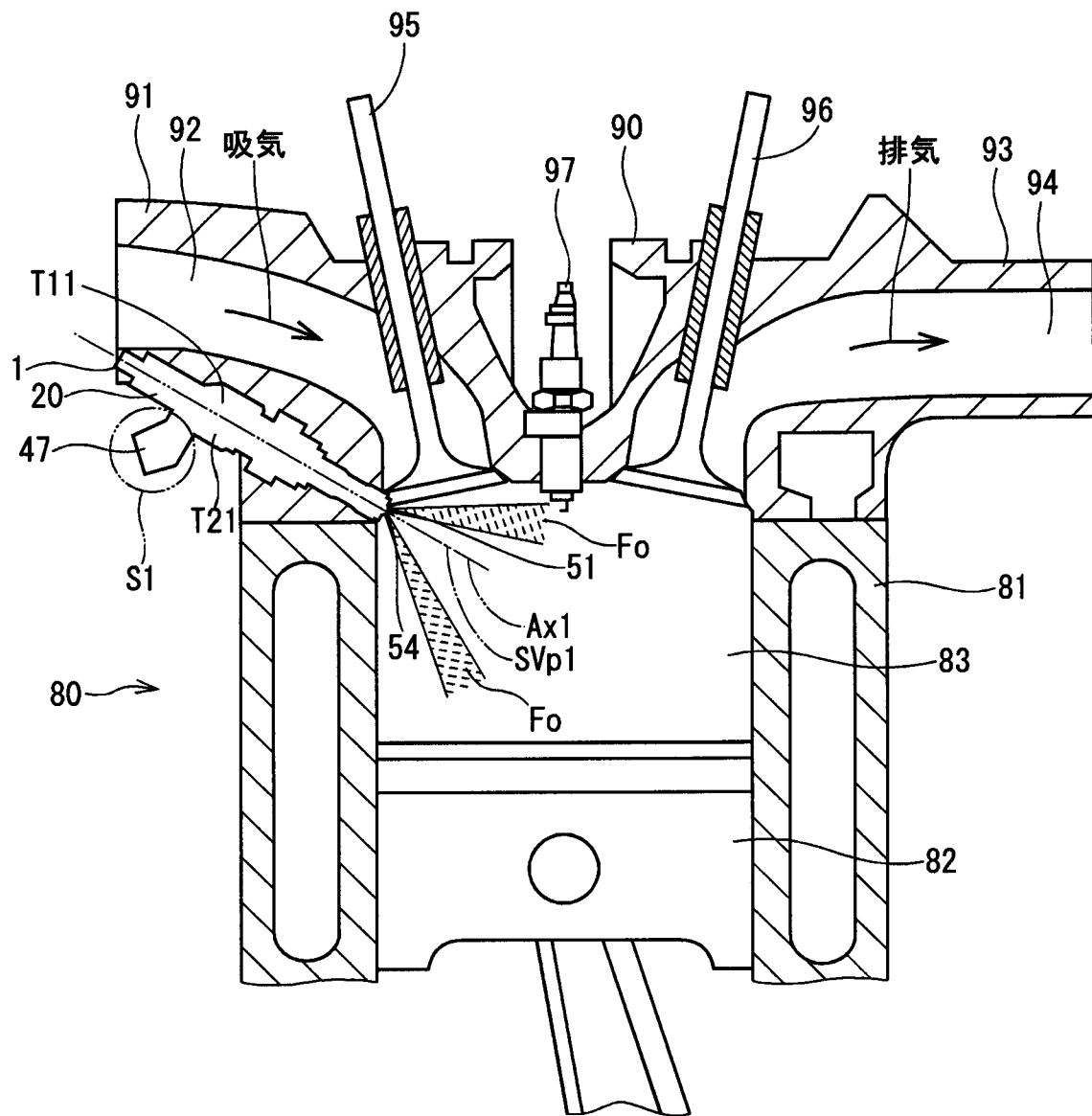
前記特定仮想平面(SVp1)で前記ノズル底部(12)および前記ハウジング(20)を2つの領域(T11、T21)に分けたとき、前記コネクタ部(47)は、前記第2噴孔(54、53、55)が位置する領域(T21)側に位置している請求項4に記載の燃料噴射

装置。

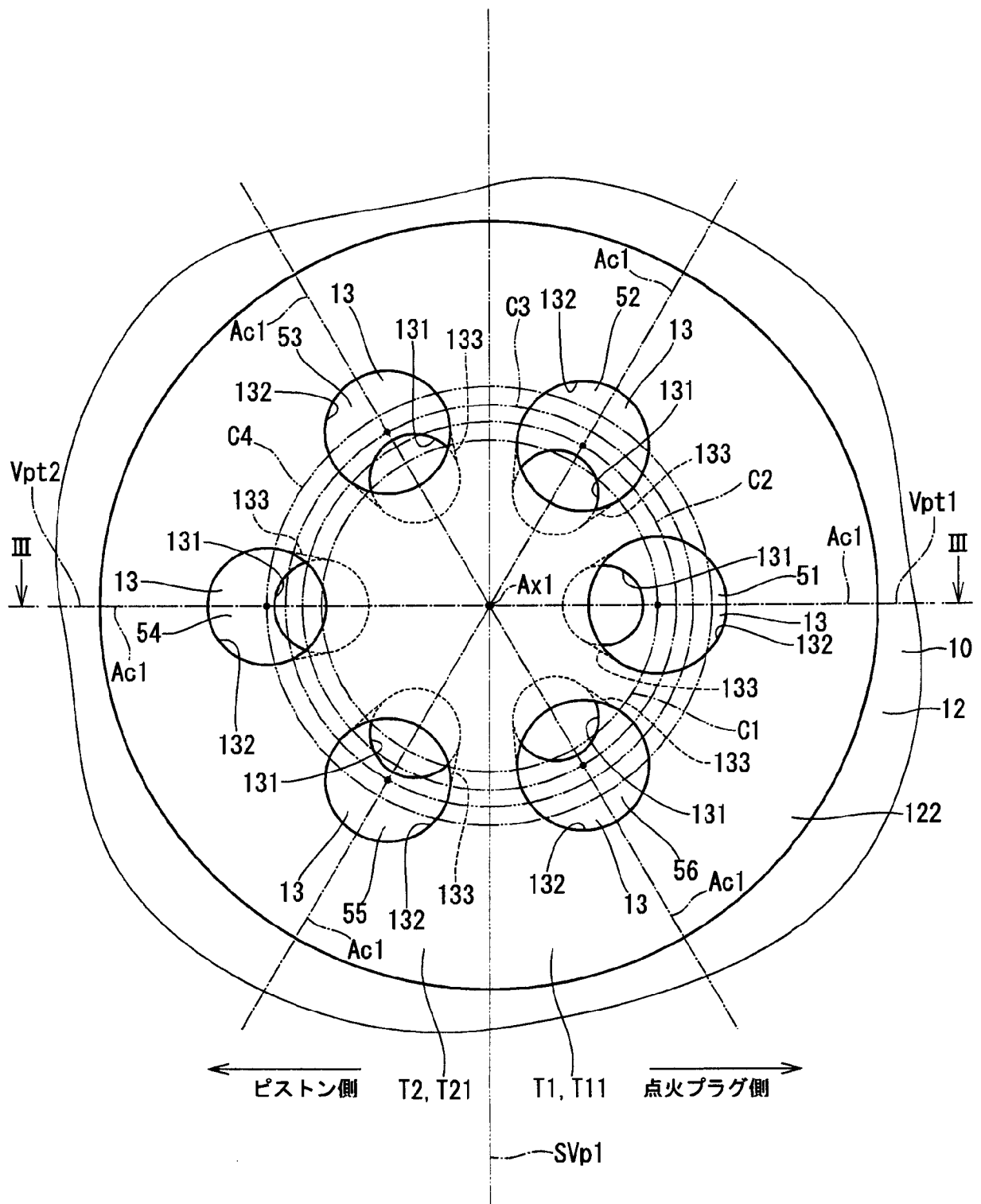
[図1]



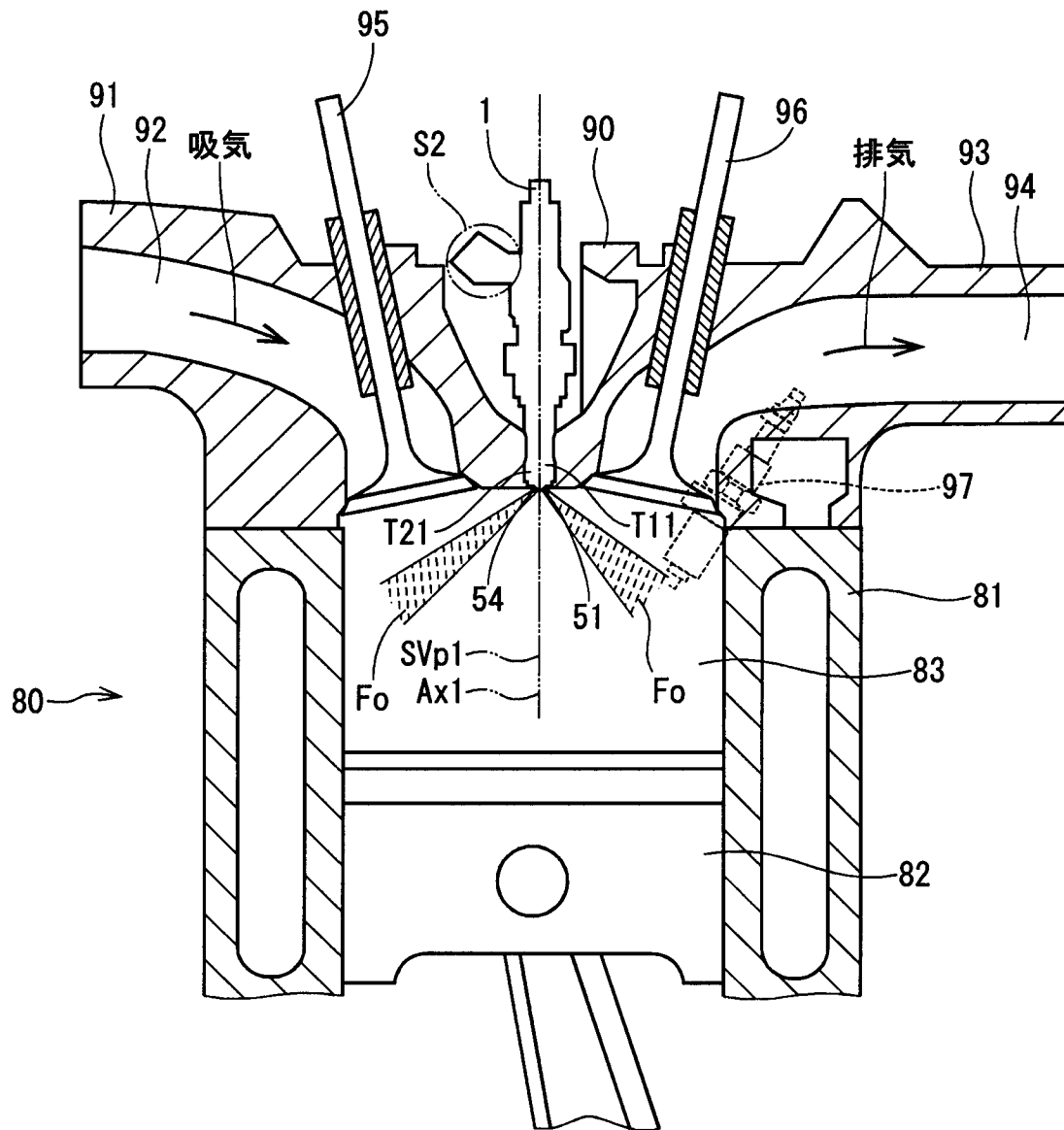
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/088605

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-319835 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 03 December 1996 (03.12.1996), paragraphs [0033] to [0053]; fig. 3, 7 to 8 & US 5775289 A columns 7 to 11; fig. 3, 8 to 9 & EP 742366 A1	1-5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 141976/1988 (Laid-open No. 64755/1990) (Diesel Kiki Co., Ltd.), 15 May 1990 (15.05.1990), fig. 2 (Family: none)	1-5

☒ 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
30 January 2017 (30.01.17)

Date of mailing of the international search report
07 February 2017 (07.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/088605

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 2007-51589 A (Denso Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0049] to [0051]; fig. 4 & US 2007/0040053 A1 paragraphs [0062] to [0063]; fig. 4 to 5	1-5
A	JP 2014-88773 A (Toyota Motor Corp.), 15 May 2014 (15.05.2014), paragraphs [0032] to [0033]; fig. 5 (Family: none)	1-5

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-319835 A (ヤマハ発動機株式会社) 1996. 12. 03, 段落 0033-0053, 図 3, 7-8 & US 5775289 A, 第 7-11 欄, 図 3, 8-9 & EP 742366 A1	1-5
Y	日本国実用新案登録出願63-141976号(日本国実用新案登録出願公開 2-64755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 (ディーゼル機器株式会社) 1990. 05. 15, 図 2 (ファミリ ーなし)	1-5

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

30.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀内 亮吾

3 G

4 6 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-51589 A (株式会社デンソー) 2007. 03. 01, 段落 0049-0051, 図 4 & US 2007/0040053 A1, 段落 0062-0063, 図 4-5	1-5
A	JP 2014-88773 A (トヨタ自動車株式会社) 2014. 05. 15, 段落 0032-0033, 図 5 (ファミリーなし)	1-5