

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6020380号  
(P6020380)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2M 61/18 (2006.01)

FO2M 61/18 330Z

FO2M 61/18 320Z

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-161594 (P2013-161594)  
 (22) 出願日 平成25年8月2日(2013.8.2)  
 (65) 公開番号 特開2015-31212 (P2015-31212A)  
 (43) 公開日 平成27年2月16日(2015.2.16)  
 審査請求日 平成27年7月22日(2015.7.22)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100106149  
 弁理士 矢作 和行  
 (74) 代理人 100121991  
 弁理士 野々部 泰平  
 (74) 代理人 100145595  
 弁理士 久保 貴則  
 (72) 発明者 金田 浩毅  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内

審査官 川口 真一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有底円筒状のノズルボディに形成された複数の噴孔(155)から内燃機関に設けられた燃焼室内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁であって、

前記複数の噴孔は、前記ノズルボディの中心軸線(18)周りの同一仮想円(19)上に入口側開口(156)を位置させており、且つ、基準となる基準内径( $D_{n1}$ ,  $D_{n2}$ ,  $D_{n201}$ ,  $D_{n202}$ )が互いに異なる第一噴孔(155a, 255a)及び第二噴孔(155b, 255b)を含み、

前記第一噴孔及び前記第二噴孔は、各前記基準内径を維持しつつ延伸する筒孔形状であり、

前記第一噴孔の流路長さ( $L_{n1}$ ,  $L_{n201}$ )を前記第一噴孔の基準内径( $D_{n1}$ ,  $D_{n201}$ )によって除算した値は、前記第二噴孔の流路長さ( $L_{n2}$ ,  $L_{n202}$ )を前記第二噴孔の基準内径( $D_{n2}$ ,  $D_{n202}$ )によって除算した値に揃えられ、

前記第一噴孔の流路長さを前記第一噴孔の基準内径によって除算した値、及び前記第二噴孔の流路長さを前記第二噴孔の基準内径によって除算した値は共に、1.45以上、1.85以下であることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項2】

有底円筒状のノズルボディに形成された複数の噴孔から内燃機関に設けられた燃焼室内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁であって、

前記複数の噴孔は、前記ノズルボディの中心軸線(18)周りの同一仮想円(19)上

10

20

に入口側開口（３５６）を位置させており、且つ、基準となる基準内径（ $D_{n301}$ 、 $D_{n302}$ ）が互いに異なる第一噴孔（３５５ａ）及び第二噴孔（３５５ｂ）を含み、

前記第一噴孔及び前記第二噴孔は、燃料上流側から燃料下流側に向かうに従って各前記基準内径から拡張するテーパ孔形状であり、

前記第一噴孔の流路長さ（ $L_{n301}$ ）を前記第一噴孔の基準内径（ $D_{n301}$ ）によって除算した値、及び前記第二噴孔の流路長さ（ $L_{n302}$ ）を前記第二噴孔の基準内径（ $D_{n302}$ ）によって除算した値は共に、２．０以上であることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項３】

前記第一噴孔の流路長さを前記第一噴孔の基準内径によって除算した値は、前記第二噴孔の流路長さを前記第二噴孔の基準内径によって除算した値に揃えられることを特徴とする請求項２に記載の燃料噴射弁。

10

【請求項４】

前記複数の噴孔が形成される噴孔壁（１６０，３６０）、を備える燃料噴射弁であって、

前記噴孔壁は、

前記第一噴孔と連続しつつ前記噴孔壁を貫通し、前記第一噴孔よりも流路面積を大きくされ、前記第一噴孔の流路長さと前記噴孔壁の壁厚との差を補完するように流路長さ（ $L_{e1}$ ， $L_{e301}$ ）を規定される第一拡張孔（１６４，３６４）と、

前記第二噴孔と連続しつつ前記噴孔壁を貫通し、前記第二噴孔よりも流路面積を大きくされ、前記第二噴孔の流路長さと前記噴孔壁の壁厚との差を補完するように流路長さ（ $L_{e2}$ ， $L_{e302}$ ）を規定される第二拡張孔（１６５，３６５）と、を形成することを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

20

【請求項５】

前記第一拡張孔は、前記第一噴孔の燃料下流側に形成され、

前記第二拡張孔は、前記第二噴孔の燃料下流側に形成されることを特徴とする請求項４に記載の燃料噴射弁。

【請求項６】

前記第一拡張孔及び前記第二拡張孔は共に筒孔形状であり、

前記第一拡張孔は、前記第一噴孔と同軸上に位置し、

前記第二拡張孔は、前記第二噴孔と同軸上に位置することを特徴とする請求項４又は５に記載の燃料噴射弁。

30

【請求項７】

前記第一噴孔を貫通させる第一領域（２６０ａ）及び前記第二噴孔を貫通させる第二領域（２６０ｂ）を有する噴孔壁（２６０）、を備える燃料噴射弁であって、

前記第一領域の壁厚（ $t_1$ ）及び前記第二領域の壁厚（ $t_2$ ）は、それぞれ前記第一噴孔の流路長さ（ $L_{n201}$ ）及び前記第二噴孔の流路長さ（ $L_{n202}$ ）に対応するように規定されることにより、互いに異なることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【０００１】

本発明は、内燃機関に設けられた燃焼室内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、例えば特許文献１，２に開示のような燃料噴射弁には、燃焼室内へ向けて燃料を噴射する複数の噴孔が形成されている。特に特許文献２の燃料噴射弁では、複数形成された噴孔のうちで、一つの噴孔の内径が、他の噴孔の内径と異なっている。このように複数の噴孔の内径を互いに異ならせる構成によれば、燃料噴射弁から噴射される噴霧の形状は

50

、内燃機関の燃料室の形状に適合し易くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5033735号公報

【特許文献2】特開2008-202483号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献2に開示の燃料噴射弁のように、一つの噴孔の内径が他の噴孔の内径と異なる場合、各噴孔から噴射される噴霧の特性も、互いに異なり得る。そのため、各噴孔から噴射される燃料の粒径が互いに異なる、或いは各噴孔から噴射される噴霧の広がり

10

の態様（以下、「噴霧変化率」）が互いに異なる等の事態が生じ得た。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、燃料噴射弁に形成される複数の噴孔の内径が互いに異なっている、各噴孔から噴射される噴霧の特性を近似させることが可能な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】

【0006】

上記目的を達成するために、第一の発明は、有底円筒状のノズルボディに形成された複数の噴孔（155）から内燃機関に設けられた燃焼室内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁であって、複数の噴孔は、ノズルボディの中心軸線（18）周りの同一仮想円（19）上に入口側開口（156）を位置させており、且つ、基準となる基準内径（ $D_{n1}$ 、 $D_{n2}$ 、 $D_{n201}$ 、 $D_{n202}$ ）が互いに異なる第一噴孔（155a、255a）及び第二噴孔（155b、255b）を含み、第一噴孔及び第二噴孔は、各基準内径を維持しつつ延伸する筒孔形状であり、第一噴孔の流路長さ（ $L_{n1}$ 、 $L_{n201}$ ）を第一噴孔の基準内径（ $D_{n1}$ 、 $D_{n201}$ ）によって除算した値は、第二噴孔の流路長さ（ $L_{n2}$ 、 $L_{n202}$ ）を第二噴孔の基準内径（ $D_{n2}$ 、 $D_{n202}$ ）によって除算した値に揃えられ、第一噴孔の流路長さを第一噴孔の基準内径によって除算した値、及び第二噴孔の流路長さを第二噴孔の基準内径によって除算した値は共に、1.45以上、1.85以下であることを特徴としている。

20

30

【0007】

本願発明者は、燃料噴射弁における噴霧の微粒化特性が噴孔の流路長さ及び基準内径の比と関連していることを見出した。そこで第一の発明では、流路長さを基準内径によって除算した値が第一噴孔及び第二噴孔において互いに揃えられている。故に、これらの噴孔における基準内径が互いに異なっている、第一噴孔及び第二噴孔の微粒化特性は、互いに近似し得る。以上によれば、燃料噴射弁は、内燃機関の燃料室に適合した噴霧形状を形成しつつ、各噴孔から噴射される噴霧についても粒径のばらつきを低減させることができる。

さらに本願発明者は、基準内径の維持された噴孔から噴射される噴霧の長さ（以下、「噴霧長さ」）について、流路長さを基準内径によって除算した値と相関があることを見出した。そこでこの発明のように、基準内径に対する流路長さの上限を規定することにより、噴孔内を流れる燃料が整流されすぎてしまう事態は、回避され得る。こうした思想に基づいて流路長さを基準内径によって除算した値の上限を設けることによれば、第一噴孔及び第二噴孔の基準内径が互いに異なっている、これらの噴孔から噴射される燃料の噴霧長さは、共に抑制され得る。したがって、燃料噴射弁は、内燃機関の燃料室にさらに最適な形状の噴霧を形成できるようになる。

40

【0008】

また本願発明者は、噴孔から噴射される噴霧の変化率と、噴孔の流路長さを基準内径によって除算した値との間に関連を見出した。そこで第二の発明は、有底円筒状のノズルボ

50

ディに形成された複数の噴孔から内燃機関に設けられた燃焼室内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁であって、複数の噴孔は、ノズルボディの中心軸線(18)周りの同一仮想円(19)上に入口側開口(356)を位置させており、且つ、基準となる基準内径(Dn301, Dn302)が互いに異なる第一噴孔(355a)及び第二噴孔(355b)を含み、第一噴孔及び第二噴孔は、燃料上流側から燃料下流側に向かうに従って各基準内径から拡径するテーパ孔形状であり、第一噴孔の流路長さ(Ln301)を第一噴孔の基準内径(Dn301)によって除算した値、及び第二噴孔の流路長さ(Ln302)を第二噴孔の基準内径(Dn302)によって除算した値は共に、2.0以上であることを特徴としている。

【0009】

10

これらの発明のように、基準内径に対する流路長さが確保されていれば、噴孔内を流れる燃料に整流作用が生じ得る。そのため、噴孔から噴射された噴霧は、噴孔の向けられた方向に安定して飛ぶことができる。こうした思想に基づき、流路長さを基準内径によって除算した値を上述の所定値以上確保することによれば、第一噴孔及び第二噴孔の基準内径が互いに異なっているとしても、これらの噴孔から噴射される噴霧の変化率は、互いに近似し且つ安定的な値となる。したがって、燃料噴射弁は、内燃機関の燃料室に適合した形状の噴霧を安定的に形成できるようになる。

【0012】

尚、上記括弧内の参照番号は、本発明の理解を容易にすべく、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、本発明の範囲を何ら制限するものではない。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第一実施形態による燃料噴射弁を示す断面図である。

【図2】サック部の近傍を拡大して示す断面図である。

【図3】図2のIII-III線断面図である。

【図4】第一噴孔の近傍をさらに拡大して示す断面図である。

【図5】第二噴孔の近傍をさらに拡大して示す断面図である。

【図6】円筒孔形状の噴孔において、L/D値の増減に伴う噴霧の特性の変化を示す図である。

30

【図7】第二実施形態のサック部の近傍を拡大して示す断面図である。

【図8】第一噴孔の近傍をさらに拡大して示す断面図である。

【図9】第二噴孔の近傍をさらに拡大して示す断面図である。

【図10】第三実施形態の第一噴孔の近傍を拡大して示す断面図である。

【図11】第二噴孔の近傍を拡大して示す断面図である。

【図12】テーパ孔形状の噴孔において、L/D値の増減に伴う噴霧の特性の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

40

【0015】

(第一実施形態)

図1に示す本発明の第一実施形態による燃料噴射弁10は、内燃機関としてのガソリン

50

エンジンに設置され、当該ガソリンエンジンに設けられた燃焼室（図示しない）内へ向けて燃料を噴射する。尚、かかる適用形態以外にも、例えば燃料噴射弁１０は、ガソリンエンジンの燃焼室に連通する吸気通路へ燃料を噴射するものであってもよいし、内燃機関としてのディーゼルエンジンの燃焼室へ燃料を噴射するものであってもよい。

#### 【００１６】

燃料噴射弁１０は、弁ボディ１１、固定コア２０、可動コア３０、弁部材４０、弾性部材５０、並びに駆動部６０を備えている。

#### 【００１７】

弁ボディ１１は、コアハウジング１２、入口部材１３、ノズルホルダ１４及びノズルボディ１５等から構成されている。コアハウジング１２は円筒状に形成されており、軸方向の一端部側から他端部側へ向かって順に第一磁性部１２ａ、非磁性部１２ｂ及び第二磁性部１２ｃを有している。磁性材からなる各磁性部１２ａ、１２ｃと、非磁性材からなる非磁性部１２ｂとは、レーザ溶接等によって結合されている。かかる結合構造によって非磁性部１２ｂは、第一磁性部１２ａと第二磁性部１２ｃの間において磁束が短絡するのを防止している。

#### 【００１８】

第二磁性部１２ｃにおいて非磁性部１２ｂとは反対側の軸方向端部には、円筒状の入口部材１３が固定されている。入口部材１３は、燃料ポンプ（図示しない）から燃料が供給される燃料入口１３ａを形成している。燃料入口１３ａへの供給燃料を濾過して下流側のコアハウジング１２内へ導くために第一実施形態では、入口部材１３の内周側に燃料フィルタ１６が固定されている。

#### 【００１９】

第一磁性部１２ａにおいて非磁性部１２ｂとは反対側の軸方向端部には、磁性材によって円筒状に形成されたノズルホルダ１４を介して、ノズルボディ１５が固定されている。ノズルボディ１５は有底円筒状に形成されており、コアハウジング１２及びノズルホルダ１４と共同して燃料通路１７を内周側に形成している。図２に示すようにノズルボディ１５は、弁座部１５０及びサック部１５２を有している。

#### 【００２０】

弁座部１５０は、軸方向のうち燃料下流側へ向かうに従って一定の縮径率で縮径するテーパ面状の内周面によって、弁座面１５１を形成している。サック部１５２は、弁座面１５１によって燃料通路１７を形成する弁座部１５０の燃料下流側に、隣接している。サック部１５２は、燃料上流側の燃料通路１７へ向かって開口する凹部１５３を、カップ状に形成している。この凹部１５３においてサック室１５４を形成する内面には、当該サック室１５４と連通する噴孔１５５が開口している。図２、３に示すように第一実施形態の噴孔１５５は、ノズルボディ１５の中心軸線１８周りに互いに間隔をあけて複数設けられている。各噴孔１５５の各入口側開口１５６は、中心軸線１８周りの同一仮想円１９上に位置している。また各噴孔１５５は、燃料下流側となる各出口側開口１５７へ向かうに従って凹部１５３の外周側に傾斜している。

#### 【００２１】

図１に示すように固定コア２０は、磁性材によって円筒状に形成されており、コアハウジング１２のうち非磁性部１２ｂ及び第二磁性部１２ｃの内周面に同軸上に固定されている。固定コア２０には、その径方向中央部を軸方向に貫通する貫通孔２０ａが設けられている。燃料入口１３ａから燃料フィルタ１６を経て貫通孔２０ａへ流入する燃料は、その下流側となる可動コア３０側へ向かって当該貫通孔２０ａから流出することとなる。

#### 【００２２】

可動コア３０は、磁性材によって段付円筒状に形成されており、コアハウジング１２の内周側に同軸上に配置されて燃料上流側の固定コア２０と軸方向に対向している。可動コア３０は、コアハウジング１２のうち非磁性部１２ｂの内周壁によって案内されることで、軸方向両側への正確な往復移動が可能となっている。可動コア３０には、その径方向中央部を軸方向に貫通する第一貫通孔３０ａと、軸方向中間部を径方向に貫通して第一貫通

10

20

30

40

50

孔 3 0 a に連通する第二貫通孔 3 0 b とが、設けられている。固定コア 2 0 の貫通孔 2 0 a から流出した燃料は、その下流側において可動コア 3 0 の第一貫通孔 3 0 a へ流入し、第二貫通孔 3 0 b からコアハウジング 1 2 内の燃料通路 1 7 へと流出することになる。

#### 【 0 0 2 3 】

弁部材 4 0 は、非磁性材によって横断面が円形のニードル状に形成されており、弁ボディ 1 1 のうち要素 1 2 , 1 4 , 1 5 が内周側に形成する燃料通路 1 7 内に同軸上に配置されている。弁部材 4 0 において燃料上流側の軸方向端部は、可動コア 3 0 の第一貫通孔 3 0 a の内周面に同軸上に固定されている。また図 1 , 2 に示すように、弁部材 4 0 において燃料下流側の軸方向端部は、軸方向のうち燃料下流側へ向かうに従って縮径する当接部 4 1 を形成しており、弁座面 1 5 1 に対して当該当接部 4 1 を当接可能に対向させている。弁部材 4 0 は、所定の中心軸線 1 8 に沿った変位によって弁座面 1 5 1 に対し当接部 4 1 を離着座させる。こうして、噴孔 1 5 5 からの燃料噴射が断続される。具体的には、弁部材 4 0 が当接部 4 1 を弁座面 1 5 1 から離座させる開弁作動時には、燃料が燃料通路 1 7 からサック室 1 5 4 へ流入して各噴孔 1 5 5 から燃焼室へ噴射される。また一方、弁部材 4 0 が当接部 4 1 を弁座面 1 5 1 に着座させる閉弁作動時には、各噴孔 1 5 5 から燃焼室への燃料噴射が遮断されるのである。

10

#### 【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、弾性部材 5 0 は金属製の圧縮コイルスプリングからなり、固定コア 2 0 に設けられた貫通孔 2 0 a の内周側に同軸上に収容されている。弾性部材 5 0 の一端部は、貫通孔 2 0 a の内周面に固定されたアジャスティングパイプ 2 2 の軸方向端部に係止されている。弾性部材 5 0 の他端部は、可動コア 3 0 のうち第一貫通孔 3 0 a の内面に係止されている。かかる係止構造によって弾性部材 5 0 は、それを挟む要素 2 2 , 3 0 間にて圧縮されることによって弾性変形する。したがって、弾性部材 5 0 が弾性変形によって発生する復原力は、弁部材 4 0 と共に可動コア 3 0 を燃料下流側へ付勢する付勢力となる。

20

#### 【 0 0 2 5 】

駆動部 6 0 は、コイル 6 1、樹脂ボビン 6 2、磁性ヨーク 6 3、コネクタ 6 4 等から構成されている。コイル 6 1 は、樹脂ボビン 6 2 に金属線材を巻回してなり、その外周側に磁性ヨーク 6 3 が配置されている。コイル 6 1 は、コアハウジング 1 2 のうち固定コア 2 0 の外周側となる非磁性部 1 2 b 及び第二磁性部 1 2 c の外周面に、樹脂ボビン 6 2 を介して同軸上に固定されている。コイル 6 1 は、コネクタ 6 4 に設けられたターミナル 6 4 a を介して外部の制御回路（図示しない）と電気接続されており、当該制御回路によって通電制御されるようになっている。

30

#### 【 0 0 2 6 】

ここで、コイル 6 1 が通電によって励磁するときには、磁性ヨーク 6 3、ノズルホルダ 1 4、第一磁性部 1 2 a、可動コア 3 0、固定コア 2 0 及び第二磁性部 1 2 c が共同して形成する磁気回路に、磁束が流れる。その結果、可動コア 3 0 と固定コア 2 0 との間に、可動コア 3 0 を燃料上流側の固定コア 2 0 へ向かって吸引する磁気吸引力が発生する。また一方、通電の停止によってコイル 6 1 が消磁するときには、上述の磁気回路に磁束が流れなくなるため、可動コア 3 0 と固定コア 2 0 との間において磁気吸引力が消失するのである。

40

#### 【 0 0 2 7 】

このように構成された燃料噴射弁 1 0 の開弁作動では、コイル 6 1 への通電が開始されることで、磁気吸引力が可動コア 3 0 に作用する。すると、弁部材 4 0 と共に可動コア 3 0 は、弾性部材 5 0 の復原力に抗して固定コア 2 0 側へと移動することで、当該固定コア 2 0 と当接して停止する。その結果、弁座面 1 5 1 から当接部 4 1 が離座した状態となるので、各噴孔 1 5 5 から燃料が噴射されることとなる。

#### 【 0 0 2 8 】

こうした開弁作動後における燃料噴射弁 1 0 の閉弁作動では、コイル 6 1 への通電が停止されることで、可動コア 3 0 に作用する磁気吸引力が消失する。すると、弁部材 4 0 と

50

共に可動コア 30 は、弾性部材 50 の復原力による付勢側へと移動することで、当該弁部材 40 を弁座面 151 と当接させて停止する。その結果、弁座面 151 に当接部 41 が着座した状態となるので、各噴孔 155 からの燃料噴射が停止することとなる。

#### 【0029】

次に、図 2, 3 に示す凹部 153 近傍の構成を詳細に説明する。凹部 153 の底壁 160 は、弁座面 151 に当接部 41 を着座させた弁部材 40 に対して、距離をあけて対向するように形成されている。こうした対向構造によって、当接部 41 が弁座面 151 に着座したときの弁部材 40 の先端面 42 と底壁 160 との間には、各噴孔 155 と連通するサック室 154 が形成される。サック室 154 は、燃料中の混入異物（コンタミネーション）の噛み込みを抑制できるように容積を規定されている。

10

#### 【0030】

底壁 160 の底面には、中央面部 161 及びテーパ面部 162 が形成されている。さらに、底面の外周側には、接続面 168 が形成されている。中央面部 161 は、真円状に形成された平坦面であって、中心軸線 18 と同軸上に位置している。テーパ面部 162 は、軸方向のうち燃料下流側となる中央面部 161 へ向かうに従って一定の縮径率で縮径するテーパ面状に形成されている。接続面 168 は、燃料下流側ほど縮径率が大きくなる凹形曲面状に形成されており、テーパ面部 162 の外周側と弁座面 151 の内周側とを接続している。

#### 【0031】

以上の底壁 160 には、第一噴孔 155a 及び第二噴孔 155b を含む複数の噴孔 155 が形成されている。第一噴孔 155a 及び第二噴孔 155b は共に、円筒孔形状に形成されている。第一噴孔 155a 及び第二噴孔 155b は、それぞれの中心軸（以下、「噴孔軸線」という）をテーパ面部 162 と交差させた姿勢にて、底壁 160 内を延伸している。各噴孔軸線 159a, 159b は、テーパ面部 162 に対して斜めに交差しており、且つ、入口側開口 156 から出口側開口 157 に向かうに従ってノズルボディ 15 の外周側に傾斜している。ここで、図 4 に示す第一噴孔 155a において実質一定に維持されている内径を、基準内径  $D_{n1}$  とする。同様に、図 5 に示す第二噴孔 155b において実質一定に維持されている内径を、基準内径  $D_{n2}$  とする。図 4, 5 に示すように、第一噴孔 155a の基準内径  $D_{n1}$  は、第二噴孔 155b の基準内径  $D_{n2}$  よりも大きくされている。

20

30

#### 【0032】

さらに、第一噴孔 155a の流路長さを  $L_{n1}$  とし、第二噴孔 155b の流路長さを  $L_{n2}$  とする。第一実施形態では、第一噴孔 155a の流路長さ  $L_{n1}$  は、第二噴孔 155b の流路長さ  $L_{n2}$  よりも長くされている。こうした構成により、第一噴孔 155a における流路長さ  $L_{n1}$  をその基準内径  $D_{n1}$  によって除算した値（以下「 $L/D$  値」）は、第二噴孔 155b における流路長さ  $L_{n2}$  をその基準内径  $D_{n2}$  によって除算した  $L/D$  値に揃えられている。

#### 【0033】

以上の第一噴孔 155a 及び第二噴孔 155b の各形状を実現するため、底壁 160 には、各噴孔 155a, 155b と連続するようにして第一拡径孔 164 及び第二拡径孔 165 が形成されている。図 2, 4, 5 に示す第一拡径孔 164 及び第二拡径孔 165 は、底壁 160 の外表面側からサック室 154 に向けて形成される座ぐり穴である。

40

#### 【0034】

図 4 の第一拡径孔 164 は、噴孔軸線 159a に沿って延伸する円筒孔状に形成されており、第一噴孔 155a と同軸上に位置している。こうした形状及び配置によって第一噴孔 155a の燃料下流側に設けられた第一拡径孔 164 は、第一噴孔 155a をノズルボディ 15 の外部に連通させている。第一拡径孔 164 の内径  $D_{e1}$  は、当該拡径孔 164 の流路面積が第一噴孔 155a の流路面積よりも大きくなるよう、第一噴孔 155a の基準内径  $D_{n1}$  よりも大径に規定されている。また第一拡径孔 164 の流路長さ  $L_{e1}$  は、第一噴孔 155a の噴孔軸線 159a に沿った底壁 160 の壁厚と、第一噴孔 155a の

50

流路長さ $L_{n1}$ との差に等しくなるよう規定されており、この流路長さ $L_{n1}$ と壁厚との差を補完している。

【0035】

また、図5の第二拡径孔165は、噴孔軸線159bに沿って延伸する円筒孔状に形成されており、第二噴孔155bと同軸上に位置している。こうした形状及び配置によって第二噴孔155bの燃料下流側に設けられた第二拡径孔165は、第二噴孔155bをノズルボディ15の外部に連通させている。第二拡径孔165の内径 $D_{e2}$ は、当該拡径孔165の流路面積が第二噴孔155bの流路面積よりも大きくなるよう、第二噴孔155bの基準内径 $D_{n2}$ よりも大径に規定されている。また第二拡径孔165の流路長さ $L_{e2}$ は、第二噴孔155bの噴孔軸線159bに沿った底壁160の壁厚と、第二噴孔155bの流路長さ $L_{n2}$ との差に等しくなるよう規定されており、この流路長さ $L_{n2}$ と底壁160の壁厚との差を補完している。

10

【0036】

次に、第一噴孔155a及び第二噴孔155bの各 $L/D$ 値について、図6に基づいて詳しく説明する。尚、図6において実線を挟んで配置された一対の破線はそれぞれ、ばらつきの上限及び下限の範囲を示している。

【0037】

図6(A)に示すように、燃料噴射弁10における噴霧の微粒化特性は、噴孔の流路長さ及び基準内径の比と関連している。具体的には、噴孔における $L/D$ 値が小さくなるに従って、噴霧の粒径も小さくなる。故に第一実施形態における各噴孔155a, 155bの各 $L/D$ 値は、ばらつきを生じた粒径の上限が所定値を上回らないように規定されている。

20

【0038】

加えて図6(B)に示すように、 $L/D$ 値は、噴孔から噴射される噴霧の収縮率と関連している。この噴霧の収縮率は、数値が小さくなるほど、噴霧が収縮して拡散し難くなっていることを示している。 $L/D$ 値が大きくなるほど噴孔の流路長さが長くなるので、燃料は整流されることとなる。故に噴射された噴霧は、噴孔軸線に沿って飛び易くなる。こうした理由により、噴霧の収縮率は、 $L/D$ 値が大きくなるに従って増加する。しかし、噴霧の収縮率は、 $L/D$ 値が特定の値を超えるとほぼ一定となる。第一実施形態における各噴孔155a, 155bの各 $L/D$ 値は、こうした噴霧収縮率の増加が飽和する1.45以上に規定されている。

30

【0039】

さらに図6(C)に示すように、 $L/D$ 値は、噴孔から噴射される噴霧の長さに関連している。上述したように、 $L/D$ 値が大きくなるほど、噴孔内を流れる燃料は整流される。そのため、噴射される噴霧の長さは、 $L/D$ 値の増加に伴って、長くなるのである。故に第一実施形態の各噴孔155a, 155bの各 $L/D$ 値は、噴霧長さが所定値を上回らないように、1.85以下に規定されるのである。ここで、噴霧長さの上限を規定する所定値は、燃焼室を区画するシリンダ壁面及びピストン頂面に噴霧の先端が到達しないような値に設定されている。

【0040】

ここまで説明した第一実施形態において、第一噴孔155a及び第二噴孔155bの各 $L/D$ 値は、上述した二つの境界値(1.45, 1.85)の中間の値である1.65程度に揃えられている。故に、基準内径 $D_{n1}$ ,  $D_{n2}$ が互いに異なっているにもかかわらず、第一噴孔155a及び第二噴孔155bの微粒化特性は、互いに近似し得る。したがって、燃料噴射弁10は、取り付けられる内燃機関の燃料室に適合した噴霧形状を形成しつつ、各噴孔155a, 155bから噴射される噴霧についても粒径のばらつきを低減させることができる。

40

【0041】

加えて第一実施形態では、第一噴孔155a及び第二噴孔155bの各 $L/D$ 値が共に1.45を超えているため、各噴孔155a, 155b内を流れる燃料に十分な整流作用

50

を生じさせることができる。そのため、各噴孔 155a, 155b から噴射された噴霧は、各噴孔軸線 159a, 159b の向く方向に安定して飛ぶようになる。以上によれば、各噴孔 155a, 155b から噴射される噴霧の変化率は、互いに近似し且つ安定的な値となる。したがって、燃料噴射弁 10 は、内燃機関の燃料室に適合した形状の噴霧を安定的に形成できるようになる。

#### 【0042】

また第一実施形態によれば、第一噴孔 155a 及び第二噴孔 155b の各 L/D 値が共に 1.85 以下であるため、各噴孔 155a, 155b 内を流れる燃料が整流されすぎてしまう事態は、回避され得る。故に、各噴孔 155a, 155b から噴射された噴霧の長さは共に、シリンダ壁面及びピストン頂面に付着しないように抑制され得る。したがって、燃料噴射弁 10 は、取り付けられる内燃機関の燃料室にいっそう最適な形状の噴霧を形成できるようになる。

#### 【0043】

さらに第一実施形態では、各流路長さ  $L_{n1}$ ,  $L_{n2}$  と底壁 160 の壁厚との差が各拡張径孔 164, 165 によって補完されている。故に、底壁 160 の壁厚が一定であっても、各噴孔 155a, 155b における各 L/D 値が最適化されるように、各流路長さ  $L_{n1}$ ,  $L_{n2}$  は規定され得る。このように、各拡張径孔 164, 165 を設けて各流路長さ  $L_{n1}$ ,  $L_{n2}$  を調整する構成は、各噴孔 155a, 155b の各 L/D 値を最適化させる燃料噴射弁 10 に特に好適なのである。

#### 【0044】

また加えて第一実施形態では、各拡張径孔 164, 165 が各噴孔 155a, 155b の燃料下流側に形成されているので、各噴孔 155a, 155b に流入しようとする燃料の流れが拡張径孔 164, 165 内にて乱される事態は、回避され得る。以上によれば、サック室 154 内の燃料を各噴孔 155a, 155b に円滑に流入させることができるので、これらの噴孔 155a, 155b から噴射される噴霧の形状をいっそう安定化させることができる。

#### 【0045】

さらに加えて第一実施形態では、各拡張径孔 164, 165 が各噴孔 155a, 155b と同軸上に配置されているので、各噴孔 155a, 155b から噴射された噴霧は、各拡張径孔 164, 165 の内周壁面に当たることなく飛散し得る。故に、各拡張径孔 164, 165 を形成したことに起因して噴霧の形状が乱される事態は、回避される。

#### 【0046】

尚、第一実施形態において、底壁 160 が特許請求の範囲に記載の「噴孔壁」に相当する。

#### 【0047】

(第二実施形態)

図 7 ~ 9 に示す本発明の第二実施形態は、第一実施形態の変形例である。第二実施形態によるノズルボディ 215 の底壁 260 には、第一実施形態の各噴孔 155a, 155b (図 2 参照) に相当する、第一噴孔 255a 及び第二噴孔 255b が形成されている。以下の説明では、底壁 260 のうちで、第一噴孔 255a を貫通させている領域を第一領域 260a とし、第二噴孔 255b を貫通させている領域を第二領域 260b とする。第二実施形態でも、第一噴孔 255a の L/D 値 ( $= L_{n201} / D_{n201}$ ) と第二噴孔 255b の L/D 値 ( $= L_{n202} / D_{n202}$ ) とは、互いに揃えられており、第一実施形態と同様に例えば 1.65 程度に設定されている。

#### 【0048】

一方、第一実施形態の第一拡張径孔 164 及び第二拡張径孔 165 (図 2 参照) に相当する構成が底壁 260 からは省略されている。第二実施形態では、第一噴孔 255a 及び第二噴孔 255b の各流路長さ  $L_{n201}$ ,  $L_{n202}$  を実現するために、第一領域 260a 及び第二領域 260b の壁厚が、それぞれ各流路長さ  $L_{n201}$ ,  $L_{n202}$  に対応するよう規定されている。このように互いに異なる第一領域 260a 及び第二領域 260b の

各壁厚  $t_1$  ,  $t_2$  は、実質一定の壁厚に成形されたノズルボディ 215 につき、その外表面を削ることによって調整されている。具体的には、図 8 , 9 に示すように、第一領域 260a を形成するためにノズルボディ 215 を削る厚さ  $t_{c1}$  よりも、第二領域 260b を形成するためにノズルボディ 215 を削る厚さ  $t_{c2}$  が大きくされている。こうした切削工程によって、互いに異なる流路長さ  $L_{n201}$  ,  $L_{n202}$  とされた各噴孔 255a , 255b が実現されている。尚、上述の各壁厚  $t_1$  ,  $t_2$  及び各切削厚さ  $t_{c1}$  ,  $t_{c2}$  は、各噴孔軸線 259a , 259b に沿って規定されている。

#### 【0049】

ここまで説明した第二実施形態においても、第一噴孔 255a 及び第二噴孔 255b の各  $L/D$  値を所定の範囲内に揃えることにより、第一実施形態と同様の効果を奏することとなる。したがって、各噴孔 255a , 255b の基準内径  $D_{n201}$  ,  $D_{n202}$  が互いに異なっているとしても、これらから噴射される噴霧の特性を互いに近似させることが可能になる。

#### 【0050】

加えて第二実施形態のように、各噴孔 255a , 255b を貫通させている第一領域 260a 及び第二領域 260b の壁厚  $t_1$  ,  $t_2$  を異ならせることによって、各流路長さ  $L_{n201}$  ,  $L_{n202}$  の違いが実現されていてもよい。こうした構成であれば、各  $L/D$  値を最適化した構成の実現性は、いっそう向上する。尚、第二実施形態では、底壁 260 が特許請求の範囲に記載の「噴孔壁」に相当する。

#### 【0051】

(第三実施形態)

図 10 , 11 に示す本発明の第三実施形態は、第一実施形態の別の変形例である。第三実施形態の底壁 360 には、第一噴孔 355a 及び第一拡径孔 364 よりなる貫通孔と、第二噴孔 355b 及び第二拡径孔 365 よりなる貫通孔とが形成されている。第一噴孔 355a 及び第二噴孔 355b は、燃料上流側となる入口側開口 356 から燃料下流側となる出口側開口 357 に向かうに従って、それぞれの基準内径  $D_{n301}$  ,  $D_{n302}$  から拡径するテーパ孔形状に形成されている。第三実施形態においても、第一噴孔 355a の  $L/D$  値 ( $= L_{n301} / D_{n301}$ ) と第二噴孔 355b の  $L/D$  値 ( $= L_{n302} / D_{n302}$ ) とは、互いに揃えられている。

#### 【0052】

一方、第一拡径孔 364 及び第二拡径孔 365 は、第一実施形態の各拡径孔 164 , 165 (図 4 参照) に相当し、各噴孔 355a , 355b の各噴孔軸線 359a , 359b 上に同軸配置されている。各拡径孔 364 , 365 の各内径  $D_{e301}$  ,  $D_{e302}$  は、各噴孔 355a , 355b の各基準内径  $D_{n301}$  ,  $D_{n302}$  よりも大径とされている。第一拡径孔 364 の流路長さ  $L_{e301}$  は、第一噴孔 355a の流路長さ  $L_{n301}$  と底壁 360 の壁厚との差を補完している。同様に、第二拡径孔 365 の流路長さ  $L_{e302}$  は、第二噴孔 355b の流路長さ  $L_{n302}$  と底壁 360 の壁厚との差を補完している。

#### 【0053】

次に、第三実施形態の各噴孔 355a , 355b のようなテーパ孔形状の噴孔における  $L/D$  値について、以下、図 12 に基づいて詳しく説明する。

#### 【0054】

図 12 (A) に示すように、噴孔がテーパ孔形状であっても、噴霧の微粒化特性は、 $L/D$  値と関連している。テーパ孔形状における噴霧の粒径は、 $L/D$  値が小さくなるに伴って一旦小さくなる。しかし、特定の変曲点 ( $L/D$  値  $= 2.5$  程度) よりも  $L/D$  値が小さくなると、噴霧の粒径は、次第に大きくなる。これは、流路長さが短いために、液膜化した噴霧領域が形成され難くなったためだと推定される。詳しく説明すると、燃料を微粒化させるためには、噴霧の外周部分に燃料を液膜化させた領域を形成する必要がある。しかし、流路長さが短くなると、燃料の流れは、内径の変化する噴孔の内周壁面に沿い難くなる。そのため、液膜化した噴霧領域が形成され難くなり、噴霧の粒径が大きくなるのであ

10

20

30

40

50

る。第三実施形態における各噴孔 3 5 5 a , 3 5 5 b の各 L / D 値の範囲は、極小値を示す上述の L / D 値を挟むようにして規定される。

【 0 0 5 5 】

図 1 2 ( B ) に示すように、噴孔がテーパ孔形状であっても、L / D 値は、噴孔から噴射される噴霧の収縮率と関連している。テーパ孔形状における噴霧の収縮率は、第一実施形態と同様に、L / D 値が特定の値を超えるとほぼ一定となる。第三実施形態における各噴孔 3 5 5 a , 3 5 5 b の各 L / D 値は、こうした噴霧収縮率の増加が飽和する 2 . 0 以上に規定される。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 ( C ) に示すように、噴孔がテーパ孔形状である場合の L / D 値に対する噴霧の長さの変化率は、噴孔が円筒孔形状である場合と比較して、小さくなる。故に、L / D 値を増加させても、噴霧長さは、この噴霧長さの上限を規定した所定値を上回り難い。そのため、第三実施形態の各噴孔 3 5 5 a , 3 5 5 b の各 L / D 値は、図 1 2 ( A ) に示す極小値を図 1 2 ( B ) に示す下限値と共に中央に挟むようにして、例えば 3 . 0 に規定される。

【 0 0 5 7 】

ここまで説明した第三実施形態において、第一噴孔 3 5 5 a 及び第二噴孔 3 5 5 b の各 L / D 値は、上述した二つの境界値 ( 2 . 0 , 3 . 0 ) の中間の値であって、最も噴霧の粒径の小さくなる例えば 2 . 5 程度に揃えられている。こうして、第一噴孔 3 5 5 a 及び第二噴孔 3 5 5 b の各 L / D 値を所定の範囲内に揃えることにより、第一実施形態と同様の効果を奏することとなる。したがって、各噴孔 3 5 5 a , 3 5 5 b の基準内径  $D_{n301}$  ,  $D_{n302}$  が互いに異なっている、これらから噴射される噴霧の特性を互いに近似させることが可能になる。尚、第三実施形態では、底壁 3 6 0 が特許請求の範囲に記載の「噴孔壁」に相当する。

【 0 0 5 8 】

( 他の実施形態 )

以上、本発明による複数の実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

【 0 0 5 9 】

上記実施形態では、基準内径の異なる二つの噴孔について、それぞれの L / D 値が揃えられていた。しかし、三つ以上の基準内径の異なる噴孔が、それぞれの L / D 値を揃えられていてもよい。加えて、各噴孔の各 L / D 値は、厳密に同一にされていなくてもよく、噴霧の特性を近似させ得る程度に互いに揃えられていればよい。また、ノズルボディに形成された全ての噴孔の L / D 値が揃えられることが望ましいものの、一部の噴孔の L / D 値が、他の噴孔の L / D 値と不揃いであってもよい。

【 0 0 6 0 】

上記実施形態では、各 L / D 値は、噴孔の形状に基づいて規定された上限値及び下限値の範囲内において規定されていた。しかし、各噴孔の各 L / D 値は、上限値及び下限値の範囲外において、互いに揃えられていてもよい。さらに、各噴孔の各 L / D 値は、上限値及び下限値の範囲内において、互いに異なる値に規定されていてもよい。

【 0 0 6 1 】

上記実施形態において、複数の噴孔は、同一仮想円 1 9 ( 図 3 参照 ) に沿って配列されていたが、複数の噴孔の入口側開口を設ける位置は、要求される噴霧の形状に応じて適宜変更されてよい。例えば、大径の第一噴孔の内周側に小径の第二噴孔が配置されていてもよい。又は、こうした第一噴孔及び第二噴孔が周方向に交互に配列されていてもよい。また、個々の噴孔の形状は、互いに相似形状に形成されていれば、適宜変更されてよい。例えば、第三実施形態のようなテーパ孔状の噴孔において、その内壁面のテーパ角度は適宜変更されてよい。具体的には、入口側開口から出口側開口に向かうに従って縮径するテーパ孔形状に噴孔が形成されていてもよい。加えて、各噴孔の横断面の形状は、真円形状で

なくてもよく、楕円形状等であってもよい。

【 0 0 6 2 】

上記第一、第三実施形態において、拡径孔の軸方向は、噴孔軸線と同じ方向に向けられていた。しかし、拡径孔の軸方向は、噴孔軸線に対し交差していてもよい。また、拡径孔の中心は、噴孔軸線上からずれて位置していてもよい。さらに、拡径孔は、上述したような円筒孔形状に限定されず、燃料下流側に向かうに従って拡径されるテーパ孔形状、又はノズルボディの外表面を窪ませてなる半球形状等であってもよい。また、拡径孔は、噴孔の燃料下流側ではなく、噴孔の燃料上流側にサック室と連通するような形態で設けられていてもよい。

【 0 0 6 3 】

上記第二実施形態では、ノズルボディの外表面を削る切削厚さを領域毎に変更することによって、流路長さの異なる噴孔が実現されていた。こうした構成であれば、噴孔と拡径孔との間に径方向の段差面が形成されない。そのため、段差面の外周部分にデポジットが堆積する事態は、回避され得る。このように、ノズルボディにおいて第一領域の壁厚と第二領域の壁厚との間に差を設ける方法は、上述のような切削に限定されない。例えば、ノズルボディの成形時に、第一領域と第二領域との壁厚の差が既に設けられていてもよい。さらに、第一領域における切削前の壁厚が第一噴孔の流路長さに既に対応していれば、第一領域及び第二領域のうちで第二領域のみが切削によって形成されてもよい。

【符号の説明】

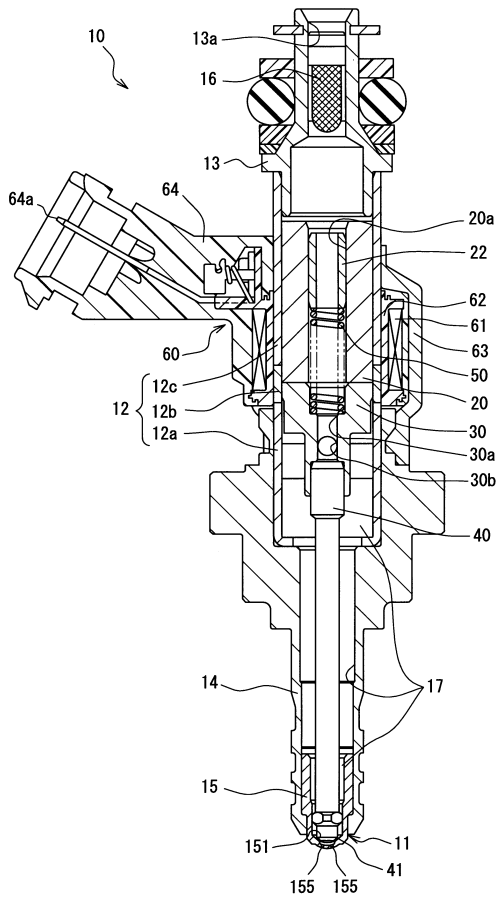
【 0 0 6 4 】

1 0 燃料噴射弁、1 5 5 噴孔、1 5 5 a , 2 5 5 a , 3 5 5 a 第一噴孔、1 5 5 b , 2 5 5 b , 3 5 5 b 第二噴孔、1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 底壁(噴孔壁)、1 6 4 , 3 6 4 第一拡径孔、1 6 5 , 3 6 5 第二拡径孔、2 6 0 a 第一領域、2 6 0 b 第二領域、D n 1 , D n 2 , D n 2 0 1 , D n 2 0 2 , D n 3 0 1 , D n 3 0 2 噴孔の基準内径、L n 1 , L n 2 , L n 2 0 1 , L n 2 0 2 , L n 3 0 1 , L n 3 0 2 噴孔の流路長さ、L e 1 , L e 2 , L e 3 0 1 , L e 3 0 2 拡径孔の流路長さ

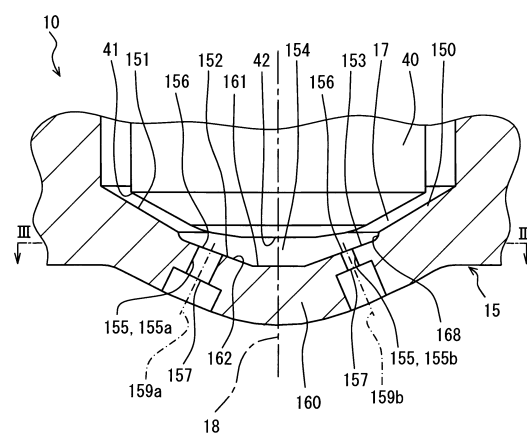
10

20

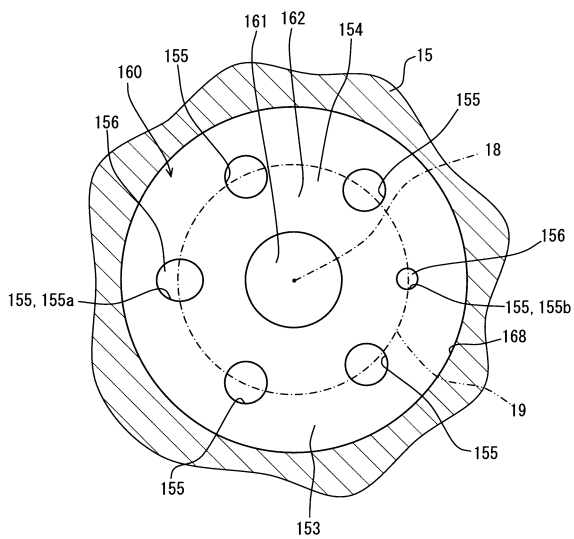
【図 1】



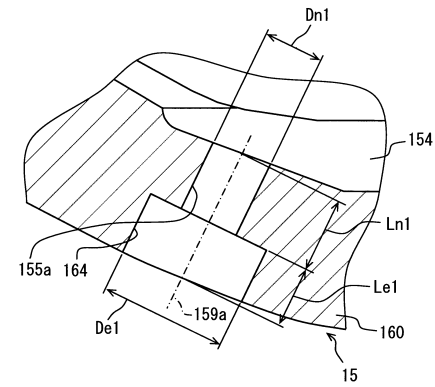
【図 2】



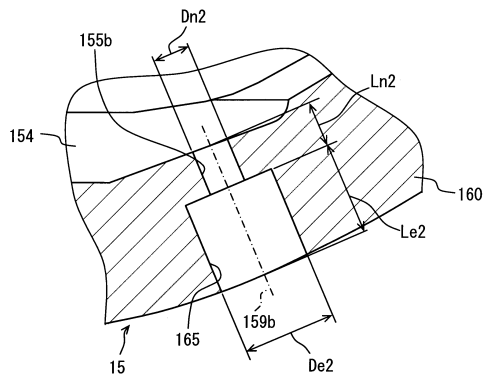
【図 3】



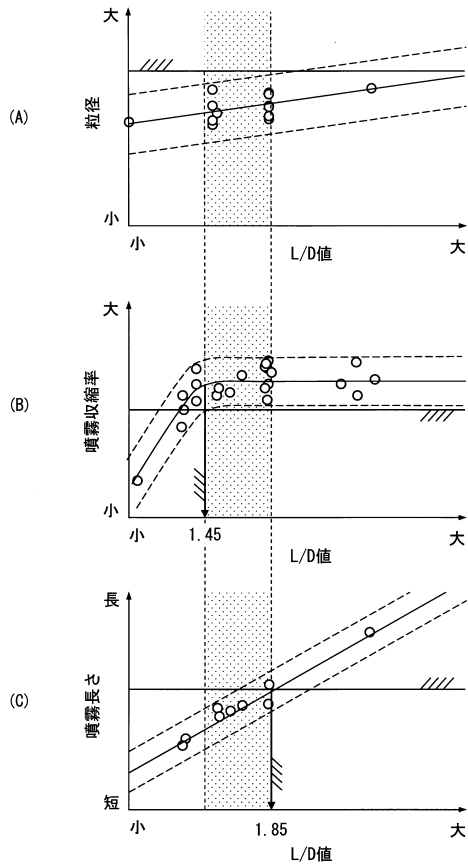
【図 4】



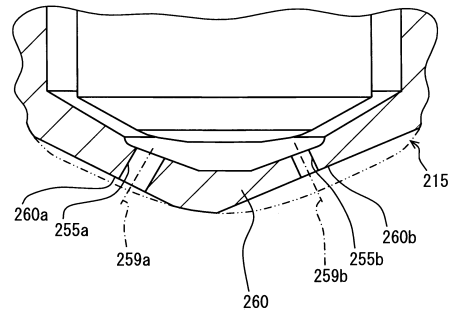
【図 5】



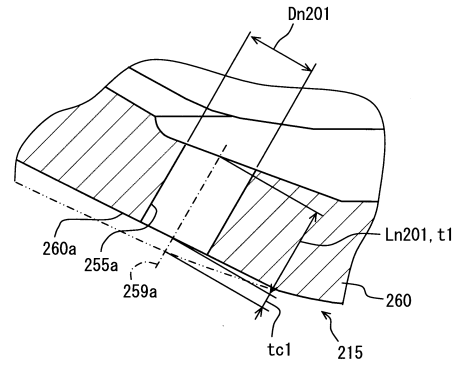
【図 6】



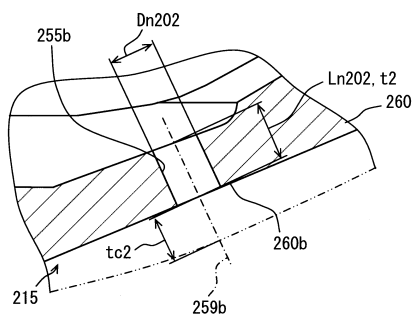
【図 7】



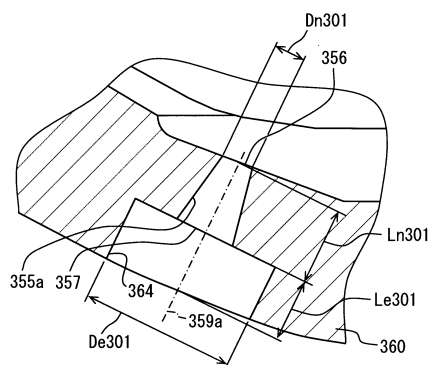
【図 8】



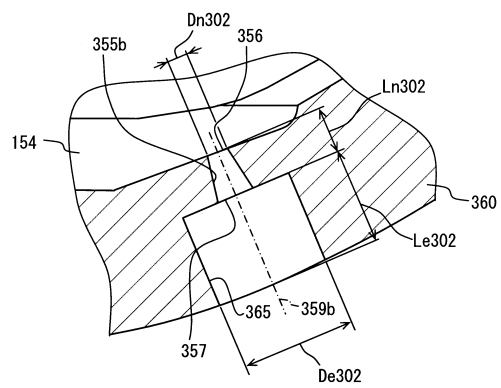
【図 9】



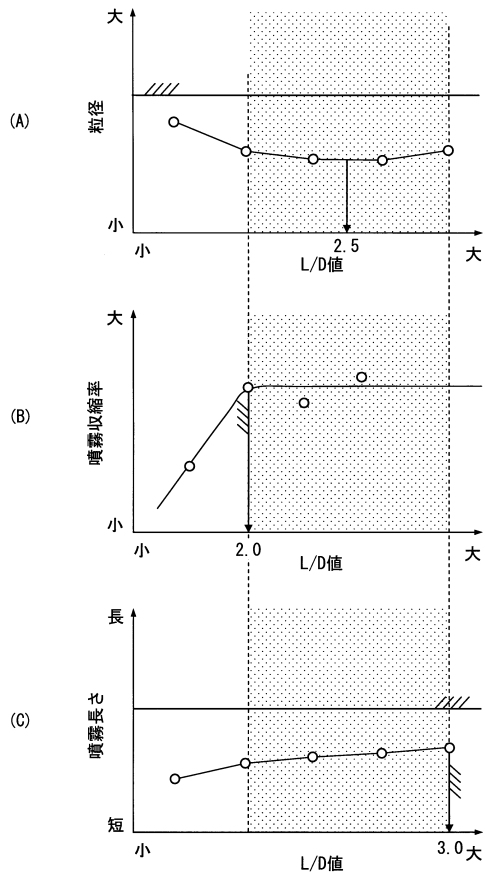
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-209742(JP,A)  
特開2004-204808(JP,A)  
特開2010-164060(JP,A)  
特開平01-208563(JP,A)  
特開2004-076723(JP,A)  
特開2012-246897(JP,A)  
特開2000-073917(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02M 61/18