

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7421653号
(P7421653)

(45)発行日 令和6年1月24日(2024.1.24)

(24)登録日 令和6年1月16日(2024.1.16)

(51)国際特許分類	F I
F 0 2 M 61/18 (2006.01)	F 0 2 M 61/18 3 2 0 C
	F 0 2 M 61/18 3 3 0 A
	F 0 2 M 61/18 3 3 0 C
	F 0 2 M 61/18 3 6 0 C

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-540025(P2022-540025)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(86)(22)出願日	令和3年5月13日(2021.5.13)	(74)代理人	110000925 弁理士法人信友国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/018150	(72)発明者	渡井 拓矢 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(87)国際公開番号	WO2022/024497	(72)発明者	三宅 威生 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(87)国際公開日	令和4年2月3日(2022.2.3)	(72)発明者	日立Astemo株式会社内
審査請求日	令和4年10月20日(2022.10.20)	(72)発明者	杉井 泰介 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
(31)優先権主張番号	特願2020-127003(P2020-127003)	(72)発明者	菅谷 真士
(32)優先日	令和2年7月28日(2020.7.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料噴射装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

点火プラグが配置された内燃機関のシリンダに設置されるノズル本体と、
前記ノズル本体の先端部に設けられた噴射孔形成部材と、
前記噴射孔形成部材に設けたシート面に接触及び離反する弁体側シート面が形成された弁体と、を備え、
前記噴射孔形成部材は、
前記シート面を有するシート部と、
前記シート部における先端部に形成され、前記シート面から先端部側に向けて凹んだ凹部であるサック室と、を有し、
前記サック室には、燃料を前記点火プラグに向けて噴射するサック室噴射孔が形成されており、
前記サック室噴射孔は、前記噴射孔形成部材における中心軸線上に形成されており、
前記シート面には、前記燃料を噴射するシート部噴射孔が形成され、
複数の前記シート部噴射孔は、前記サック室噴射孔の周囲のうち少なくとも一部には、配置されておらず、
複数の前記シート部噴射孔は、前記噴射孔形成部材において前記サック室噴射孔よりも前記点火プラグ側に形成されておらず、
前記サック室噴射孔は、前記噴射孔形成部材において前記シート部噴射孔よりも前記点火プラグ側に配置される

燃料噴射装置。

【請求項 2】

前記サック室噴射孔における前記燃料を噴射する方向である噴射軸は、前記点火プラグにおいて火花が発生する点火領域を向いている

請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

前記サック室は、前記シート部の中心に形成される

請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記サック室噴射孔は、

前記サック室の内壁面から前記噴射孔形成部材の外周面に向けて延在するオリフィス孔と、

前記外周面から前記オリフィス孔に向けて凹んだ凹部であるザグリ穴と、

を有する請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記ザグリ穴の開口径は、前記オリフィス孔の開口径よりも大きく設定されている

請求項 4 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記ザグリ穴における前記外周面から前記オリフィス孔までの長さは、前記オリフィス孔における前記サック室の内壁面から前記ザグリ穴までの長さよりも短く設定されている

請求項 4 に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料噴射装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関として、燃料噴射装置によりシリンダ内に燃料を直接噴射する筒内噴射型の内燃機関が用いられている。従来の燃料噴射装置に関する技術としては、例えば、特許文献 1 に記載されているようなものがある。

【0003】

特許文献 1 には、弁体と弁体の先端側において燃料を噴射する複数の噴射孔が形成された噴射孔形成部とを備えた燃料噴射装置に関する技術が記載されている。そして、特許文献 1 では、噴射孔形成部には、噴射孔形成部の中心軸線と第 1 噴射孔軸線との交差角度が 1 となる第 1 噴射孔と、噴射孔形成部の中心軸線と第 2 噴射孔軸線との交差角度が 1 よりも大きい 2 となる第 2 噴射孔と、が形成されることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2018/101118 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

また、噴射中または噴射後の燃料は、燃料噴射装置の先端部に付着しやすい。しかしながら、特許文献 1 に記載された技術では、先端部に付着した燃料について考慮されていなかった。その結果、特許文献 1 に記載された技術では、先端部に付着した燃料が煤となることで、輝炎が発生しやすくなり、排ガス性能が悪化する、という問題を有していた。

【0006】

本目的は、上記の問題点を考慮し、先端部の表面に燃料が付着することを抑制し、燃焼の安定性の向上を図ることができる燃料噴射装置を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決し、目的を達成するため、燃料噴射装置は、ノズル本体と、噴射孔形成部材と、弁体と、を備えている。ノズル本体は、点火プラグが配置された内燃機関のシリンダに設置される。噴射孔形成部材は、ノズル本体の先端部に設けられる。弁体は、噴射孔形成部材に設けたシート面に接触及び離反する弁体側シート面が形成されている。

噴射孔形成部材は、シート面を有するシート部と、シート部における先端部に形成され、シート面から先端部側に向けて凹んだ凹部であるサック室と、を有している。そして、サック室には、燃料を点火プラグに向けて噴射するサック室噴射孔が形成されている。

【発明の効果】

【0008】

上記構成の燃料噴射装置によれば、先端部の表面に燃料が付着することを抑制し、燃焼の安定性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態例にかかる燃料噴射装置を示す断面図である。

【図2】実施の形態例にかかる燃料噴射装置を内燃機関に搭載した状態を示す模式図である。

【図3】実施の形態例にかかる燃料噴射装置の先端部を拡大して示す断面図である。

【図4】実施の形態例にかかる燃料噴射装置の先端部を示す正面図である。

【図5】実施の形態例にかかる燃料噴射装置から噴射される噴霧を示す外観斜視図である。

【図6】実施の形態例にかかる燃料噴射装置におけるサック室噴射孔及びシート部噴射孔から燃料が噴射される対応を拡大して示す説明図である。

【図7】実施の形態例にかかる燃料噴射装置における噴射孔形成部材のシート部を内側から見た平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、燃料噴射装置の実施の形態例について、図1～図7を参照して説明する。なお、各図において共通の部材には、同一の符号を付している。

【0011】

1. 実施の形態例

1-1. 燃料噴射装置の構成

まず、実施の形態例（以下、「本例」という。）にかかる燃料噴射装置の構成について図1を参照して説明する。

図1は、燃料噴射装置を示す分解斜視図である。

【0012】

図1に示す燃料噴射装置は、内燃機関として、入行程、圧縮行程、燃焼（膨張）行程、排気行程の4行程を繰り返す4サイクルエンジンに用いられるものである。また、燃料噴射装置は、各気筒のシリンダの中に燃料を噴射する筒内噴射型の内燃機関に適用されるものである。

【0013】

図1に示すように、燃料噴射装置1は、ノズル本体10と、弁体20と、可動コア30と、固定コア40と、コイル50と、ハウジング70と、接続部80と、フィルタ90と、を備えている。また、燃料噴射装置1は、第1ばね61と、第2ばね63と、調整部材62とを備えている。

【0014】

[ノズル本体]

ノズル本体10は、筒状に形成されている。ノズル本体10の中心軸線AX1に沿う軸線方向Da「以下、単に「軸線方向Da」という」の一端部である先端部には、第1内部空間130が形成されている。また、ノズル本体10の軸線方向Daの他端部である後端

10

20

30

40

50

部には、先端部よりも外径が大きい大径部 14 が形成されている。この大径部 14 には、第 2 内部空間 140 が形成されている。第 1 内部空間 130 と第 2 内部空間 140 は、ノズル本体 10 の軸線方向 D a に沿って形成された連通孔 16 によって連通している。

【 0015】

第 1 内部空間 130 は、ノズル本体 10 の先端部から軸線方向 D a の内側に向けて凹んだ凹部である。この第 1 内部空間 130 には、噴射孔形成部材 12 が挿入又は圧入により取り付けられている。また、噴射孔形成部材 12 は、ノズル本体 10 における先端部の開口部の内周縁において全周に亘って溶接されることで、ノズル本体 10 に固定される。噴射孔形成部材 12 には、燃料を噴射する複数の噴射孔 18、19 が形成されている。なお、噴射孔形成部材 12 及び噴射孔 18、19 の詳細な構成については、後述する。

10

【 0016】

また、ノズル本体 10 における先端部側の外周面には、複数（本例では 2 つ）の溝 131 が形成されている。溝 131 は、ノズル本体 10 の外周面の周方向に沿って連続して形成されている。溝 131 には、シール部材 15 がはめ込まれている。シール部材 15 は、燃料噴射装置 1 が内燃機関のシリンダ 301（図 2 参照）に取り付けられた際に、シリンダ 301 と燃料噴射装置 1 との隙間を密閉する。

【 0017】

第 2 内部空間 140 は、大径部 14 の後端側が開口し、軸線方向 D a の先端側に向けて凹んだ有底の凹部である。第 2 内部空間 140 には、後述する可動コア 30 と、固定コア 40 の一部が配置される。第 2 内部空間 140 における底部の中央部には、第 2 内部空間 140 と同心円上に形成されたばね収容部 141 が形成されている。ばね収容部 141 は、第 2 内部空間 140 の底部から先端部に向けて円筒状に凹んだ凹部である。このばね収容部 141 には、第 2 ばね 63 の一端部が収容される。

20

【 0018】

[弁体]

このノズル本体 10 の内部には、弁体 20 が軸線方向 D a に沿って移動可能に配置されている。弁体 20 は、円柱状に形成されている。弁体 20 は、後端部 21 と、先端部 23 と、後端部 21 と先端部 23 の中間を示す中間部 22 とを有している。先端部 23 は、弁体 20 の軸線方向 D a の先端側に形成され、後端部 21 は、弁体 20 の軸線方向 D a の後端側に形成されている。

30

【 0019】

先端部 23 は、ノズル本体 10 の先端部に設けた噴射孔形成部材 12 に収容されている。先端部 23 は、弁体 20 が軸線方向 D a に沿って移動することで、噴射孔形成部材 12 に設けた噴射孔 18、19 を開閉する。なお、先端部 23 の詳細な構成については、後述する。

【 0020】

中間部 22 は、先端部 23 における軸線方向 D a の後端側から連続して設けられている。中間部 22 は、ノズル本体 10 の連通孔 16 に配置される。中間部 22 の外周面 221 と、連通孔 16 の内周面との間には、間隙 G1 が形成されている。中間部 22 における軸線方向 D a の後端側からは、後端部 21 が連続して設けられている。

40

【 0021】

後端部 21 は、ノズル本体 10 における第 2 内部空間 140 に配置される。後端部 21 は、中間部 22 の外径よりも大きな略円柱状に形成されている。後端部 21 は、後述する固定コア 40 の筒孔内に挿入される。後端部 21 には、後端側摺動部 211 と、複数の流路形成部 212 と、係合部 213 が設けられている。

【 0022】

後端側摺動部 211 は、後端部 21 における外周面に形成されている。後端側摺動部 211 は、後述する固定コア 40 の内周面 41 に摺動可能に支持される。これにより、弁体 20 は、固定コア 40 により軸線方向 D a に沿って移動可能に支持される。

【 0023】

50

複数の流路形成部 2 1 2 は、後端部 2 1 の外周面を軸線方向 D a に沿って複数切り欠くことで形成されている。そして、流路形成部 2 1 2 は、後述する固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に燃料が通過する流路 F C を形成する。

【 0 0 2 4 】

係合部 2 1 3 は、後端部 2 1 に設けた流路形成部 2 1 2 よりも軸線方向 D a の先端部側に設けられている。そして、係合部 2 1 3 は、後端部 2 1 の外周面から径方向の外側に向けて張り出している。この係合部 2 1 3 は、弁体 2 0 の開閉弁動作時に後述する可動コア 3 0 と係合する。

【 0 0 2 5 】

また、後端部 2 1 における軸線方向 D a の後端部側の端面には、第 1 ばね 6 1 の一端部が当接されている。弁体 2 0 は、第 1 ばね 6 1 により軸線方向 D a の先端部側（閉弁側）に向けて付勢されている。

【 0 0 2 6 】

上述した構成を有する弁体 2 0 は、S U S 等の金属材料等で形成されている。

【 0 0 2 7 】

[可動コア]

次に、可動コア 3 0 について説明する。可動コア 3 0 は、ノズル本体 1 0 の第 2 内部空間 1 4 0 において、弁体 2 0 の後端部 2 1 と第 2 内部空間 1 4 0 の底部との間に配置されている。また、可動コア 3 0 の外周面と第 2 内部空間の内周面との間には、微小な間隙 G 3 が形成されている。そのため、可動コア 3 0 は、第 2 内部空間 1 4 0 内において軸線方向 D a に沿って移動可能に配置される。

【 0 0 2 8 】

可動コア 3 0 は、円筒状に形成されている。可動コア 3 0 には、挿通孔 3 1 と、偏心貫通孔 3 2 が形成されている。挿通孔 3 1 及び偏心貫通孔 3 2 は、可動コア 3 0 における軸線方向 D a の一端部から他端部にかけて貫通する貫通孔である。挿通孔 3 1 は、可動コア 3 0 の中心軸上に形成されている。そして、挿通孔 3 1 には、弁体 2 0 の中間部 2 2 が挿通している。

【 0 0 2 9 】

偏心貫通孔 3 2 は、可動コア 3 0 の中心軸から偏心した位置に形成されている。偏心貫通孔 3 2 は、流路形成部 2 1 2 と固定コア 4 0 の内周面 4 1 によって形成された流路 F C に連通している。そして、偏心貫通孔 3 2 は、燃料が通過する流路 F C を形成する。

【 0 0 3 0 】

可動コア 3 0 における軸線方向 D a の先端側の端面には、第 2 ばね 6 3 の他端部が当接している。そのため、第 2 ばね 6 3 は、可動コア 3 0 とノズル本体 1 0 のばね収容部 1 4 1 の間に介在される。また、可動コア 3 0 における軸線方向 D a の後端側の端面には、固定コア 4 0 が当接している。

【 0 0 3 1 】

[固定コア]

次に、固定コア 4 0 は、可動コア 3 0 を磁気吸引力によって吸引する部材である。固定コア 4 0 は、外周面に凹凸を有する略円筒状に形成されている。固定コア 4 0 における軸線方向 D a の先端部は、ノズル本体 1 0 の大径部 1 4 の内側、すなわち第 2 内部空間 1 4 0 内に圧入されている。そして、ノズル本体 1 0 と固定コア 4 0 は、溶接により接合される。れにより、ノズル本体 1 0 と固定コア 4 0 との間の隙間が密閉され、ノズル本体 1 0 の内部の空間が密閉される。

【 0 0 3 2 】

また、固定コア 4 0 の先端部は、第 2 内部空間 1 4 0 に配置された可動コア 3 0 における軸線方向 D a の後端側の端面と対向する。固定コア 4 0 における可動コア 3 0 の対向する先端部を、硬質クロムメッキや無電解ニッケルメッキ等のメッキによって被覆してもよい。これにより、可動コア 3 0 が衝突する固定コア 4 0 の先端部の耐久性及び信頼性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

同様に、可動コア 3 0 における固定コア 4 0 と対向する後端部を、硬質クロムメッキや無電解ニッケルメッキ等のメッキによって被覆してもよい。これにより、可動コア 3 0 として比較的柔らかい軟磁性ステンレス鋼を適用した場合でも、可動コア 3 0 の耐久性及び信頼性を確保することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、固定コア 4 0 における軸線方向 D a の後端部側は、ノズル本体 1 0 の第 2 内部空間 1 4 0 から軸線方向 D a の後端に向けて突出している。

【 0 0 3 5 】

固定コア 4 0 には、貫通孔 4 2 が形成されている。貫通孔 4 2 は、中心軸線 A X 1 と同軸上に形成されている。そして、貫通孔 4 2 は、燃料が通過する流路 F C を形成する。また、固定コア 4 0 における軸線方向 D a の後端部には、貫通孔 4 2 に連通する開口部 4 3 が形成されている。この開口部 4 3 から貫通孔 4 2 に向けて燃料が導入される。また、開口部 4 3 から貫通孔 4 2 にかけてフィルタ 9 0 が挿入されている。

10

【 0 0 3 6 】

さらに、貫通孔 4 2 における軸線方向 D a の先端部側には、第 1 ばね 6 1 及び調整部材 6 2 が配置されている。第 1 ばね 6 1 は、調整部材 6 2 よりも貫通孔 4 2 の先端部側に配置されている。調整部材 6 2 は、貫通孔 4 2 に圧入されて、固定コア 4 0 の内部に固定されている。また、貫通孔 4 2 の先端部から、弁体 2 0 の後端部 2 1 が挿入される。第 1 ばね 6 1 は、調整部材 6 2 と弁体 2 0 の後端部 2 1 の間に介在される。そして、第 1 ばね 6 1 は、弁体 2 0 をノズル本体 1 0 の先端部に向けて軸線方向 D a に付勢している。

20

【 0 0 3 7 】

また、調整部材 6 2 における固定コア 4 0 に対する固定位置を調整することで、第 1 ばね 6 1 における弁体 2 0 の付勢力を調整することができる。これにより、弁体 2 0 の先端部 2 3 がノズル本体 1 0 の後述する噴射孔形成部材 1 2 に設けたシート面 1 2 4 a に押し付ける初期荷重を調整することができる。

【 0 0 3 8 】

ここで、第 1 ばね 6 1 が弁体 2 0 をノズル本体 1 0 の先端部に向けて付勢する付勢力は、第 2 ばね 6 3 が可動コア 3 0 を固定コア 4 0 に向けて付勢する付勢力よりも大きく設定されている。

30

【 0 0 3 9 】

[コイル]

次に、コイル 5 0 について説明する。コイル 5 0 は、円筒状のコイルボビン 5 1 に巻回されている。そして、コイル 5 0 は、コイルボビン 5 1 に巻回されて、ノズル本体 1 0 における大径部 1 4 の外周面の一部及び固定コア 4 0 の先端部の外周面の一部を覆うようにして配置される。コイル 5 0 の巻き始めと巻き終わりの端部は、不図示の配線を介して後述する接続部 8 0 のコネクタ 8 1 の電力供給用の端子 8 1 1 に接続されている。コイル 5 0 及びコイルボビン 5 1 の外周には、ハウジング 7 0 が固定されている。

【 0 0 4 0 】

[ハウジング]

ハウジング 7 0 は、有底の円筒状に形成されている。ハウジング 7 0 における軸線方向 D a の先端部である底部には、貫通孔 7 1 が形成されている。貫通孔 7 1 は、底部の中央部に形成されている。この貫通孔 7 1 には、ノズル本体 1 0 の大径部 1 4 が挿入される。そして、貫通孔 7 1 の開口縁とノズル本体 1 0 の外周面との間は、例えば、全周にわたって溶接されている。これにより、ノズル本体 1 0 は、ハウジング 7 0 に固定される。

40

【 0 0 4 1 】

また、ハウジング 7 0 は、固定コア 4 0 の先端部側、コイルボビン 5 1 及びコイル 5 0 の外周を囲むようにして配置される。そして、ハウジング 7 0 の内周面は、ノズル本体 1 0 の大径部 1 4 及びコイル 5 0 と対向し、外周ヨーク部を形成する。このように、コイル 5 0 の周りには、固定コア 4 0 、可動コア 3 0 、ノズル本体 1 0 及びハウジング 7 0 を含

50

むトロダイル状の磁気通路が形成されている。

【 0 0 4 2 】

[接続部]

接続部 8 0 は、樹脂により形成されている。そして、接続部 8 0 は、固定コア 4 0、コイル 5 0、コイルボビン 5 1 及びハウジング 7 0 との間に充填される。また、接続部 8 0 は、ハウジング 7 0 よりも軸線方向 D a の後端側において、固定コア 4 0 の後端部を除く外周面を覆う。そして、接続部 8 0 は、電力供給用の端子 8 1 1 を有するコネクタ 8 1 を形成するようにモールド成形されている。端子 8 1 1 は、不図示のプラグの接続端子に接続される。これにより、燃料噴射装置 1 は、高電圧電源又はバッテリー電源に接続される。そして、不図示のエンジンコントロールユニット (E C U) によってコイル 5 0 に対する通電が制御される。

10

【 0 0 4 3 】

1 - 2 . 燃料噴射装置の動作例

次に、上述した構成を有する燃料噴射装置 1 の動作例について図 1 及び図 2 を参照して説明する。

図 2 は、燃料噴射装置 1 を内燃機関に搭載した状態を示す模式図である。

【 0 0 4 4 】

図 2 に示すように、燃料噴射装置 1 は、内燃機関を構成するシリンダ 3 0 1 の壁面に設置される。そして、燃料噴射装置 1 は、燃料を噴射する先端部であるノズル本体 1 0 の先端部が、シリンダ 3 0 1 の内壁面とピストン 3 0 2 で形成される燃焼室 3 1 0 内に配置される。また、燃料噴射装置 1 におけるノズル本体 1 0 の先端部は、点火プラグ 3 0 0 に向けて配置される。

20

【 0 0 4 5 】

上述したように、第 1 ばね 6 1 の付勢力は、第 2 ばね 6 3 の付勢力よりも大きく設定されている。そのため、後述するコイル 5 0 が通電されていない状態では、弁体 2 0 の先端部 2 3 は、後述する噴射孔形成部材 1 2 のシート面 1 2 4 a に押し付けられる。その結果、噴射孔 1 8、1 9 に至る流路 F C は、弁体 2 0 に閉じられて閉弁状態となる。

【 0 0 4 6 】

次に、E C U によってコイル 5 0 に通電されると、固定コア 4 0、可動コア 3 0、ノズル本体 1 0 及びハウジング 7 0 を含む磁気回路に磁束が流れる。そして、固定コア 4 0 には、可動コア 3 0 を吸引する磁気吸引力が発生する。固定コア 4 0 の磁気吸引力が、第 1 ばね 6 1 の付勢力、すなわち設定荷重を超えると、可動コア 3 0 は、固定コア 4 0 へ向けて移動する。可動コア 3 0 は、固定コア 4 0 と対向する端面、すなわち後端側端面が固定コア 4 0 の先端側端面に衝突するまで移動する。

30

【 0 0 4 7 】

可動コア 3 0 が移動する際に、弁体 2 0 の後端部 2 1 に設けた係合部 2 1 3 と可動コア 3 0 が係合する。そのため、弁体 2 0 は、可動コア 3 0 と共に固定コア 4 0 に向けて軸線方向 D a に沿って後端側に向けて移動する。

【 0 0 4 8 】

弁体 2 0 が固定コア 4 0 へ向けて移動することで、弁体 2 0 の先端部 2 3 が噴射孔形成部材 1 2 から離反する。そのため、弁体 2 0 と噴射孔形成部材 1 2 との間に形成された噴射孔 1 8 に至るまでの流路 F C が開通し、噴射孔 1 8、1 9 が開いた開弁状態となる。

40

【 0 0 4 9 】

弁体 2 0 が開弁位置 (開弁状態) にあるとき、フィルタ 9 0 を介して、燃料が固定コア 4 0 の開口部 4 3 に導入される。そして、燃料は、固定コア 4 0 の貫通孔 4 2 を通ってノズル本体 1 0 に向けて流れる。また、燃料は、貫通孔 4 2 に配置された調整部材 6 2 及び第 1 ばね 6 1 を通過し、弁体 2 0 の流路形成部 2 1 2 と固定コア 4 0 の内周面 4 1 との間に形成された流路 F C を流れる。そして、燃料は、可動コア 3 0 の偏心貫通孔 3 2 を介して、ノズル本体 1 0 の第 2 内部空間 1 4 0 に流入する。

【 0 0 5 0 】

50

第2内部空間140に流入した燃料は、弁体20とノズル本体10の連通孔16との間に形成された間隙G1を通過し、ノズル本体10の第1内部空間130に流れる。そして、燃料は、弁体20の先端部23と噴射孔形成部材12との間に形成された流路FCを流れて、噴射孔18、19を介して燃焼室310内へ噴射される。

【0051】

また、ECUによってコイル50の通電が中断されると、固定コア40、可動コア30、ノズル本体10及びハウジング70を含む磁気回路を流れる磁束が消滅する。そして、可動コア30を吸引する固定コア40の磁気吸引力も消滅する。そのため、第1ばね61における弁体20をノズル本体10の噴射孔形成部材12に向けて付勢する弾性力が、第2ばね63における可動コア30を固定コア40に向けて付勢する弾性力よりも大きい初期状態に戻る。

10

【0052】

これにより、弁体20は、第1ばね61によってノズル本体10の噴射孔形成部材12に向けて付勢されて、軸線方向Daに沿って先端部へ移動する。また、弁体20の係合部213と係合する可動コア30は、弁体20と共に軸線方向Daに沿って先端側に向けて移動する。これにより、弁体20の先端部23が後述する噴射孔形成部材12のシート面124aに押し付けられ、噴射孔18、19に至る流路FCは、弁体20に閉じられて閉弁状態となる。その結果、燃料噴射装置1による燃料の噴射が停止される。

【0053】

2. 噴射孔、噴射孔形成部材、及び弁体の先端部の詳細な構成

20

次に、噴射孔18、19、噴射孔形成部材12及び弁体20の先端部23の詳細な構成について図1、図3及び図4を参照して説明する。

図3は、燃料噴射装置1の先端部を拡大して示す断面図、図4は、燃料噴射装置1の先端部を示す正面図である。

【0054】

図1、図3に示すように、噴射孔形成部材12は、ノズル本体10の第1内部空間130の内壁面に圧入される筒部122と、筒部122の軸線方向Daの先端部側から連続するシート部124とを有している。

【0055】

筒部122の内周面121には、弁体20の先端部23に設けた先端側摺動部231が摺動する。また、筒部122には、複数の切り欠き部123が形成されている。複数の切り欠き部123は、筒部122の内周面121の周方向に等間隔に形成されている。そして、切り欠き部123と先端側摺動部231の間には、燃料が通過する流路FCが形成される。そして、流路FCは、シート部124に向けて延在している。

30

【0056】

シート部124は、筒部122における軸線方向Daの先端部側の開口を塞ぐようにして筒部122に連続して形成されている。シート部124は、軸線方向Daの先端側に向けて突出する略半球状の凹部である。シート部124における内部には、後述する弁体20の球面部230が接触及び離反するシート面124aが形成されている。シート面124aは、軸線方向Daの先端側に向かうに従い縮径する円錐台形状に形成されている。

40

【0057】

また、シート部124における軸線方向Daの先端部には、サック室125が形成されている。サック室125は、シート面124aにおける軸線方向Daの先端部に形成され、シート面124aからさらに軸線方向Daの先端部側に向けて略半球状凹んだ凹部である。また、サック室125は、燃料噴射装置1の中心軸線AX1上に形成されている。このサック室125には、後述する弁体20における球面部230の凸部233の少なくとも一部が挿入される。

【0058】

弁体20の先端部23は、球面部230と、先端側摺動部231とを有している。先端側摺動部231は、噴射孔形成部材12における筒部122の内周面121を摺動する。

50

先端側摺動部 231 よりも軸線方向 D a の先端部側には、球面部 230 が連続して形成されている。

【0059】

球面部 230 は、略半球状に形成されている。球面部 230 は、弁体側シート面 232 と、凸部 233 とを有している。弁体側シート面 232 は、シート部 124 のシート面 124 a に対向し、シート面 124 a に対して接近及び離反する。そして、弁体側シート面 232 がシート面 124 a に接触した際に、後述する噴射孔 18、19 に至る流路 F C が閉じられる。また、弁体側シート面 232 がシート面 124 a から離反すると、弁体側シート面 232 とシート面 124 a との間に燃料が通過する流路 F C が形成され、後述する噴射孔 18、19 から燃料が噴射される。弁体側シート面 232 とシート面 124 a が接触した際に、凸部 233 の一部は、サック室 125 に挿入に挿入される。

10

【0060】

また、サック室 125 には、サック室噴射孔 18 が形成されており、シート面 124 a には、複数（本例では、5つ）のシート部噴射孔 19 が形成されている。

【0061】

サック室噴射孔 18 は、噴霧を形成するオリフィス孔 18 a と、平面形成用のザグリ穴 18 b の 2 段形状に形成されている。オリフィス孔 18 a は、サック室 125 の内壁面から外周面 120 に向けて延在している。

【0062】

また、図 2 及び図 3 に示すように、サック室噴射孔 18 における燃料を噴射する方向であるオリフィス孔 18 a の軸方向（以下、「噴射軸」という）F a は、点火プラグ 300 を向いている。より詳細には、サック室噴射孔 18 の噴射軸 F a は、点火プラグ 300 において火花が発生する点火領域 300 a に向けられている。そのため、サック室噴射孔 18 から噴射される（以下、「サック室噴霧」という）噴霧 F 1 は、点火領域 300 a に向かう。

20

【0063】

ザグリ穴 18 b は、外周面 120 からオリフィス孔 18 a に向けて凹んだ凹部であり、オリフィス孔 18 a の周囲を囲むようにして形成される。ザグリ穴 18 b の開口径は、オリフィス孔 18 a の開口径よりも大きく設定されている。また、ザグリ穴 18 b における外周面 120 からオリフィス孔 18 a までの長さは、オリフィス孔 18 a におけるサック室 125 の内壁面からザグリ穴 18 b までの長さよりも短く設定される。

30

【0064】

シート部噴射孔 19 は、噴霧を形成するオリフィス孔 19 a と、ザグリ穴 19 b と、平面形成用の面押し穴 19 c の 3 段形状に形成されている。オリフィス孔 19 a は、シート面 124 a から外周面 120 に向けて延在している。ザグリ穴 19 b は、オリフィス孔 19 a を囲むようにして形成されており、オリフィス孔 19 a における外周面 120 側の端部から外周面 120 に向けて延在している。また、面押し穴 19 c は、外周面 120 からザグリ穴 19 b に向けて凹んだ凹部であり、ザグリ穴 19 b の周囲を囲むようにして形成されている。

【0065】

なお、シート部噴射孔 19 は、噴射孔形成部材 12 における曲面部に形成されている。そのため、シート部噴射孔 19 には、オリフィス孔 19 a の長さを調整するために、ザグリ穴 19 b を設けている。これに対して、サック室噴射孔 18 は、噴射孔形成部材 12 における先端部に形成されている。そのため、シート部 124 におけるサック室 125 での厚さを調整することで、サック室噴射孔 18 におけるオリフィス孔 18 a の長さを容易に調整することができる。

40

【0066】

これにより、サック室噴射孔 18 では、オリフィス孔 18 a の長さの調整用の穴を設ける必要がなくなる。その結果、サック室噴射孔 18 を形成するための加工時間を削減することができる。

50

【 0 0 6 7 】

さらに、ザグリ穴 1 8 b は、平面を形成できればよいため、その長さを最小化することができる。その結果、サック室噴射孔 1 8 から噴射された噴霧 F 1 がザグリ穴 1 8 b の壁面に付着することを抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本例では、サック室噴射孔 1 8 を 2 段形状とし、シート部噴射孔 1 9 を 3 段形状とした例を説明したが、サック室噴射孔 1 8 及びシート部噴射孔 1 9 の段数は、これに限定されるものではない。例えば、サック室噴射孔 1 8 を 3 段以上に形成し、シート部噴射孔 1 9 を 4 段以上に形成してもよく、サック室噴射孔 1 8 及びシート部噴射孔 1 9 を、オリフィス孔 1 8 a、1 9 a のみの 1 段形状としてもよい。なお、サック室噴射孔 1 8 の加工時間を削減させるために、サック室噴射孔 1 8 の段数は、シート部噴射孔 1 9 の段数よりも少なく設定することが好ましい。

10

【 0 0 6 9 】

図 4 に示すように、複数のシート部噴射孔 1 9 は、サック室噴射孔 1 8 の周囲における一部を除いて略等間隔に形成される。具体的には、複数のシート部噴射孔 1 9 は、噴射孔形成部材 1 2 においてサック室噴射孔 1 8 よりも点火プラグ 3 0 0 側に形成されていない。すなわち、サック室噴射孔 1 8 は、複数のシート部噴射孔 1 9 よりも点火プラグ 3 0 0 側に配置される。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、燃料噴射装置 1 から噴射される噴霧を示す外観斜視図である。

20

上述したように、サック室噴射孔 1 8 の噴射軸 F a が点火プラグ 3 0 0 を向いおり、サック室噴射孔 1 8 は、複数のシート部噴射孔 1 9 よりも点火プラグ 3 0 0 側に配置される。そのため、図 2 及び図 5 に示すように、サック室噴霧 F 1 は、複数のシート部噴射孔 1 9 から噴射される噴霧（以下、「シート部噴霧」という）F 2 よりも点火プラグ 3 0 0 に最も接近する。

【 0 0 7 1 】

さらに、複数のシート部噴射孔 1 9 は、サック室噴射孔 1 8 を周囲の全てを囲まないように配置されている。そのため、サック室噴霧 F 1 と複数のシート部噴霧 F 2 が互いに干渉する、いわゆる噴霧シュリンクの発生を防止することができる。これにより、互いに噴霧 F 1、F 2 が互いに干渉して、噴射孔形成部材 1 2 の外周面 1 2 0 から噴霧の液滴が到達するまでの長さである噴霧の長さ（ペネトレーション）が増加することを防止することができる。

30

【 0 0 7 2 】

なお、サック室噴射孔 1 8 の噴射軸 F a と、複数のシート部噴射孔 1 9 の噴射軸との角度を大きくすることができれば、複数のシート部噴射孔 1 9 をサック室噴射孔 1 8 における周囲の全てを囲むように配置してもよい。すなわち、サック室噴射孔 1 8 よりも点火プラグ側にシート部噴射孔 1 9 を配置してもよい。

【 0 0 7 3 】

しかしながら、ベルヌーイの定理により、複数のシート部噴霧 F 2 が、サック室噴霧 F 1 に引き寄せられるおそれがある。そのため、本例の燃料噴射装置 1 のように、複数のシート部噴射孔 1 9 は、サック室噴射孔 1 8 を周囲のうち一部には、配置されないようにして、サック室噴射孔 1 8 の周囲の全てを囲まないように配置することが望ましい。

40

【 0 0 7 4 】

図 6 は、サック室噴射孔 1 8 及びシート部噴射孔 1 9 から燃料が噴射される状態を拡大して示す説明図である。

ここで、噴射中または噴射後の燃料は、噴射孔形成部材 1 2 の外周面 1 2 0 において中心軸線 A X 1 上に集結する。そのため、噴射孔形成部材 1 2 の外周面 1 2 0 における中心軸線 A X 1 上は、燃料が最も付着しやすい箇所である。これに対して、本例の燃料噴射装置 1 では、噴射孔形成部材 1 2 における中心軸線 A X 1 上にサック室噴射孔 1 8 を形成している。

50

【 0 0 7 5 】

そして、サック室噴射孔 1 8 から燃料が噴射されると、ベルヌーイの定理によりサック室噴霧 F 1 付近の気体の圧力が下がる。そのため、外周面 1 2 0 に付着した燃料には、サック室噴霧 F 1 に引き寄せられる力が働く。これにより、外周面 1 2 0 に付着した燃料は、サック室噴霧 F 1 に引き寄せられ、サック室噴霧 F 1 と共に外周面 1 2 0 から除去される。その結果、噴射孔形成部材 1 2 の先端部に燃料が付着することを抑制し、燃焼の安定性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 6 】

さらに、サック室噴射孔 1 8 は、オリフィス孔 1 8 a とザグリ穴 1 8 b の 2 段形状となっており、ザグリ穴 1 8 b の開口径をオリフィス孔 1 8 a の開口径よりも大きく形成している。さらに、ザグリ穴 1 8 b の長さをオリフィス孔 1 8 a の長さよりも短く形成している。これにより、上述したベルヌーイの定理によりサック室噴霧 F 1 が外周面 1 2 0 に付着した燃料を引き寄せる力を大きくすることができ、外周面 1 2 0 から燃料をより効率的に除去することができる。

【 0 0 7 7 】

さらに、流路 F C を燃料が通過する際に、燃料にキャビテーションと呼ばれる気泡 S 1 が発生する。なお、気泡 S 1 は、流路 F C が狭くなることで流速が早くなり、燃料の飽和蒸気圧以下まで低下することで発生する。また、弁体側シート面 2 3 2 とシート面 1 2 4 a との間の流路 F C は、燃料噴射装置 1 において最も狭くなる箇所である。そのため、気泡 S 1 は、噴射孔形成部材 1 2 におけるシート部 1 2 4 の近傍から先端部側である弁体側シート面 2 3 2 とシート面 1 2 4 a との間に形成された流路 F C で発生する。

【 0 0 7 8 】

この気泡 S 1 は、燃料と共に流路 F C を通過して、燃料噴射装置 1 の中心軸線 A X 1 上にあるサック室 1 2 5 まで流れる。そして、気泡 S 1 は、サック室 1 2 5 内で崩壊する。この気泡 S 1 の崩壊によって生じる崩壊エネルギー T 1 によって、サック室 1 2 5 内の燃料の微粒化を促進させることができる。その結果、サック室 1 2 5 に設けたサック室噴射孔 1 8 から燃料をより微粒化した状態で噴射させることができる。

【 0 0 7 9 】

図 7 は、噴射孔形成部材 1 2 のシート部 1 2 4 を内側から見た平面図である。

図 7 に示すように、サック室噴射孔 1 8 は、シート部 1 2 4 の中心であるサック室 1 2 5 に設けられている。したがって、サック室噴射孔 1 8 にシート部 1 2 4 の 3 6 0 ° 全方位から燃料が流れ込む。そのため、シート部噴射孔 1 9 に流れる込む燃料の量を減少させることができ、シート部噴射孔 1 9 に燃料が過剰に流れ込むことを抑制することができる。

【 0 0 8 0 】

これにより、シート部噴射孔 1 9 から噴射されるシート部噴霧 F 2 の噴霧の長さが長くなることを抑制できる。その結果、シート部噴霧 F 2 がシリンダ 3 0 1 の壁面に到達し、シリンダ 3 0 1 の壁面やピストン 3 0 2 に燃料が付着することを防止することができる。

【 0 0 8 1 】

また、シート部 1 2 4 の 3 6 0 ° 全方位から燃料が流れ込むサック室噴射孔 1 8 では、噴霧初期でのサック室噴霧 F 1 の噴霧の長さが、シート部噴霧 F 2 よりも長くなる。さらに、上述したように、サック室噴射孔 1 8 の噴射軸 F a は、点火プラグ 3 0 0 の点火領域 3 0 0 a に向けられている。そのため、シート部噴霧 F 2 の噴霧の長さが短くなっても、ファストアイドルでの燃焼安定性を維持又は向上させることができる。

【 0 0 8 2 】

また、シート部噴射孔 1 9 は、サック室噴射孔 1 8 よりも点火プラグ 3 0 0 側に配置されていない。そのため、シート部噴霧 F 2 が内燃機関のシリンダヘッドや吸気バルブ、排気バルブ等に到達し、シリンダヘッドや吸気バルブ、排気バルブに燃料が付着することを防ぐことができる。

【 0 0 8 3 】

なお、上述しかつ図面に示した実施の形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記

10

20

30

40

50

載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0084】

なお、本明細書において、「平行」及び「直交」等の単語を使用したか、これらは厳密な「平行」及び「直交」のみを意味するものではなく、「平行」及び「直交」を含み、さらにその機能を発揮し得る範囲にある、「略平行」や「略直交」の状態であってもよい。

【符号の説明】

【0085】

1 ... 燃料噴射装置、 10 ... ノズル本体、 12 ... 噴射孔形成部材、 18 ... サック室
 噴射孔（噴射孔）、 18a、19a ... オリフィス孔、 18b、19b ... ザグリ穴、 1
 9 ... シート部噴射孔、 19c ... 面押し穴、 20 ... 弁体、 23 ... 先端部、 30 ... 可動
 コア、 40 ... 固定コア、 50 ... コイル、 70 ...ハウジング、 80 ... 接続部、 12
 0 ... 外周面、 121 ... 内周面、 122 ... 筒部、 123 ... 切り欠き部、 124 ... シー
 ト部、 124a ... シート面、 125 ... サック室、 230 ... 球面部、 231 ... 先端側
 摺動部、 232 ... 弁体側シート面、 233 ... 凸部、 300 ... 点火プラグ、 300a
 ... 点火領域、 301 ... シリンダ、 302 ... ピストン、 310 ... 燃焼室、 AX1 ... 中
 心軸線、 Da ... 軸線方向、 F1 ... サック室噴霧、 F2 ... シート部噴霧、 S1 ... 気泡
 、 T1 ... 崩壊エネルギー

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

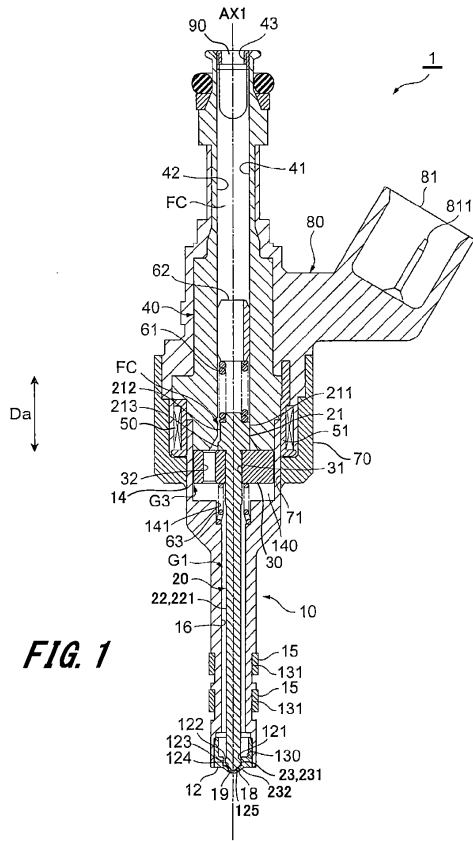


FIG. 1

【図 2】

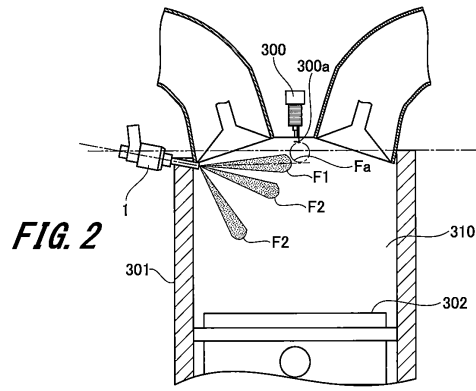


FIG. 2

【図 3】

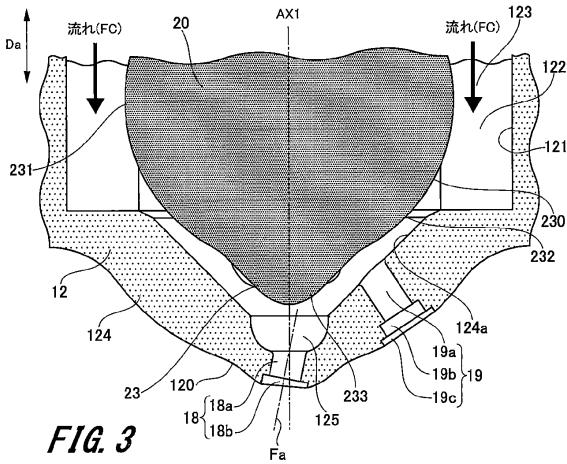


FIG. 3

【図 4】

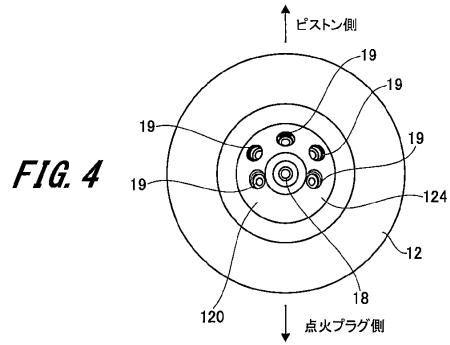


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

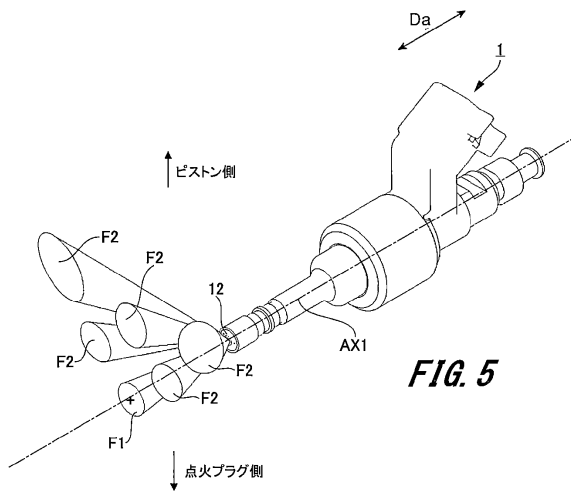


FIG. 5

【 図 6 】

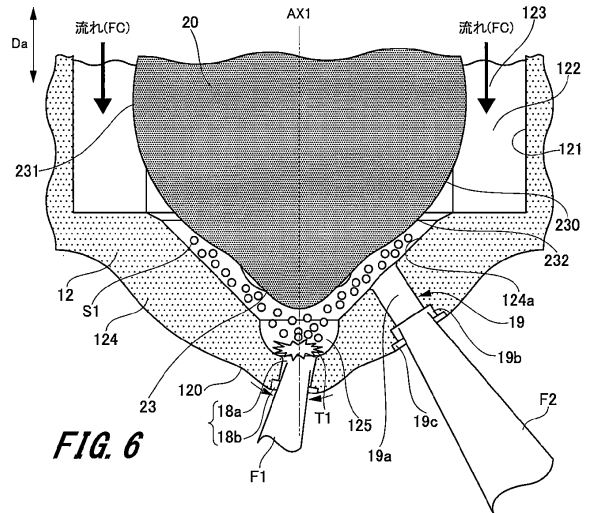


FIG. 6

【 図 7 】

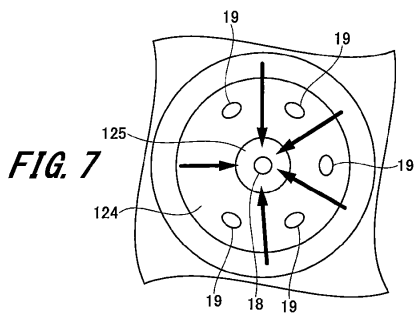


FIG. 7

10

20

30

40

50

フロントページの続き

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内

審査官 鶴江 陽介

- (56)参考文献 特開2016-098702(JP,A)
実開平02-059260(JP,U)
特開2010-043541(JP,A)
特開2017-044174(JP,A)
特開平10-227218(JP,A)
特開2019-116900(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F02M 61/18