

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7549552号
(P7549552)

(45)発行日 令和6年9月11日(2024.9.11)

(24)登録日 令和6年9月3日(2024.9.3)

(51)国際特許分類

| | | | | |
|--------|-----------------|--------|-------|---------|
| F 02 M | 61/18 (2006.01) | F 02 M | 61/18 | 3 2 0 C |
| F 02 M | 51/06 (2006.01) | F 02 M | 51/06 | L |
| F 02 M | 61/16 (2006.01) | F 02 M | 61/18 | 3 6 0 J |
| | | F 02 M | 61/16 | A |
| | | F 02 M | 61/18 | 3 3 0 B |

請求項の数 11 (全16頁)

(21)出願番号 特願2021-37299(P2021-37299)
(22)出願日 令和3年3月9日(2021.3.9)
(65)公開番号 特開2022-137691(P2022-137691)
A)
(43)公開日 令和4年9月22日(2022.9.22)
審査請求日 令和5年5月15日(2023.5.15)
前置審査

(73)特許権者 509186579
日立A s t e m o 株式会社
茨城県ひたちなか市高場2520番地
(74)代理人 110000925
弁理士法人信友国際特許事務所
渡井 拓矢
茨城県ひたちなか市高場2520番地
日立A s t e m o 株式会社内
三宅 威生
茨城県ひたちなか市高場2520番地
日立A s t e m o 株式会社内
早谷 政彦
茨城県ひたちなか市高場2520番地
日立A s t e m o 株式会社内
古館 仁

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における前記シート部の外側の開口は、前記シート部の先端であつ
て、且つ、前記ノズル本体の中心軸線上に形成され、

前記サック室噴射孔における前記シート部の内側の開口は、前記サック室の中心からオ
フセットされた位置に形成され、

前記サック室噴射孔の噴射軸は、前記ノズル本体の中心軸線に対して傾斜している
燃料噴射装置。

【請求項2】

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 3】

前記サック室噴射孔の中心軸線は、前記ノズル本体の中心軸線に対して傾斜している
請求項 2 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記サック室噴射孔は、前記サック室の中心から前記シリンダの壁面方向に沿ってオフ
セットされた位置に形成される

請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

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

10

請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

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 7】

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

20

請求項 6 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 8】

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 6 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 9】

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ている

請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 10】

前記シート部噴射孔は、前記シート面に複数形成され、

30

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、
配置されない

請求項 9 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 11】

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

請求項 10 に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、燃料噴射装置に関する。

【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

50

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。

10

【0006】

本発明の目的は、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。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決し、本発明の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。

20

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。サック室噴射孔におけるシート部の内側の開口は、サック室の中心からオフセットされた位置に形成される。

【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。

30

【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。

40

【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。

【図6】噴射孔形成部材のシート部を内側から見た平面図であり、サック室噴射孔をサック室の中心に配置した例を示す図である。

【図7】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8】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応対を拡大して示す説明図である。

【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8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。

50

【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。10

【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。20

【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Daに沿って形成された連通孔16によって連通している。30

【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Da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。30

【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。40

【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Da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。40

【0018】

[弁体]

このノズル本体10の内部には、弁体20が軸線方向Da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Daの先端側に形成され、後端部21は、弁体20の軸線方向Daの後50

端側に形成されている。

【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Da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Da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Daの後端側からは、後端部21が連続して設けられている。

10

【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の筒孔内に内挿される。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Daに沿って移動可能に支持される。

20

【0023】

複数の流路形成部212は、後端部21の外周面を軸線方向Da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212は、後述する固定コア40の内周面41との間に燃料が通過する流路FCを形成する。

【0024】

係合部213は、後端部21に設けた流路形成部212よりも軸線方向Daの先端部側に設けられている。そして、係合部213は、後端部21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213は、弁体20の開閉弁動作時に後述する可動コア30と係合する。

【0025】

30

また、後端部21における軸線方向Daの後端部側の端面には、第1ばね61の一端部が当接されている。弁体20は、第1ばね61により軸線方向Daの先端部側（閉弁側）に向けて付勢されている。

【0026】

上述した構成を有する弁体20は、SUS等の金属材料等で形成されている。

【0027】

[可動コア]

次に、可動コア30について説明する。可動コア30は、ノズル本体10の第2内部空間140において、弁体20の後端部21と第2内部空間140の底部との間に配置されている。また、可動コア30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G3が形成されている。そのため、可動コア30は、第2内部空間140内において軸線方向Daに沿って移動可能に配置される。

40

【0028】

可動コア30は、円筒状に形成されている。可動コア30には、挿通孔31と、偏心貫通孔32が形成されている。挿通孔31及び偏心貫通孔32は、可動コア30における軸線方向Da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31は、可動コア30の中心軸上に形成されている。そして、挿通孔31には、弁体20の中間部22が挿通している。

【0029】

偏心貫通孔32は、可動コア30の中心軸から偏心した位置に形成されている。偏心貫

50

通孔32は、流路形成部212と固定コア40の内周面41によって形成された流路FCに連通している。そして、偏心貫通孔32は、燃料が通過する流路FCを形成する。

【0030】

可動コア30における軸線方向Daの先端側の端面には、第2ばね63の他端部が当接している。そのため、第2ばね63は、可動コア30とノズル本体10のばね収容部141の間に介在される。また、可動コア30における軸線方向Daの後端側の端面には、固定コア40が当接している。

【0031】

[固定コア]

次に、固定コア40は、可動コア30を磁気吸引力によって吸引する部材である。固定コア40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40における軸線方向Daの先端部は、ノズル本体10の大径部14の内側、すなわち第2内部空間140内に圧入されている。そして、ノズル本体10と固定コア40は、溶接により接合される。これにより、ノズル本体10と固定コア40との間の隙間が密閉され、ノズル本体10の内部の空間が密閉される。

10

【0032】

また、固定コア40の先端部は、第2内部空間140に配置された可動コア30における軸線方向Daの後端側の端面と対向する。固定コア40における可動コア30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30が衝突する固定コア40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。

20

【0033】

同様に、可動コア30における固定コア40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30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30の耐久性及び信頼性を確保することができる。

【0034】

なお、固定コア40における軸線方向Daの後端部側は、ノズル本体10の第2内部空間140から軸線方向Daの後端に向けて突出している。

30

【0035】

固定コア40には、貫通孔42が形成されている。貫通孔42は、中心軸線AX1と同軸上に形成されている。そして、貫通孔42は、燃料が通過する流路FCを形成する。また、固定コア40における軸線方向Daの後端部には、貫通孔42に連通する開口部43が形成されている。この開口部43から貫通孔42に向けて燃料が導入される。また、開口部43から貫通孔42にかけてフィルタ90が挿入されている。

【0036】

さらに、貫通孔42における軸線方向Daの先端部側には、第1ばね61及び調整部材62が配置されている。第1ばね61は、調整部材62よりも貫通孔42の先端部側に配置されている。調整部材62は、貫通孔42に圧入されて、固定コア40の内部に固定されている。また、貫通孔42の先端部から、弁体20の後端部21が挿入される。第1ばね61は、調整部材62と弁体20の後端部21の間に介在される。そして、第1ばね61は、弁体20をノズル本体10の先端部に向けて軸線方向Daに付勢している。

40

【0037】

また、調整部材62における固定コア40に対する固定位置を調整することで、第1ばね61における弁体20の付勢力を調整することができる。これにより、弁体20の先端部23がノズル本体10の後述する噴射孔形成部材12に設けたシート面124aに押し付ける初期荷重を調整することができる。

【0038】

ここで、第1ばね61が弁体20をノズル本体10の先端部に向けて付勢する付勢力は、第2ばね63が可動コア30を固定コア40に向けて付勢する付勢力よりも大きく設定

50

されている。

【 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。

【 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。

【 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。

【 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

10

20

30

40

50

ル本体 10 及びハウジング 70 を含む磁気回路に磁束が流れる。そして、固定コア 40 には、可動コア 30 を吸引する磁気吸引力が発生する。固定コア 40 の磁気吸引力が、第 1 ばね 61 の付勢力、すなわち設定荷重を超えると、可動コア 30 は、固定コア 40 へ向けて移動する。可動コア 30 は、固定コア 40 と対向する端面、すなわち後端側端面が固定コア 40 の先端側端面に衝突するまで移動する。

【0047】

可動コア 30 が移動する際に、弁体 20 の後端部 21 に設けた係合部 213 と可動コア 30 が係合する。そのため、弁体 20 は、可動コア 30 と共に固定コア 40 に向けて軸線方向 Da に沿って後端側に向けて移動する。

【0048】

弁体 20 が固定コア 40 へ向けて移動することで、弁体 20 の先端部 23 が噴射孔形成部材 12 から離反する。そのため、弁体 20 と噴射孔形成部材 12との間に形成された噴射孔 18 に至るまでの流路 FC が開通し、噴射孔 18 、 19 が開いた開弁状態となる。

【0049】

弁体 20 が開弁位置（開弁状態）にあるとき、フィルタ 90 を介して、燃料が固定コア 40 の開口部 43 に導入される。そして、燃料は、固定コア 40 の貫通孔 42 を通ってノズル本体 10 に向けて流れる。また、燃料は、貫通孔 42 に配置された調整部材 62 及び第 1 ばね 61 を通過し、弁体 20 の流路形成部 212 と固定コア 40 の内周面 41 との間に形成された流路 FC を流れる。そして、燃料は、可動コア 30 の偏心貫通孔 32 を介して、ノズル本体 10 の第 2 内部空間 140 に流入する。

【0050】

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。

【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

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】

10

20

30

40

50

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との間には、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。

【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。10

【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。先端側摺動部 231 よりも軸線方向 Da の先端部側には、球面部 230 が連続して形成されている。20

【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 124a に対向し、シート面 124a 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 124a に接触した際に、後述する噴射孔 18、19 に至る流路 FC が閉じられる。また、弁体側シート面 232 がシート面 124a から離反すると、弁体側シート面 232 とシート面 124aとの間に燃料が通過する流路 FC 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 124a 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。30

【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 124a 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 18a と、平面形成用のザグリ穴 18b の2段形状に形成されている。オリフィス孔 18a 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 18a の軸方向（以下、「噴射軸」という）Fa 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 Fa は、点火プラグ 300 において火花が発生する点火領域 300a 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 F1 は、点火領域 300a に向かう。40

【0063】

ザグリ穴 18b は、外周面 120 からオリフィス孔 18a に向けて凹んだ凹部であり、オリフィス孔 18a の周囲を囲むようにして形成される。ザグリ穴 18b の開口径は、オリフィス孔 18a の開口径よりも大きく設定されている。また、ザグリ穴 18b における

外周面 120 からオリフィス孔 18a までの長さは、オリフィス孔 18a におけるサック室 125 の内壁面からザグリ穴 18b までの長さよりも短く設定される。

【0064】

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

10

【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 19a の長さを調整するために、ザグリ穴 19b 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 18a の長さを容易に調整することができる。

【0066】

これにより、サック室噴射孔 18 では、オリフィス孔 18a 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。

20

【0067】

さらに、ザグリ穴 18b 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 18 から噴射された噴霧 F1 がザグリ穴 18b の壁面に付着することを抑制することができる。

【0068】

なお、本例では、サック室噴射孔 18 を2段形状とし、シート部噴射孔 19 を3段形状とした例を説明したが、サック室噴射孔 18 及びシート部噴射孔 19 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 18 を3段以上に形成し、シート部噴射孔 19 を4段以上に形成してもよく、サック室噴射孔 18 及びシート部噴射孔 19 を、オリフィス孔 18a、19a のみの1段形状としてもよい。なお、サック室噴射孔 18 の加工時間を削減させるために、サック室噴射孔 18 の段数は、シート部噴射孔 19 の段数よりも少なく設定することが好ましい。

30

【0069】

図4に示すように、複数のシート部噴射孔 19 は、サック室噴射孔 18 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 19 は、噴射孔形成部材 12 においてサック室噴射孔 18 よりも点火プラグ 300 側に形成されていない。すなわち、サック室噴射孔 18 は、複数のシート部噴射孔 19 よりも点火プラグ 300 側に配置される。

【0070】

40

図5は、噴射孔形成部材 12 のシート部 124 を内側から見た平面図である。

図5に示すように、サック室噴射孔 18 は、シート部 124 の中心であるサック室 125 に設けられる。ここで、サック室 125 の中心 Q1 を通り、軸方向の一方がピストン側を向き、軸方向の他方が点火プラグ側を向く軸線を Y 軸とする。そして、サック室 125 の中心 Q1 を通り、かつ Y 軸と直交する軸線を X 軸とする。なお、サック室 125 の中心 Q1 は、ノズル本体 10 の軸線方向 Da 上に配置される。また、上述したように、サック室 125 は、略半球状に凹んだ凹部であるため、中心 Q1 は、凹部の頂点に位置する。

【0071】

サック室噴射孔 18 の内側の開口は、図5に示すように、Y 軸から外れた位置に形成されている。そして、サック室噴射孔 18 におけるシート部 124 の内側の開口は、X 軸に

50

沿ってサック室 125 の中心 Q1 からずらした（オフセットした）位置に形成される。すなわち、サック室噴射孔 18 は、サック室 125 の中心 Q1 から燃焼室 310（図 2 参照）の壁面方向にオフセットされた位置に配置される。そのため、サック室噴射孔 18 の中心軸線は、燃料噴射装置 1 の中心軸 AX1 に対して傾斜している。

【0072】

このように、サック室噴射孔 18 をサック室 125 の中心 Q1 からずれた位置に形成することで、サック室 125 に流れ込む燃料は、図 5 に示す流線 F_s のようにサック室噴射孔 18 にスムーズに流れる。その結果、サック室噴射孔 18 から噴射される噴霧が左右に波打つ現象、すなわち噴霧のゆらぎを低減させることができる。

【0073】

図 6 は、サック室噴射孔 180 をサック室 125 の中心 Q1 に配置した例を示す図である。図 6 に示す例においても、シート部 124 にシート部噴射孔 190 が形成され、サック室 125 にサック室噴射孔 180 が形成されている。

【0074】

ここで、流体は、圧損の少ない方向、すなわち流体抵抗が少ない方向に流れる。そのため、図 6 に示すように、サック室噴射孔 180 をサック室 125 の中心 Q1 上に配置した場合、サック室 125 に流れ込む燃料は、図 6 に示す流線 F_s のように、サック室 125 の側面に沿って流れる。これにより、サック室 125 の中心 Q1、すなわちサック室噴射孔 180 の両側で渦が発生する。そして、この渦の発生と消滅を繰り返すことで、サック室噴射孔 180 に流れる一定のフローパターンが崩れる。その結果、サック室噴射孔 180 から噴射される噴霧にゆらぎが発生し、噴射孔形成部材 12 の先端部に燃料が付着するおそれがある。

【0075】

したがって、図 5 に示すように、サック室噴射孔 18 を X 軸に沿ってサック室 125 の中心 Q1 からオフセットした位置に形成することで、噴霧のゆらぎを抑制することができる。その結果、噴射孔形成部材 12 の先端部に燃料が付着することを抑制することができ、燃焼の安定性の向上を図ることができる。

【0076】

また、図 5 に示すように、サック室噴射孔 18 にシート部 124 の 360° 全方位から燃料が流れ込む。そのため、シート部噴射孔 19 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 19 に燃料が過剰に流れ込むことを抑制することができる。

【0077】

これにより、シート部噴射孔 19 から噴射される噴霧（以下、「シート部噴霧」という）F₂ 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 F₂ がシリンダ 301 の壁面に到達し、シリンダ 301 の壁面やピストン 302 に燃料が付着することを防止することができる。

【0078】

また、シート部 124 の 360° 全方位から燃料が流れ込むサック室噴射孔 18 では、噴霧初期でのサック室噴霧 F₁（図 2 参照）の噴霧の長さが、シート部噴霧 F₂ よりも長くなる。さらに、上述したように、サック室噴射孔 18 の噴射軸 F_a は、点火プラグ 300 の点火領域 300a に向けられている。そのため、シート部噴霧 F₂（図 2 参照）の噴霧の長さが短くなっても、始動したばかりのエンジンで暖機を早めるためアイドリングの回転数を高める状態、いわゆる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。

【0079】

また、シート部噴射孔 19 は、サック室噴射孔 18 よりも点火プラグ 300 側に配置されていない。そのため、シート部噴霧 F₂ 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。

【0080】

10

20

30

40

50

図7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。

上述したように、サック室噴射孔18の噴射軸Faは点火プラグ300の方向を向いており、サック室噴射孔18は、複数のシート部噴射孔19よりも点火プラグ300側に配置される。そのため、図2及び図7に示すように、サック室噴霧F1は、複数のシート部噴射孔19から噴射されるシート部噴霧F2よりも点火プラグ300に最も接近する。

【0081】

さらに、複数のシート部噴射孔19は、サック室噴射孔18を周囲の全てを囲まないよう配位されている。そのため、サック室噴霧F1と複数のシート部噴霧F2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F1、F2が互いに干渉して、噴射孔形成部材12の外周面120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できる。

10

【0082】

なお、サック室噴射孔18の噴射軸Faと、複数のシート部噴射孔19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19をサック室噴射孔18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18よりも点火プラグ側にシート部噴射孔19を配置してもよい。

【0083】

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F2が、サック室噴霧F1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19は、サック室噴射孔18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18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。

20

【0084】

図8は、サック室噴射孔18及びシート部噴射孔19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12の外周面120において中心軸線AX1上に集結する。そのため、噴射孔形成部材12の外周面120における中心軸線AX1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12における中心軸線AX1上にサック室噴射孔18を形成している。

30

【0085】

そして、サック室噴射孔18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F1付近の気体の圧力が下がる。そのため、外周面120に付着した燃料には、サック室噴霧F1に引き寄せられる力が働く。これにより、外周面120に付着した燃料は、サック室噴霧F1に引き寄せられ、サック室噴霧F1と共に外周面120から除去される。その結果、噴射孔形成部材12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。

【0086】

さらに、サック室噴射孔18は、オリフィス孔18aとザグリ穴18bの2段形状となっており、ザグリ穴18bの開口径をオリフィス孔18aの開口径よりも大きく形成している。さらに、ザグリ穴18bの長さをオリフィス孔18a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F1が外周面120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120から燃料をより効率的に除去することができる。

40

【0087】

さらに、流路FC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S1が発生する。なお、気泡S1は、流路FC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232とシート面124aとの間の流路FC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S1は、噴射孔形成部材12におけるシート部124の近傍から先端部側である弁体側シート面232とシート面124aとの間に形成された流路FCで発生する。

50

【0088】

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。

【0089】

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、特許請求の範囲に記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。

【0090】

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が、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】**【0091】**

1 ... 燃料噴射装置、 1 0 ... ノズル本体、 1 2 ... 噴射孔形成部材、 1 8 ... サック室噴射孔（噴射孔）、 1 8 a、 1 9 a ... オリフィス孔、 1 8 b、 1 9 b ... ザグリ穴、 1 9 ... シート部噴射孔、 1 9 c ... 面押し穴、 2 0 ... 弁体、 2 3 ... 先端部、 3 0 ... 可動コア、 4 0 ... 固定コア、 5 0 ... コイル、 7 0 ... ハウジング、 8 0 ... 接続部、 1 2 0 ... 外周面、 1 2 1 ... 内周面、 1 2 2 ... 筒部、 1 2 3 ... 切り欠き部、 1 2 4 ... シート部、 1 2 4 a ... シート面、 1 2 5 ... サック室、 2 3 0 ... 球面部、 2 3 1 ... 先端側摺動部、 2 3 2 ... 弁体側シート面、 2 3 3 ... 凸部、 3 0 0 ... 点火プラグ、 3 0 0 a ... 点火領域、 3 0 1 ... シリンダ、 3 0 2 ... ピストン、 3 1 0 ... 燃焼室、 A X 1 ... 中心軸線、 D a ... 軸線方向、 F 1 ... サック室噴霧、 F 2 ... シート部噴霧、 F s ... 流線、 Q 1 ... 中心、 S 1 ... 気泡、 T 1 ... 崩壊エネルギー

10

20

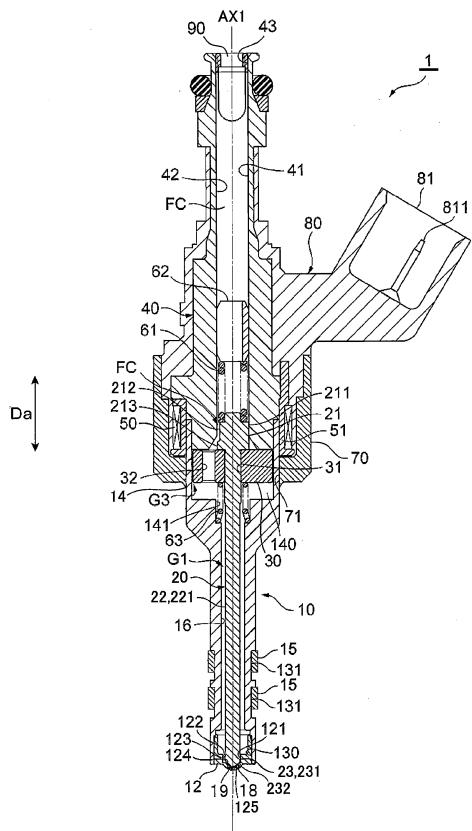
30

40

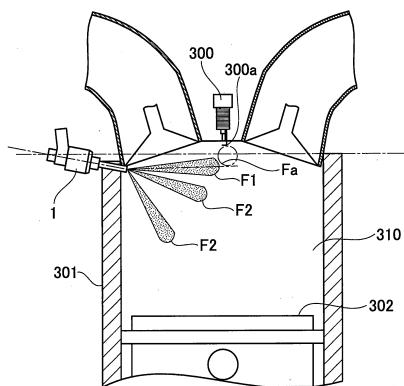
50

【図面】

【図 1】



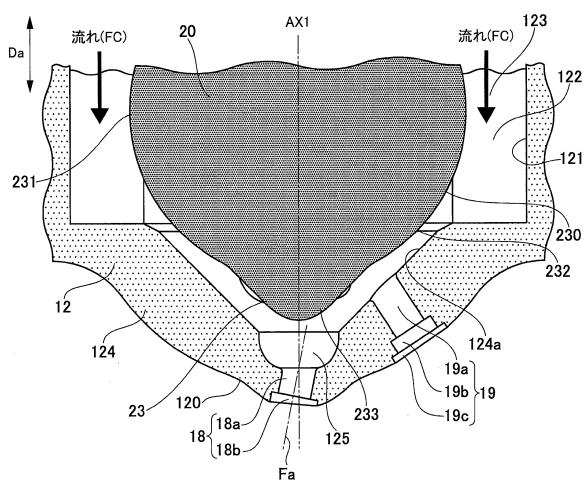
【図 2】



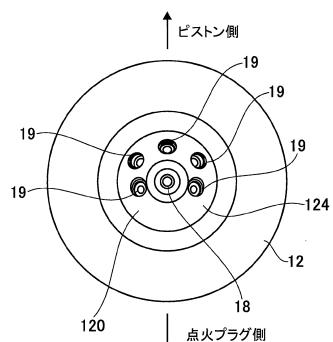
10

20

【図 3】



【図 4】

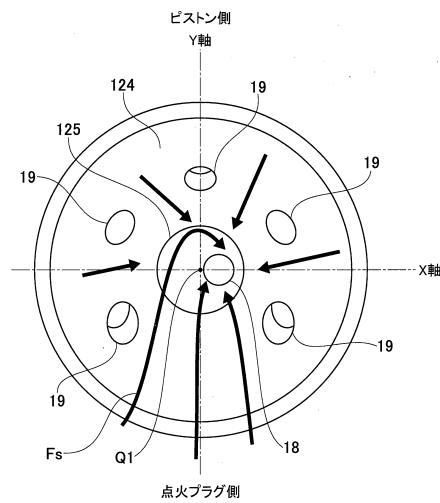


30

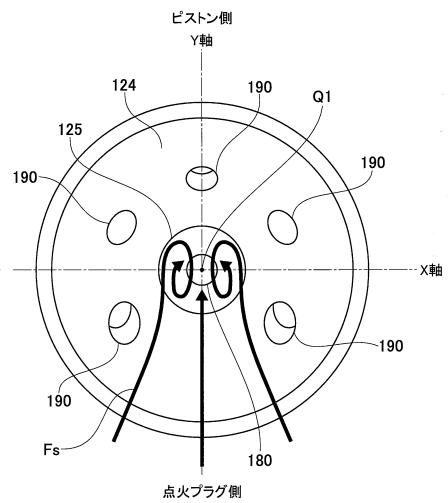
40

50

【図 5】



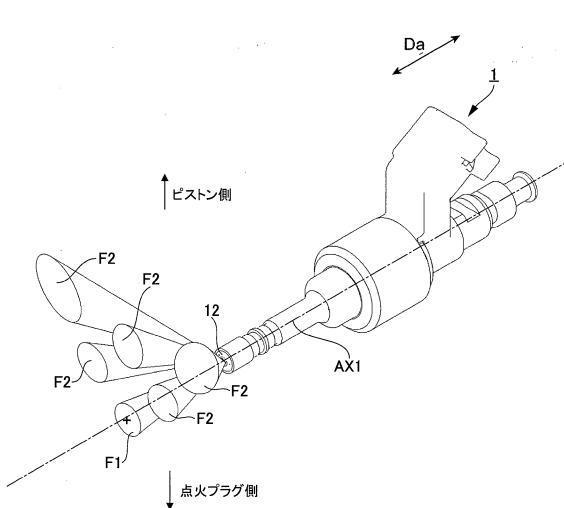
【図 6】



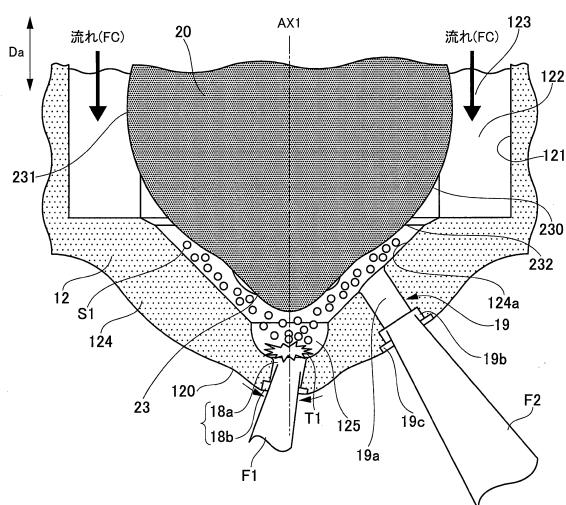
10

20

【図 7】



【図 8】



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A s t e m o 株式会社内

審査官 鶴江 陽介

- (56)参考文献
- 特開2001-254658 (JP, A)
 - 特表2002-503313 (JP, A)
 - 特開2017-031952 (JP, A)
 - 特開2015-224618 (JP, A)
 - 特開2004-232509 (JP, A)
 - 特開2006-057604 (JP, A)
 - 実開昭62-087170 (JP, U)
 - 特開2017-066883 (JP, A)
 - 特開2010-043541 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

- F02M 61/18
- F02M 51/06
- F02M 61/16