(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年6月4日(04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/110456 A1

(51) 国際特許分類:
F02M 61/18 (2006.01) *F02M 61/10* (2006.01)
F02M 51/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/038673

(22) 国際出願日： 2019年10月1日(01.10.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-222657 2018年11月28日(28.11.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 渡辺 祐樹 (WATANABE Yuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 望月 孝一(MOCHIZUKI Kouichi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 岡本 敦哉(OKAMOTO Atsuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

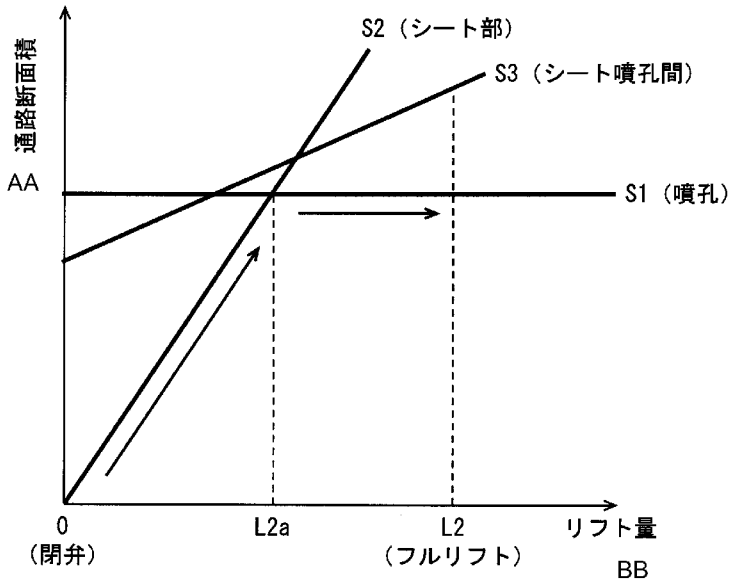
(74) 代理人: 金 順姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦２丁目１３番１９号 瀧定ビル６階 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) **Title:** FUEL INJECTION VALVE

(54) 発明の名称： 燃料噴射弁

図12



(57) **Abstract:** This fuel injection valve is provided with: an injection hole body (11) having formed an injection hole (11a) for injecting fuel; a valve body (20) having formed a seat surface (20s) which seats against and unseats from a seating surface (11s) of the injection hole body; and a fuel passage (11b) which is formed between the injection hole body and the valve body, is in communication with an inlet (11in) of the injection hole, and is opened and closed as the valve body seats and unseats. The seat surface is curved to bulge in the direction of the seating surface. A state in which the flow

WO 2020/110456 A1

［続葉有］

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

volume of fuel injected out of the injection hole is limited to a flow volume throttled by a gap between the seat surface and the seating surface is referred to as a seat portion-throttled state, and a state in which the flow volume is limited to a flow volume throttled by the injection hole is referred to as an injection hole-throttled state. When the valve body opens from a closed position to a full-lift position, the seat portion-throttled state is present from the closed position to a predetermined intermediate position, and the injection hole-throttled state is present from the intermediate position to the full-lift position.

(57) 要約：燃料噴射弁は、燃料が噴射される噴孔（１１ａ）が形成された噴孔ボデー（１１）と、噴孔ボデーの着座面（１１ｓ）に離着座するシート面（２０ｓ）が形成された弁体（２０）と、噴孔ボデーと弁体との間に形成され、噴孔の流入口（１１ｉｎ）に連通しており、弁体の離着座により開閉される燃料通路（１１ｂ）とを備える。シート面は、着座面の側に膨らむ向きに湾曲している。噴孔から噴射される燃料の流量が、シート面と着座面との隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞り状態とし、噴孔で絞られた流量に制限されている状態を噴孔絞り状態とする。弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、閉弁位置から所定の中間位置まではシート部絞り状態となり、中間位置からフルリフト位置までは噴孔絞り状態となる。

明　細　書

発明の名称 ： 燃料噴射弁

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１８年１１月２８日に出願された日本出願番号２０１８－２２２６５７号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、燃料噴射弁に関する。

背景技術

[0003] 特許文献１には、燃料を噴孔から噴射する燃料噴射弁が開示されている。この燃料噴射弁は、噴孔が形成された噴孔ボデー、噴孔を開閉する弁体、および弁体を開弁作動させる電動アクチュエータを備える。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１６－９８７０２号公報

[0005] 一般的に、１回の開弁で噴孔から噴射される燃料の噴射量は、電動アクチュエータへの通電時間で制御される。そのため、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきを小さくして、噴射量を高精度で制御できるようにすることが望ましい。

発明の概要

[0006] 本開示は、噴射量の機差ばらつき抑制を図った燃料噴射弁を提供することを目的とする。

[0007] 本開示の第一の態様における燃料噴射弁は、燃料が噴射される噴孔が形成された噴孔ボデーと、噴孔ボデーの着座面に離着座するシート面が形成された弁体と、噴孔ボデーと弁体との間に形成され、噴孔の流入口に連通しており、弁体の離着座により開閉される燃料通路とを備える。シート面は、着座面の側に膨らむ向きに湾曲している。噴孔から噴射される燃料の流量が、シート面と着座面との隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞

り状態とし、噴孔で絞られた流量に制限されている状態を噴孔絞り状態とした場合に、弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、閉弁位置から所定の中間位置まではシート部絞り状態となり、中間位置からフルリフト位置までは噴孔絞り状態となる。

[0008] 本開示の第二の態様における燃料噴射弁は、内燃機関の燃焼に用いる燃料が噴射される噴孔が形成された噴孔ボデーと、噴孔ボデーの着座面に離着座するシート面が形成された弁体と、噴孔ボデーと弁体との間に形成され、噴孔の流入口に連通しており、弁体の離着座により開閉される燃料通路とを備える。シート面は、着座面の側に膨らむ向きに湾曲している。噴孔から噴射される燃料の流量が、シート面と着座面との隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞り状態とし、燃料通路のうち着座面より下流側の部分であるシート噴孔間隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート噴孔間絞り状態とした場合に、弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、閉弁位置から所定の中間位置まではシート部絞り状態となり、中間位置からフルリフト位置まではシート噴孔間絞り状態となる。

[0009] ところで、弁体を着座面に着座（閉弁）させても、その閉弁直後には、燃料通路のうち着座面より下流側の部分（シート下流通路）に残留する燃料が噴孔から漏れ出る。このように漏出した燃料は、噴孔ボデーの外表面や噴孔内面に付着し、変質してデポジットとして堆積していく場合がある。そして、噴孔の流出口周囲にデポジットが堆積すると、噴孔から噴射される燃料の噴霧形状や噴射量が意図と異なる状態になる。この点を考慮し、上記第１態様および第２態様のシート面は、着座面の側に膨らむ向きに湾曲している。これにより、シート下流通路の体積が小さくなり、上記漏出の量を低減できる。

[0010] しかしながら、このようにシート下流通路の体積を小さくしていくと、以下の問題が新たに懸念されるようになる。すなわち、弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、噴孔から噴射される燃料の流量を制限させる絞り部位は、弁体のリフト位置に応じて以下の３段階で変化する

懸念がある（図１１参照）。

[0011] 先ず第１段階では、閉弁位置から所定の第１中間位置までのリフト領域において、シート面と着座面との隙間で絞られた流量に制限されている「シート部絞り状態」となる。次の第２段階では、第１中間位置から所定の第２中間位置までのリフト領域において、燃料通路のうち着座面より下流側の部分であるシート下流通路の通路断面積で絞られた流量に制限されている「シート噴孔間絞り状態」となる。次の第３段階では、第２中間位置からフルリフト位置までのリフト領域において、噴孔の通路断面積で絞られた流量に制限されている「噴孔絞り状態」となる。

[0012] そして、このように絞り部位が３段階で変化する構造の場合、各部位での機差ばらつきが、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきに反映されてしまい、噴射量の機差ばらつきが大きくなる。

[0013] この点を考慮し、上記第１態様に係る燃料噴射弁は、閉弁位置から中間位置までは「シート部絞り状態」となり、中間位置からフルリフト位置までは「噴孔絞り状態」となるように構成されている。つまり、「シート部絞り状態」と「噴孔絞り状態」の２段階で絞り部位が変化する。また、上記第２態様に係る燃料噴射弁では、閉弁位置から中間位置までは「シート部絞り状態」となり、中間位置からフルリフト位置までは「シート噴孔間絞り状態」となるように構成されている。つまり、「シート部絞り状態」と「シート噴孔間絞り状態」の２段階で絞り部位が変化する。

[0014] 以上により、上記第１態様および第２態様によれば２段階で絞り部位が変化するので、先述の如く３段階で変化する場合に比べて、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきが抑制される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第１実施形態に係る燃料噴射弁の断面図。

[図2]図１の噴孔部分における拡大図。

[図3]図１の可動コア部分における拡大図。

[図4]第１実施形態に係る燃料噴射弁の作動を示す模式図であり、図中の（ａ

）は閉弁状態を示し、（ｂ）は磁気吸引力で移動する可動コアが弁体に衝突した状態を示し、（ｃ）は磁気吸引力でさらに移動する可動コアがガイド部材に衝突した状態を示す。

[図5]ニードルが開弁した状態を示す、図２の拡大図である。

[図6]第１実施形態に係る噴孔ボデーを、噴孔の流入口側から見た上面図である。

[図7]第１実施形態において、ニードルがフルリフト位置にある状態を示す断面図である。

[図8]第１実施形態において、ニードルが閉弁した状態を示す断面図である。

[図9]第１実施形態において、ニードルが閉弁した状態を示す断面図であって、シート角度を説明する図である。

[図10]第１実施形態に係る噴孔ボデーおよびニードルの断面図であって、噴孔直上体積を説明する図である。

[図11]第１実施形態の比較例において、開弁作動に伴いリフト量が増大する際の、シート面、シート噴孔間、噴孔の各々における通路断面積の変化を示す図。

[図12]第１実施形態において、開弁作動に伴いリフト量が増大する際の、シート面、シート噴孔間、噴孔の各々における通路断面積の変化を示す図。

[図13]第１実施形態において、閉弁時のシート噴孔間の通路断面積を増大させることで、絞り部位が２段階で変化するようになることを示す図。

[図14]第１実施形態において、リフトアップに伴いシート部の通路断面積が増大していく傾きを小さくすることで、絞り部位が２段階で変化するようになることを示す図。

[図15]第１実施形態において、噴孔の通路断面積を小さくすることで、絞り部位が２段階で変化するようになることを示す図。

[図16]第２実施形態において、フルリフト位置におけるリフト量を小さくすることで、絞り部位が２段階で変化するようになることを示す図。

[図17]第３実施形態において、ニードルが開弁した状態を示す断面図である

。

[図18]第４実施形態に係る噴孔ボデーおよびニードルの断面図であって、噴孔形状を説明する図である。

[図19]第５実施形態に係る噴孔ボデーおよびニードルの断面図であって、噴孔形状を説明する図である。

[図20]第６実施形態に係る噴孔ボデーおよびニードルの断面図であって、噴孔形状を説明する図である。

[図21]第７実施形態に係る燃料噴射弁の断面図である。

[図22]第８実施形態に係る燃料噴射弁の断面図である。

[図23]第４実施形態の変形例を示す噴孔の断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本開示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。

[0017] （第１実施形態）

図１に示す燃料噴射弁１は、車両に搭載された点火着火式内燃機関のシリンダヘッドに取り付けられており、内燃機関の燃焼室２へ直接燃料を噴射する直噴式である。車載燃料タンクに貯留されている液体のガソリン燃料は、図示しない燃料ポンプにより加圧されて燃料噴射弁１へ供給され、供給された高圧燃料は、燃料噴射弁１に形成された噴孔１１ａから燃焼室２へ噴射される。

[0018] また、燃料噴射弁１は、燃焼室２の中央に配置されたセンター配置式である。詳細には、内燃機関のピストンの軸線方向から見て、吸気ポートと排気ポートの間に噴孔１１ａが位置する。燃料噴射弁１の軸線方向（図１の上下方向）がピストンの軸線方向に平行となるように、燃料噴射弁１はシリンダヘッドに取り付けられている。燃料噴射弁１は、ピストンの軸線上、または

ピストンの軸線上に位置する点火プラグの近傍に位置する。

[0019] 燃料噴射弁１の作動は、車両に搭載された制御装置９０により制御される。制御装置９０は、少なくとも１つの演算処理装置（プロセッサ９０ａ）と、プロセッサ９０ａにより実行されるプログラムおよびデータを記憶する記憶媒体としての少なくとも１つの記憶装置（メモリ９０ｂ）とを有する。燃料噴射弁１および制御装置９０は、燃料噴射システムを提供する。

[0020] 「制御装置」の一例は、少なくともプログラムを格納したメモリと、このプログラムを実行する少なくともひとつのプロセッサとを備えるコンピュータである。この場合、コンピュータは、ＣＰＵ等と呼ばれる少なくともひとつのプロセッサコアを備える。メモリは、記憶媒体とも呼ばれる。メモリは、プロセッサによって読み取り可能な「プログラムおよび／またはデータ」を非一時的に格納する非遷移的かつ実体的な記憶媒体である。記憶媒体は、半導体メモリ、磁気ディスク、または光学ディスクなどによって提供される。プログラムは、それ単体で、またはプログラムが格納された記憶媒体として流通する場合がある。

[0021] 「制御装置」の一例は、多数の論理ユニットを含むデジタル回路、またはアナログ回路を含むコンピュータである。この場合、コンピュータは、ロジック回路アレイ等と呼ばれる。デジタル回路は、「プログラムおよび／またはデータ」を格納したメモリを備える場合がある。

[0022] 燃料噴射弁１は、噴孔ボデー１１、本体ボデー１２、固定コア１３、非磁性部材１４、コイル１７、支持部材１８、フィルタ１９、第１バネ部材ＳＰ１（弾性部材）、カップ５０、ガイド部材６０および可動部Ｍ（図３参照）等を備える。可動部Ｍは、ニードル２０（弁体）、可動コア３０、第２バネ部材ＳＰ２、スリーブ４０およびカップ５０を組み付けた組付体である。噴孔ボデー１１、本体ボデー１２、固定コア１３、支持部材１８、ニードル２０、可動コア３０、スリーブ４０、カップ５０およびガイド部材６０は金属製である。

[0023] 図２に示すように、噴孔ボデー１１は、燃料を噴射する複数の噴孔１１ａ

を有する。噴孔１１ａは、噴孔ボデー１１にレーザ加工を施すことにより形成されている。噴孔ボデー１１の内部にはニードル２０が位置している。ニードル２０の外面と噴孔ボデー１１の内面との間で、噴孔１１ａの流入口１１ｉｎに連通する燃料通路１１ｂが形成されている。燃料通路１１ｂは、噴孔ボデー１１とニードル２０との間に形成され、噴孔１１ａの流入口１１ｉｎに連通する通路である。

[0024] 噴孔ボデー１１の内周面には、ニードル２０に形成されたシート面２０ｓが離着座する着座面１１ｓが形成されている。シート面２０ｓおよび着座面１１ｓは、ニードル２０の中心軸線（軸線Ｃ１）周りに環状に延びる形状である。ニードル２０が着座面１１ｓに離着座することで、燃料通路１１ｂが開閉されて噴孔１１ａが開閉されることとなる。具体的には、ニードル２０が着座面１１ｓに接触し、着座すると、燃料通路１１ｂと噴孔１１ａとが連通しなくなる。そして、ニードル２０が着座面１１ｓから離れ、離座すると、燃料通路１１ｂと噴孔１１ａとが連通する。この際、噴孔１１ａから燃料が噴射される。

[0025] ニードル２０を閉弁作動させてシート面２０ｓが着座面１１ｓに接触した時点では、シート面２０ｓと着座面１１ｓとは、図７および図８の一点鎖線に示すシート位置Ｒ１で線接触する。その後、第１バネ部材ＳＰ１の弾性力によりシート面２０ｓが着座面１１ｓに押し付けられると、その押付力でニードル２０および噴孔ボデー１１は弾性変形して面接触する。その面接触している面積で押付力を除算した値がシート面圧であり、所定以上のシート面圧が確保されるように第１バネ部材ＳＰ１は設定されている。

[0026] 図１の説明に戻り、本体ボデー１２および非磁性部材１４は円筒形状である。本体ボデー１２のうち噴孔１１ａに近づく側（噴孔側）の部分である円筒端部は、噴孔ボデー１１に溶接して固定されている。具体的には、本体ボデー１２の内周面に、噴孔ボデー１１の外周面が装着される。そして、本体ボデー１２と噴孔ボデー１１とは溶接される。本実施形態では、本体ボデー１２の内周面に噴孔ボデー１１の外周面が圧入されている。本体ボデー１２

のうち噴孔１１ａから遠ざかる側（反噴孔側）の円筒端部は、非磁性部材１４の円筒端部に溶接して固定されている。非磁性部材１４のうち反噴孔側の円筒端部は、固定コア１３に溶接して固定されている。

[0027] ナット部材１５は、本体ボデー１２の係止部１２ｃに係止された状態で、固定コア１３のネジ部１３Ｎに締結されている。この締結により生じる軸力は、ナット部材１５、本体ボデー１２、非磁性部材１４および固定コア１３に対し、軸線Ｃ１方向（図１の上下方向）に互いに押し付け合う面圧を生じさせている。なお、このような面圧をネジ締結で生じさせることに替えて、圧入で生じさせてもよい。

[0028] 本体ボデー１２は、ステンレス等の磁性材で形成され、燃料を噴孔１１ａへ流通させる流路１２ｂを内部に有する。流路１２ｂには、ニードル２０が軸線Ｃ１方向に移動可能な状態で収容されている。可動室１２ａには、ニードル２０、可動コア３０、第２バネ部材ＳＰ２、スリーブ４０およびカップ５０を組み付けた組付体である可動部Ｍ（図４参照）が、移動可能な状態で収容されている。

[0029] 流路１２ｂは、可動室１２ａの下流側に連通し、軸線Ｃ１方向に延びる形状である。流路１２ｂおよび可動室１２ａの中心線は、本体ボデー１２の円筒中心線（軸線Ｃ１）と一致する。ニードル２０のうちの噴孔側部分は、噴孔ボデー１１の内壁面１１ｃに摺動支持され、ニードル２０のうちの反噴孔側部分は、カップ５０の内壁面に摺動支持されている。このようにニードル２０の上流端部と下流端部の２箇所が摺動支持されることにより、ニードル２０の径方向への移動が制限され、本体ボデー１２の軸線Ｃ１に対するニードル２０の傾倒が制限される。

[0030] ニードル２０は、燃料通路１１ｂを開閉することで噴孔１１ａを開閉する「弁体」に相当し、ステンレス等の磁性材で形成され、軸線Ｃ１方向に延びる形状である。ニードル２０の下流側端面には、先述したシート面２０ｓが形成されている。ニードル２０が軸線Ｃ１方向の下流側へ移動（閉弁作動）すると、シート面２０ｓが着座面１１ｓに着座して、燃料通路１１ｂおよび

噴孔１１ａが閉弁される。ニードル２０が軸線Ｃ１方向の上流側へ移動（開弁作動）すると、シート面２０ｓが着座面１１ｓから離座して、燃料通路１１ｂおよび噴孔１１ａが開弁される。

[0031] カップ５０は、円板形状の円板部５２および円筒形状の円筒部５１を有する。円板部５２は、軸線Ｃ１方向に貫通する貫通穴５２ａを有する。円板部５２の反噴孔側の面は、第１バネ部材ＳＰ１と当接するバネ当接面として機能する。円板部５２の噴孔側の面は、ニードル２０と当接して第１弾性力（閉弁弾性力）を伝達する閉弁力伝達当接面５２ｃとして機能する。円筒部５１は、円板部５２の外周端から噴孔側へ延びる円筒形状である。円筒部５１の噴孔側端面は、可動コア３０と当接するコア当接端面５１ａとして機能する。円筒部５１の内壁面は、ニードル２０の外周面と摺動する。

[0032] 固定コア１３は、ステンレス等の磁性材で形成され、燃料を噴孔１１ａへ流通させる流路１３ａを内部に有する。流路１３ａは、ニードル２０の内部に形成されている内部通路２０ａ（図３参照）および可動室１２ａの上流側に連通し、軸線Ｃ１方向に延びる形状である。流路１３ａには、ガイド部材６０、第１バネ部材ＳＰ１および支持部材１８が収容されている。

[0033] 支持部材１８は円筒形状であり、固定コア１３の内壁面に圧入固定されている。第１バネ部材ＳＰ１は、支持部材１８の下流側に配置されたコイルスプリングであり、軸線Ｃ１方向に弾性変形する。第１バネ部材ＳＰ１の上流側端面は支持部材１８に支持され、第１バネ部材ＳＰ１の下流側端面はカップ５０に支持されている。第１バネ部材ＳＰ１の弾性変形により生じた力（第１弾性力）により、カップ５０は下流側に付勢される。支持部材１８の軸線Ｃ１方向における圧入量を調整することで、カップ５０を付勢する弾性力の大きさ（第１セット荷重）が調整されている。

[0034] フィルタ１９は、燃料噴射弁１へ供給された燃料に含まれている異物を捕捉する。フィルタ１９は、固定コア１３の内壁面のうち支持部材１８の上流側部分に圧入固定されている。フィルタ１９は円筒形状であり、図１中の矢印Ｙ１に示すように、フィルタ１９の円筒軸線方向から円筒内部へ流入した

燃料は、フィルタ１９の円筒径方向に流れてフィルタ１９を通過する。

[0035] 図３に示すように、ガイド部材６０は、ステンレス等の磁性材で形成された円筒形状であり、固定コア１３に圧入固定されている。ガイド部材６０の噴孔側端面は、可動コア３０と当接するストッパ当接端面６１ａとして機能する。ガイド部材６０の内壁面は、カップ５０に係る円筒部５１の外周面５１ｄと摺動する。要するに、ガイド部材６０は、軸線Ｃ１方向に移動するカップ５０の外周面を摺動させるガイド機能と、軸線Ｃ１方向に移動する可動コア３０に当接して可動コア３０の反噴孔側への移動を規制するストッパ機能と、を有する。

[0036] 固定コア１３の外周面には樹脂部材１６が設けられている。樹脂部材１６はコネクタハウジング１６ａを有し、コネクタハウジング１６ａの内部には端子１６ｂが収容されている。端子１６ｂはコイル１７と電気接続されている。コネクタハウジング１６ａには、図示しない外部コネクタが接続され、端子１６ｂを通じてコイル１７へ電力が供給される。コイル１７は、電気絶縁性を有するボビン１７ａに巻き回されて円筒形状をなし、固定コア１３、非磁性部材１４および可動コア３０の径方向外側に配置されている。固定コア１３、ナット部材１５、本体ボデー１２および可動コア３０は、コイル１７への電力供給（通電）に伴い生じる磁束を流す磁気回路を形成する（図３中の点線矢印参照）。

[0037] 図３に示すように、可動コア３０は、固定コア１３に対して噴孔側に配置され、軸線Ｃ１方向に移動可能な状態で可動室１２ａに収容されている。可動コア３０はアウタコア３１およびインナコア３２を有する。アウタコア３１は、ステンレス等の磁性材で形成された円筒形状であり、インナコア３２は、ステンレス等の非磁性材で形成された円筒形状である。アウタコア３１は、インナコア３２の外周面に圧入固定されている。

[0038] インナコア３２の円筒内部にはニードル２０が挿入配置されている。インナコア３２は、ニードル２０に対して軸線Ｃ１方向に摺動可能な状態でニードル２０に組み付けられている。インナコア３２は、ストッパ部材としての

ガイド部材６０、カップ５０およびニードル２０に当接する。そのため、インナコア３２には、アウタコア３１に比べて高硬度の材質が用いられている。アウタコア３１は、固定コア１３に対向するコア対向面３１ｃを有し、コア対向面３１ｃと固定コア１３との間にはギャップが形成されている。したがって、上述の如くコイル１７へ通電して磁束が流れた状態では、上記ギャップが形成されていることにより、固定コア１３に吸引される磁気吸引力がアウタコア３１に作用する。

[0039] スリーブ４０は、ニードル２０に圧入固定され、第２バネ部材ＳＰ２の噴孔側端面を支持する。第２バネ部材ＳＰ２は、軸線Ｃ１方向に弾性変形するコイルスプリングである。第２バネ部材ＳＰ２の反噴孔側端面はアウタコア３１に支持されている。第２バネ部材ＳＰ２の弾性変形により生じた力（第２弾性力）により、アウタコア３１は反噴孔側に付勢される。スリーブ４０の軸線Ｃ１方向における圧入量を調整することで、閉弁時に可動コア３０を付勢する第２弾性力の大きさ（第２セット荷重）が調整されている。なお、第２バネ部材ＳＰ２に係る第２セット荷重は、第１バネ部材ＳＰ１に係る第１セット荷重より小さい。

[0040] ＜作動の説明＞

次に、燃料噴射弁１の作動について、図４を用いて説明する。

[0041] 図４中の（ａ）欄に示すように、コイル１７への通電をオフにした状態では、磁気吸引力が生じないので、可動コア３０には、開弁側へ付勢される磁気吸引力は作用しない。そして、第１バネ部材ＳＰ１による第１弾性力で閉弁側に付勢されたカップ５０は、ニードル２０の閉弁時弁体当接面２１ｂ（図３参照）およびインナコア３２に当接して第１弾性力を伝達している。

[0042] 可動コア３０は、カップ５０から伝達された第１バネ部材ＳＰ１の第１弾性力により閉弁側へ付勢されるとともに、第２バネ部材ＳＰ２の第２弾性力により開弁側へ付勢されている。第２弾性力より第１弾性力の方が大きいため、可動コア３０はカップ５０に押されて噴孔側へ移動（リフトダウン）した状態になる。ニードル２０は、カップ５０から伝達された第１弾性力によ

り閉弁側へ付勢され、カップ５０に押されて噴孔側へ移動（リフトダウン）した状態、つまり着座面１１ｓに着座して閉弁した状態となる。この閉弁状態では、ニードル２０の開弁時弁体当接面２１ａ（図３参照）とインナコア３２との間には隙間が形成されており、閉弁状態での隙間の軸線Ｃ１方向長さをギャップ量Ｌ１とする。

[0043] 図４中の（ｂ）欄に示すように、コイル１７への通電をオフからオンに切り替えた直後の状態では、開弁側へ付勢される磁気吸引力が可動コア３０に作用して、可動コア３０が開弁側への移動を開始する。そして、可動コア３０がカップ５０を押し上げながら移動し、その移動量がギャップ量Ｌ１に達すると、ニードル２０の開弁時弁体当接面２１ａにインナコア３２が衝突する。この衝突時点では、ガイド部材６０とインナコア３２との間には隙間が形成されており、この隙間の軸線Ｃ１方向長さをリフト量Ｌ２とする。

[0044] この衝突時点までの期間には、ニードル２０に印加された燃圧による閉弁力が可動コア３０にかかっていないので、その分、可動コア３０の衝突速度を増大できる。そして、このような衝突力を磁気吸引力に加算して、ニードル２０の開弁力として利用するので、開弁に必要な磁気吸引力の増大を抑制しつつ、高圧の燃料であってもニードル２０を開弁作動させることができる。

[0045] 上記衝突の後、可動コア３０は磁気吸引力によりさらに移動を続け、衝突後の移動量がリフト量Ｌ２に達すると、図４中の（ｃ）欄に示すように、ガイド部材６０にインナコア３２が衝突して移動停止する。この移動停止時点での、着座面１１ｓとシート面２０ｓとの軸線Ｃ１方向における離間距離は、ニードル２０のフルリフト量に相当し、先述したリフト量Ｌ２と一致する。

[0046] その後、コイル１７への通電をオンからオフに切り替えると、駆動電流の低下とともに磁気吸引力も低下して、可動コア３０がカップ５０とともに閉弁側へ移動を開始する。ニードル２０は、カップ５０との間に充填された燃料の圧力に押されて、可動コア３０の移動開始と同時にリフトダウン（閉弁

作動）を開始する。

[0047] その後、ニードル２０がリフト量Ｌ２の分だけリフトダウンした時点で、弁体側シート２０ｓがボデー側シート１１ｓに着座して、流路１１ｂおよび噴孔１１ａが閉弁される。その後、可動コア３０はカップ５０とともに閉弁側への移動を継続し、カップ５０がニードル２０に当接した時点で、カップ５０の閉弁側への移動が停止する。その後、可動コア３０は、慣性力で閉弁側への移動（慣性移動）をさらに継続した後、第２バネ部材ＳＰ２の弾性力により開弁側へ移動（リバウンド）する。その後、可動コア３０は、カップ５０に衝突してカップ５０とともに開弁側へ移動（リバウンド）するが、閉弁弾性力により迅速に押し戻されて、図４の（ａ）欄に示す初期状態に収束する。

[0048] したがって、このようなリバウンドが小さく、収束に要する時間が短いほど、噴射終了から初期状態に復帰するまでの時間が短くなる。そのため、内燃機関の１燃焼サイクルあたりに燃料を複数回噴射する多段噴射を実行するにあたり、噴射間のインターバルを短くでき、多段噴射に含まれる噴射回数を多くできる。また、上述の如く収束時間を短くすることで、以下に説明するパーシャルリフト噴射を実行した場合の噴射量を高精度に制御できるようになる。パーシャルリフト噴射とは、開弁作動するニードル２０がフルリフト位置（最大開弁位置）に達する前に、コイル１７への通電を停止させて閉弁作動を開始させることで、短い開弁時間による微小量の噴射のことである。

[0049] 上述した通電オンオフは、プロセッサ９０ａがメモリ９０ｂに記憶されたプログラムを実行することで制御される。基本的には、内燃機関の負荷および回転数に基づき、１燃焼サイクルでの燃料噴射量、噴射時期および多段噴射に係る噴射回数が、プロセッサ９０ａにより算出される。さらにプロセッサ９０ａが各種プログラムを実行することで、以下に説明する多段噴射制御、パーシャルリフト噴射制御（ＰＬ噴射制御）、圧縮行程噴射制御、および圧力制御を実行する。これらの制御を実行している時の制御装置９０は、図

１に示す多段噴射制御部９１、パーシャルリフト噴射制御部（ＰＬ噴射制御部９２）、圧縮行程噴射制御部９３、および圧力制御部９４に相当する。

[0050] 多段噴射制御部９１は、内燃機関の１燃焼サイクル中に噴孔１１ａから燃料を複数回噴射させるように、コイル１７への通電オンオフを制御する。ＰＬ噴射制御部９２は、ニードル２０が着座面１１ｓから離座した後、フルリフト位置に達する前に閉弁作動を開始するように、コイル１７への通電オンオフを制御する。例えば、多段噴射の回数が多くなるほど、１回の噴射に係る噴射量が微少量になってくるので、そのような微少量の噴射の場合に、ＰＬ噴射制御を実行する。

[0051] 圧縮行程噴射制御部９３は、内燃機関の圧縮行程期間の一部を含む期間に噴孔１１ａから燃料を噴射させるように、コイル１７への通電オンオフを制御する。このように圧縮行程期間に燃焼室２へ燃料を噴射させる場合、噴射開始時期から点火時期までの時間が短いので、燃料と空気とを十分に混合させる時間が短い。そのため、この種の燃料噴射弁１には、燃料と空気との混合性を促進させるべく、貫徹力の高い状態で燃料を噴孔１１ａから噴射することが要求される。また、短時間で噴霧を分裂させるべく、噴射圧力を高くすることが要求される。

[0052] 圧力制御部９４は、燃料噴射弁１へ供給する燃料の圧力（供給燃圧）を、所定範囲内の任意の目標圧力に制御する。具体的には、先述した燃料ポンプによる燃料吐出量を制御することで、供給燃圧を制御する。目標圧力が所定範囲の最小値に設定されている場合の燃料圧力により、ニードル２０が着座面１１ｓに押し付けられる力を最小燃圧閉弁力とした場合に、第１バネ部材ＳＰ１による第１弾性力（閉弁弾性力）は、最小燃圧閉弁力より小さく設定されている。

[0053] ＜燃料通路１１ｂの詳細説明＞

以下、図５～図１０を用いて、燃料通路１１ｂの詳細について説明する。燃料通路１１ｂは、後述するテーパ面１１１、ボデー底面１１２および連結面１１３と、弁体先端面２２との間の空間を少なくとも含む。燃料通路１１

ｂを流れる燃料は、図５中の矢印Ｙ２に示すようにシート面２０ｓに向けて流れた後、シート面２０ｓと着座面１１ｓとの隙間（シート隙間）を通過する。シート隙間に到達するまでの燃料は、軸線Ｃ１に近づく向きに流れる。シート隙間を通過した燃料は、矢印Ｙ３に示すように、軸線Ｃ１から遠ざかる向きに方向転換して流れ、噴孔１１ａの流入口１１ｉｎへ流入する。流入口１１ｉｎから流入した燃料は、噴孔１１ａ内で整流化され、矢印Ｙ４に示すように、噴孔１１ａの流出口１１ｏｕｔから燃焼室２へ噴射される。また、軸線Ｃ１から遠ざかる向きに方向転換して流入口１１ｉｎへ流入（矢印Ｙ３参照）することに加え、図８中の矢印Ｙ５に示すようにサック室Ｑ２２から流入口１１ｉｎへ流入する燃料も存在する。

[0054] 図６に示すように、複数の噴孔１１ａの流入口１１ｉｎは、軸線Ｃ１を中心とした仮想円（流入中心仮想円Ｒ２）上に等間隔で配置されている。複数の噴孔１１ａの形状および大きさは全て同一である。具体的には、噴孔１１ａは、流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔに至るまで、通路断面形状が真円かつ真円の直径が変化せずに同一のストレート形状である。ここで言う通路断面とは、噴孔１１ａの中心を通る軸線Ｃ２に対して垂直に切った断面のことである。

[0055] 流入口１１ｉｎおよび流出口１１ｏｕｔの形状は、軸線Ｃ１を中心とした径方向の向きを長軸とする楕円形状である。図７に示すように、噴孔１１ａが形成されるサック面（ボデー底面１１２）と噴孔軸（軸線Ｃ２）との交点を流入口中心点Ａとする。流入口中心点Ａを通る軸線Ｃ１と平行な線が、ニードル２０の外面と交わる点を、流入中心対向点Ｂとする。図６に示すように、複数の噴孔１１ａの流入口中心点Ａを通る円は、先述した流入中心仮想円Ｒ２に相当する。複数の流入中心対向点Ｂを結ぶ円は対向仮想円Ｒ３である。軸線Ｃ１方向視において、流入中心仮想円Ｒ２と対向仮想円Ｒ３は一致する。

[0056] 図６に示すように、軸線Ｃ１周りに並ぶ複数の噴孔１１ａのうち、隣り合う噴孔１１ａの流入口１１ｉｎの間隔の大きさを噴孔間距離Ｌとする。この

噴孔間距離Ｌは、流入中心仮想円Ｒ２に沿った長さのことである。

[0057] 図７および図８に示すように、ニードル２０が離着座する方向、つまり軸線Ｃ１方向におけるニードル２０と噴孔ボデー１１との距離を弁体離間距離Ｈａとする。より詳細に説明すると、ニードル２０の外面のうちシート面２０ｓおよびシート面２０ｓよりも下流側の部分を含む面を弁体先端面２２とする。そして、ボデー底面１１２と弁体先端面２２との軸線Ｃ１方向距離を弁体離間距離Ｈａとする。

[0058] 軸線Ｃ１方向におけるニードル２０外面と流入口１１ｉｎとの隙間の大きさを流入口隙間距離Ｈとする。つまり、流入口１１ｉｎの部分での弁体離間距離Ｈａ、より詳細には流入口１１ｉｎのうち軸線Ｃ１から最も離れた部分、つまり図６および図７の符号Ａ１に示す部分での弁体離間距離Ｈａが、流入口隙間距離Ｈに相当する。

[0059] 噴孔間の流入中心仮想円Ｒ２に沿った長さのこととして定義される噴孔間距離Ｌが流入口隙間距離Ｈより小さいことに加えて、以下に説明する第２噴孔間距離についても、流入口隙間距離Ｈより小さい。第２噴孔間距離は、隣り合う流入口１１ｉｎの外周縁の最短直線長さとして定義される。

[0060] 符号Ａ１に示す部分での弁体離間距離Ｈａとして定義される流入口隙間距離Ｈより噴孔間距離Ｌが小さいことに加えて、以下に説明する第２流入口隙間距離についても、その第２流入口隙間距離より噴孔間距離Ｌが小さい。第２流入口隙間距離は、流入口中心点Ａでの弁体離間距離Ｈａとして定義される。さらに、第２流入口隙間距離より第２噴孔間距離が小さくなるようにも設定されている。

[0061] 噴孔間距離Ｌは流入口隙間距離Ｈよりも小さい。詳細には、ニードル２０が着座面１１ｓから最も離れた位置まで離座した状態、つまりフルリフト位置における流入口隙間距離Ｈよりも、噴孔間距離Ｌは小さい。フルリフト位置とは、ストッパ当接端面６１ａにインナコア３２が当接し、かつ、開弁時弁体当接面２１ａがインナコア３２に当接した状態での、ニードル２０の軸線Ｃ１方向位置のことである。

[0062] さらに、ニードル２０が着座面１１ｓに着座した状態、つまり閉弁状態における流入口隙間距離Ｈよりも、噴孔間距離Ｌは小さい。また、噴孔間距離Ｌは流入口１１ｉｎの直径よりも小さい。流入口１１ｉｎが楕円である場合、楕円の短辺を流入口１１ｉｎの直径とみなす。

[0063] 噴孔ボデー１１の内面とニードル２０の外面との間で形成される燃料通路１１ｂのうち、着座面１１ｓおよびシート面２０ｓより上流側の部分をシート上流通路Ｑ１０とし、着座面１１ｓおよびシート面２０ｓより下流側の部分をシート下流通路Ｑ２０とする。シート下流通路Ｑ２０は、テーパ室Ｑ２１およびサック室Ｑ２２を有する。

[0064] 図７に示すように、噴孔ボデー１１の内面のうち着座面１１ｓを含む部分であって、シート上流通路Ｑ１０の一部およびテーパ室Ｑ２１の全体を形成する部分をテーパ面１１１とする。テーパ面１１１は、軸線Ｃ１を含む断面において直線形状、かつ、軸線Ｃ１に対して交差する向きに延びる形状であり、軸線Ｃ１方向で見て円環形状である（図６参照）。

[0065] 噴孔ボデー１１の内面のうち軸線Ｃ１を含む部分であって、サック室Ｑ２２を形成する部分をボデー底面１１２とし、ボデー底面１１２とテーパ面１１１とを連結する部分を連結面１１３とする。連結面１１３は、軸線Ｃ１を含む断面において直線形状、かつ、軸線Ｃ１に対して交差する向きに延びる形状であり、軸線Ｃ１方向で見て円環形状である（図６参照）。厳密には、連結面１１３とテーパ面１１１との境界、および連結面１１３とボデー底面１１２との境界は、軸線Ｃ１を含む断面において湾曲した形状である。

[0066] 弁体先端面２２は、ボデー底面１１２の側に膨らむ向きに湾曲する形状である。弁体先端面２２の曲率半径Ｒ２２（図９参照）は、弁体先端面２２の全体に亘って同一である。この曲率半径Ｒ２２は、シート面２０ｓのシート位置Ｒ１における直径であるシート径Ｄｓより小さく、かつ、シート半径より大きい。

[0067] ボデー底面１１２は、弁体先端面２２の側に凹む向きに湾曲する形状、つまり弁体先端面２２と同じ向きに湾曲する形状である。ボデー底面１１２の

曲率半径Ｒ１１２（図９参照）は、ボデー底面１１２の全体に亘って同一である。ボデー底面１１２の曲率半径Ｒ１１２は、弁体先端面２２の曲率半径Ｒ２２より大きい。したがって、弁体離間距離Ｈａは、流入中心仮想円Ｒ２の周縁から径方向において軸線Ｃ１に向かう方向に沿って連続的に小さくなっていく。

[0068] 噴孔ボデー１１の外面であるボデー外面１１４のうち、流出口１１ｏｕｔより径方向内側の領域を外面中央領域１１４ａとする（図１０参照）。外面中央領域１１４ａは、ボデー底面１１２と同じ向きに湾曲する形状である。外面中央領域１１４ａの曲率半径は、外面中央領域１１４ａの全体に亘って同一である。曲率半径の中心を同じ場所にするという条件下において、外面中央領域１１４ａの曲率半径は、ボデー底面１１２の曲率半径Ｒ１１２よりも大きい。ボデー外面１１４の肉厚寸法は、外面中央領域１１４ａにおいては均一である。すなわち、ボデー外面１１４の曲率半径方向の長さは、外面中央領域１１４ａにおいては均一である。

[0069] 噴孔ボデー１１のうち燃料通路１１ｂを形成する部分の表面粗さは、噴孔１１ａを形成する部分の表面粗さよりも粗い。詳細には、ボデー底面１１２の表面粗さは、噴孔１１ａの内壁面の表面粗さよりも粗い。なお、噴孔１１ａがレーザ加工により形成されているのに対し、噴孔ボデー１１の内面は切削加工により形成されている。

[0070] 複数の流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち、径方向において、軸線Ｃ１に最も近い部分に接する仮想円であって軸線Ｃ１を中心とする仮想円を、ボデー底面１１２から弁体先端面２２まで軸線Ｃ１方向に沿って真っ直ぐ延ばした円筒を仮想円筒とする。そして、燃料通路１１ｂのうち、仮想円筒、ボデー底面１１２および弁体先端面２２で囲まれる部分の体積を中心円柱体積Ｖ１ａとする（図６参照）。また、複数の流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち、径方向において、軸線Ｃ１に最も近い部分を結んだ直線で囲まれる領域を仮想領域とし、仮想領域を噴孔ボデー１１からニードル２０まで軸線Ｃ１の方向に延ばしてできる体積を中心角柱体積Ｖ１とする。中心円柱体積Ｖ

１ａおよび中心角柱体積Ｖ１には噴孔１１ａの体積Ｖ２ａは含まれない。

[0071] 本実施形態に係る上記仮想円とは、複数の流入口１１ｉｎに内接する仮想内接円Ｒ４のことである。また、燃料通路１１ｂのうち着座面１１ｓより下流側の全ての部分の体積、つまりシート下流通路Ｑ２０の体積をシート下流体積Ｖ３とする（図７参照）。先述した通り、シート下流通路Ｑ２０は、テーパ室Ｑ２１およびサック室Ｑ２２を有する。したがって、燃料通路１１ｂのうち着座面１１ｓより下流側の全ての部分の体積とは、テーパ室Ｑ２１の体積とサック室Ｑ２２の体積を合わせた体積のことである。中心角柱体積Ｖ１、中心円柱体積Ｖ１ａおよびシート下流体積Ｖ３は、ニードル２０のリフト量Ｌ２に応じて変化し、リフト量Ｌ２が最大の時に最大になる。

[0072] 複数の噴孔１１ａの体積Ｖ２ａの合計を総噴孔体積Ｖ２とする。本実施形態では噴孔１１ａが１０個形成され、全ての噴孔１１ａの体積Ｖ２ａが同一であるため、１つの噴孔１１ａの体積Ｖ２ａの１０倍の値が総噴孔体積Ｖ２に相当する。噴孔１１ａの体積Ｖ２ａは、噴孔１１ａのうち流入口１１ｉｎと流出口１１ｏｕｔとの間の領域の体積に相当する。噴孔１１ａの体積Ｖ２ａは、例えばＸ線を照射することで得られる噴孔ボデー１１の断層画像から算出され得る。同様にして、本実施形態で定義される他の体積についても、断層画像から算出され得る。

[0073] 総噴孔体積Ｖ２は、ニードル２０が着座面１１ｓに着座した状態における中心角柱体積Ｖ１より大きく、かつ、ニードル２０が着座面１１ｓから最も離れた状態（つまりフルリフト状態）における中心角柱体積Ｖ１よりも大きい。さらに総噴孔体積Ｖ２は、着座状態におけるシート下流体積Ｖ３より大きく、かつ、フルリフト状態におけるシート下流体積Ｖ３よりも大きい。中心円柱体積Ｖ１ａについても、中心角柱体積Ｖ１と同様にして、フルリフト状態および着座状態のいずれであっても総噴孔体積Ｖ２より小さい。

[0074] 図１０中のドットを付した部分は、燃料通路１１ｂのうち流入口１１ｉｎから軸線Ｃ１方向に沿って真っ直ぐ延びる柱状空間（噴孔直上領域）に相当する。燃料通路１１ｂのうち、噴孔直上領域の体積を噴孔直上体積Ｖ４ａと

し、複数の噴孔１１ａの噴孔直上体積Ｖ４ａの合計を噴孔直上総体積Ｖ４とする。噴孔直上総体積Ｖ４は中心角柱体積Ｖ１より大きい。中心円柱体積Ｖ１ａについても、中心角柱体積Ｖ１と同様にして噴孔直上総体積Ｖ４より小さい。

[0075] 複数の噴孔１１ａの流入口１１ｉｎの周縁長Ｌ５ａ（図６参照）の合計を総周縁長Ｌ５とする。本実施形態では噴孔１１ａが１０個形成され、全ての噴孔１１ａの周縁長Ｌ５ａがほぼ同一であるため、１つの噴孔１１ａの周縁長Ｌ５ａの１０倍の値が総周縁長Ｌ５に相当する。複数の流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち径方向において軸線Ｃ１に最も近い部分に接する仮想円であって軸線Ｃ１を中心とする仮想円、つまり先述した仮想内接円Ｒ４の周長を仮想周長Ｌ６とする。総周縁長Ｌ５は仮想周長Ｌ６よりも長い。

[0076] 弁体先端面２２のうちシート位置Ｒ１での接線方向は、テーパ面１１１のうちシート位置Ｒ１での接線方向と同一である。弁体先端面２２が、軸線Ｃ１を含む断面において湾曲した形状であるのに対し、テーパ面１１１は、軸線Ｃ１を含む断面において直線形状である。テーパ面１１１の延長線が交わる頂点での頂角をシート角度θとする（図９参照）。つまり、着座面１１ｓは、上記断面において２本の直線で表される円錐面であり、それら２本の直線がなす角度がシート角度θである。シート角度θは９０度以下の角度、より具体的には９０度より小さい角度に設定されている。軸線Ｃ１を含む断面においてテーパ面１１１と軸線Ｃ１との交差角度は、シート角度θの半分（θ／２）であり、この交差角度は、軸線Ｃ１を含む断面において連結面１１３と軸線Ｃ１との交差角度よりも大きい。

[0077] ＜デポジット対策について＞

さて、ニードル２０がリフトダウンして着座面１１ｓに着座した時点では、シート下流通路Ｑ２０に未だ燃料が残留しており、その残留燃料は、着座直後に噴孔１１ａから流出する。詳細には、着座時点における噴孔１１ａ内の燃料流速は直ぐにはゼロにならず、慣性で閉弁直後も流れ続け、噴孔１１ａ内を慣性で流れる燃料に、シート下流通路Ｑ２０の燃料は引き寄せられる

。より詳細には、サック室Ｑ２２のうち、噴孔直上体積Ｖ４ａの部分に存在する燃料は流速が速く、その燃料の流れ（主流）に、噴孔直上体積Ｖ４ａの部分の周囲に存在する燃料が引き寄せられる。このように引き寄せられた燃料は、速い流速で噴孔１１ａから勢い良く噴出するため、このように噴出した燃料はボデー外面１１４に付着しにくい。

[0078] しかし、着座時点からの時間経過とともに噴出する勢いは弱くなり、自重で流出口１１ｏｕｔから漏出するような燃料は、ボデー外面１１４のうち流出口１１ｏｕｔの周囲の部分に付着しやすい。このようにボデー外面１１４に付着した漏出燃料は、燃焼室の熱で変質してデポジットとして固着しやすい。そして、このようなデポジットが堆積して増大していくと、噴孔１１ａから噴射される燃料の噴霧形状や噴射量が意図と異なる状態になる。

[0079] この点に着目し、本実施形態では、軸線Ｃ１方向における弁体先端面２２と噴孔ボデー１１との距離である弁体離間距離Ｈａは、流入中心仮想円Ｒ２の周縁から径方向において軸線Ｃ１に向かう方向に沿って連続的に小さくなっていく。そのため、この構成に反して、弁体離間距離Ｈａが径方向位置に拘らず均一の場合や、軸線Ｃ１に近づくほど大きくなっていく場合に比べて、シート下流通路Ｑ２０のうち径方向内側部分の燃料が、噴孔１１ａの流入口１１ｉｎへ引き寄せられやすくなる。よって、主流とともに速い流速で噴孔１１ｉｎから勢い良く噴出できずに残留する燃料を低減できるので、ボデー外面１１４や噴孔１１ａの内面に付着する燃料を低減でき、噴孔ボデー１１にデポジットが堆積することの抑制を図ることができる。

[0080] さらに本実施形態では、噴孔ボデー１１のうち弁体先端面２２に対向する面であって、少なくとも軸線Ｃ１を含む部分をボデー底面１１２とし、ボデー底面１１２は、弁体先端面２２が湾曲する向きと同じ向きに湾曲している。

[0081] さらに本実施形態では、ボデー底面１１２の曲率半径Ｒ１１２は、弁体先端面２２の曲率半径Ｒ２２よりも大きい。そのため、弁体離間距離Ｈａを連続的に小さくするにあたり、弁体離間距離Ｈａが急激に小さくなることを抑

制でき、徐々に小さくなることを促進できる。よって、シート下流通路Ｑ２０のうち軸線Ｃ１に近い部分、つまり径方向内側部分の燃料が、流入口１１ｉｎへ引き寄せられやすくなることを促進できる。

[0082] さらに本実施形態では、噴孔ボデー１１の外面のうち、流出口１１ｏｕｔと軸線Ｃ１との間の部分を少なくとも含む領域を外面中央領域１１４ａとし、外面中央領域１１４ａは、弁体先端面２２が湾曲する向きと同じ向きに湾曲している。そして、曲率半径の中心を同じ場所にするという条件下において、外面中央領域１１４ａの曲率半径は、ボデー底面１１２の曲率半径よりも大きい。この構造に反して両方の曲率半径を同一にすると、ボデー外面１１４における噴孔ボデー１１の肉厚が、軸線Ｃ１から遠い位置であるほど薄くなる。これに対し本実施形態では、外面中央領域１１４ａを上述の如く湾曲させるので、噴孔ボデー１１の肉厚が不均一になることを抑制できる。

[0083] さて、シート下流通路Ｑ２０の燃料が閉弁直後に慣性で流出口１１ｏｕｔから流出し、その後さらに、自重で流出口１１ｏｕｔから漏出し、その漏出した燃料が、ボデー外面１１４に付着し、デポジットとして堆積していく懸念があることは先述した通りである。この懸念に対し、流入口隙間距離Ｈを小さくしてシート下流通路Ｑ２０の体積を小さくすれば、漏出対象となる燃料の量を少なくでき、漏出量を低減できるので、デポジット堆積を抑制できる。

[0084] その一方で、シート上流通路Ｑ１０およびテーパ室Ｑ２１での燃料の流れ方向と、噴孔１１ａでの燃料の流れ方向とは大きく異なるので、サック室Ｑ２２から流入口１１ｉｎへ燃料が流入する際に燃料の流れ方向が急激に変化する（折れ曲がる）ことになる。そして、先述した漏出量の低減を図るべく流入口隙間距離Ｈを小さくすると、流れ方向の急激な変化（折れ曲がり）が促進され、圧力損失の増大が促進されてしまう。つまり、燃料漏出量の低減を図るべく流入口隙間距離Ｈを小さくすることと、圧力損失の低減を図ることとは背反する。

[0085] ここで、シート位置Ｒ１を通過してシート下流通路Ｑ２０へ流入する燃料

は、図５中の矢印Ｙ３に示すように方向転換して流入口１１ｉｎへ流入することは、先述した通りである。このようにシート下流通路Ｑ２０へ流入する燃料は、図６に示す縦流入燃料Ｙ３ａおよび横流入燃料Ｙ３ｂに大別できる。縦流入燃料Ｙ３ａは、着座面１１ｓから流入口１１ｉｎへ向かって最短距離で流れる燃料である。横流入燃料Ｙ３ｂは、着座面１１ｓから、隣り合う２つの噴孔１１ａの流入口１１ｉｎの間の部分（噴孔間部分１１２ａ）へ向かって流れ、その後、噴孔間部分１１２ａから流入口１１ｉｎへと向きを変えて流れる燃料である。

[0086] 縦流入燃料Ｙ３ａおよび横流入燃料Ｙ３ｂのいずれについても、シート下流通路Ｑ２０の体積を小さくするべく流入口隙間距離Ｈを小さくするほど圧力損失が増大する。しかし、横流入燃料Ｙ３ｂについては、噴孔間距離Ｌを小さくすることで、圧力損失の増大を緩和できる。よって、流入口隙間距離Ｈを小さくすることによる圧力損失増大を、噴孔間距離Ｌを小さくすることで緩和できる。

[0087] この点を鑑みた本実施形態では、噴孔間距離Ｌが流入口隙間距離Ｈより小さいので、噴孔間距離Ｌが流入口隙間距離Ｈより大きい場合に比べて、横流入燃料Ｙ３ｂの圧力損失を緩和できる。よって、流入口隙間距離Ｈを小さくしてシート下流通路Ｑ２０の体積を小さくしつつも、流入口隙間距離Ｈを小さくすることに起因した圧力損失の増大を緩和できる。つまり、本実施形態によれば、シート下流通路Ｑ２０の体積を小さくすることによる燃料漏出量低減と、噴孔間距離Ｌを小さくすることによる圧力損失低減との両立を図ることができる。

[0088] しかも、上述の如く圧力損失が低減されることに伴い、サック室Ｑ２２から噴孔１１ａへ流入する燃料の流速が速くなる。そのため、燃料に混入している異物がサック室Ｑ２２に滞留することを抑制でき、噴孔１１ａからの異物排出性を向上できる。また、シート下流通路Ｑ２０の体積を小さくすることにより残留燃料の低減も図ることができ、また、噴孔間距離Ｌを小さくすることによる圧力損失低減により、残留燃料の排出性向上も図ることができ

る。

[0089] さらに本実施形態では、複数の流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち軸線Ｃ１に最も近い部分に接する仮想円であって軸線Ｃ１を中心とする仮想円を、軸線Ｃ１方向に沿って流入口１１ｉｎからニードル２０まで真っ直ぐ延ばした円筒を仮想円筒とする。燃料通路１１ｂのうち仮想円筒で囲まれる空間の体積を中心角柱体積Ｖ１とする。複数の噴孔１１ａの体積の合計を総噴孔体積Ｖ２とする。そして、総噴孔体積Ｖ２を中心角柱体積Ｖ１より大きくしている。

[0090] そのため、総噴孔体積Ｖ２を中心角柱体積Ｖ１より小さくする場合に比べて上記主流の流量を増大でき、かつ、総噴孔体積Ｖ２を中心角柱体積Ｖ１より小さくする場合に比べて上記主流に引き寄せられにくい燃料を少なくできる。よって、主流とともに速い流速で噴孔１１ａから勢い良く噴出できずに残留する燃料を低減できるので、ボデー外面１１４や噴孔１１ａ内面に付着する燃料を低減でき、ボデー外面１１４にデポジットが堆積することの抑制を図ることができる。

[0091] さらに本実施形態では、ニードル２０が着座面１１ｓからニードル２０の可動範囲のうち最も離れた位置、つまりフルリフト位置まで離座した状態における中心角柱体積Ｖ１よりも、総噴孔体積Ｖ２を大きくしている。そのため、フルリフト状態での中心角柱体積Ｖ１より総噴孔体積Ｖ２を小さくした場合に比べて、上記主流の流量をより一層増大でき、かつ、主流に引き寄せられにくい燃料をより一層少なくでき、残留燃料の排出性向上を促進できる。

[0092] さらに本実施形態では、閉弁状態におけるシート下流体積Ｖ３よりも総噴孔体積Ｖ２を大きくしている。そのため、総噴孔体積Ｖ２をシート下流体積Ｖ３より小さくする場合に比べて、上記主流の流量をより一層増大でき、かつ、主流に引き寄せられにくい燃料をより一層少なくできるので、残留燃料の排出性向上を促進できる。

[0093] さらに本実施形態では、ニードル２０が着座面１１ｓからニードル２０の

可動範囲のうち最も離れた位置、つまりフルリフト位置まで離座した状態におけるシート下流体積Ｖ３よりも、総噴孔体積Ｖ２を大きくしている。そのため、フルリフト状態でのシート下流体積Ｖ３より総噴孔体積Ｖ２を小さくする場合に比べて、上記主流の流量をより一層増大でき、かつ、主流に引き寄せられにくい燃料をより一層少なくできるので、残留燃料の排出性向上を促進できる。

[0094] さらに本実施形態では、噴孔直上体積Ｖ４ａの総体積である噴孔直上総体積Ｖ４を、ニードル２０が着座面１１ｓに着座した状態つまり閉弁状態における中心角柱体積Ｖ１よりも大きくしている。そのため、閉弁状態における中心角柱体積Ｖ１より噴孔直上総体積Ｖ４を小さくする場合に比べて、上記主流の流量をより一層増大でき、かつ、主流に引き寄せられにくい燃料をより一層少なくできるので、残留燃料の排出性向上を促進できる。

[0095] さらに本実施形態では、複数の流入口１１ｉｎの周縁長Ｌ５ａの合計を総周縁長Ｌ５とし、複数の流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち軸線Ｃ１に最も近い部分に接する仮想円であって軸線Ｃ１を中心とする仮想円の周長を仮想周長Ｌ６とする。そして、総周縁長Ｌ５を仮想周長Ｌ６よりも長くしている。そのため、総周縁長Ｌ５を仮想周長Ｌ６より短くする場合に比べて、上記主流の流量をより一層増大でき、かつ、主流に引き寄せられにくい燃料をより一層少なくできるので、残留燃料の排出性向上を促進できる。

[0096] さらに本実施形態では、ニードル２０を着座面１１ｓに押し付ける弾性力を発揮する第１バネ部材ＳＰ１を備える。そして、着座面１１ｓのうち軸線Ｃ１を含む断面に現れる２本の直線がなす角度であるシート角度θが、９０度以下である。そのため、ニードル２０が開弁する側にバウンスすることが抑制され、ニードル２０のバウンス低減を図ることができる。

[0097] さらに本実施形態では、軸線Ｃ１方向から見て、複数の噴孔１１ａが軸線Ｃ１の周りに同心円上に等間隔で配置されている。つまり、全ての噴孔１１ａについて噴孔間距離Ｌが等しい。そのため、全ての噴孔１１ａに燃料が均等に流入することが促進されるので、サック室Ｑ２２から流入口１１ｉｎへ

燃料が流入する際の圧力損失を低減できる。

[0098] さらに本実施形態では、噴孔ボデー１１のうち燃料通路１１ｂを形成する部分の表面粗さは、噴孔１１ａの内壁面を形成する部分の表面粗さよりも粗い。そのため、両者を同じ表面粗さにした場合に比べて、噴孔１１ａ内を流通する燃料の圧力損失を低減して流速を速くできる。その結果、噴孔直上体積Ｖ４ａの部分に存在する燃料は流れ、つまりサック室Ｑ２２での主流を速くでき、主流周囲の燃料を主流へ引き寄せる作用を促進できる。よって、閉弁直後にサック室Ｑ２２の燃料を勢い良く排出するといった残留燃料の排出性向上、および、サック室Ｑ２２に滞留する異物の排出性向上を促進できる。

[0099] ＜３段絞りによる噴射量ばらつきの対策について＞

さて、シート面２０ｓが着座面１１ｓに押し付けられずに接触しているだけでは、ニードル２０と噴孔ボデー１１とは線接触した状態であり、十分なシール機能が発揮されない。これに対し、シート面２０ｓが着座面１１ｓに十分な力で押し付けられていると、その押付力によりニードル２０は弾性変形して、シート面２０ｓが拡大し、十分なシール機能が発揮される。この点を鑑みた本実施形態では、シート面２０ｓは、着座面１１ｓの側に膨らむ向きに湾曲している。そのため、弾性変形により拡大するシート面２０ｓの面積を増大でき、シール機能を向上できる。

[0100] また、上述の湾曲形状とは異なり円錐側面の形状となっている場合、つまり軸線Ｃ１を含む断面の外形線が、軸線Ｃ１に対して交差する向きに直線状に延びるテーパ形状となっている場合に比べて、シート下流通路Ｑ２０の体積が小さくなる。よって、上記漏出の量を低減でき、噴孔ボデー１１にデポジットが堆積することの抑制を図ることができる。しかしながら、このようにシート下流通路Ｑ２０の体積を小さくしていくと、以下に詳述する３段絞りの構造になるといった問題が、新たに懸念されるようになる。

[0101] 以下、図１１～図１５を用いて、３段絞りの内容と、３段絞りに起因した懸念点について説明する。

[0102] 図１１の横軸は、ニードル２０のリフト量、つまり図４（ｂ）に示す状態からのリフトアップ量を示す。図１１の縦軸は、燃料噴射弁１内部の各部位における通路断面積の大きさを示す。通路断面積とは、通路が延びる方向に対して通路を垂直に切断した場合の断面積であって、当該断面積が最小となる箇所で切断した場合の断面積のことである。

[0103] 例えば、噴孔１１ａの通路断面積は、以下の説明では噴孔通路断面積Ｓ１と記載される。噴孔通路断面積Ｓ１は、軸線Ｃ２に対して垂直に噴孔ボデー１１を切断した場合に現れる噴孔１１ａの面積であって、当該面積が最小となる軸線Ｃ２方向位置で切断した場合の面積と定義される。本実施形態のように噴孔１１ａが複数形成されている場合には、全ての噴孔１１ａの通路断面積を積算した値が噴孔通路断面積Ｓ１に相当する。なお、図１１に示すように、噴孔通路断面積Ｓ１は、ニードル２０のリフト位置（リフト量）に拘らず一定である。

[0104] 例えば、開弁状態での燃料通路１１ｂのうちシート面２０ｓと着座面１１ｓとの間の部分（シート部）の通路断面積は、以下の説明ではシート部通路断面積Ｓ２と記載される。シート部通路断面積Ｓ２は、シート面２０ｓでのシート位置Ｒ１と着座面１１ｓとを最短距離で結ぶ仮想線ＨＴ１（図７参照）を、軸線Ｃ１周りに環状に延ばして形成される円錐外周面の面積と定義される。図１１に示すように、シート部通路断面積Ｓ２は、ニードル２０のリフト量増大に伴い増大する。

[0105] 例えば、開弁状態での燃料通路１１ｂのうちシート位置Ｒ１より下流側の部分、厳密には、テーパ面１１１およびテーパ面１１１より下流側の部分の通路断面積は、以下の説明ではシート噴孔間通路断面積Ｓ３と記載される。シート噴孔間通路断面積Ｓ３は、連結面１１３での通路断面積である連結面通路断面積Ｓ３ｂ、およびボデー底面１１２での通路断面積であるボデー底面通路断面積Ｓ３ａのうち、小さい方の面積と定義される。

[0106] 連結面通路断面積Ｓ３ｂは、連結面１１３と着座面１１ｓとを最短距離で結ぶ仮想線ＨＴ２（図７参照）を、軸線Ｃ１周りに環状に延ばして形成され

る円錐外周面の面積と定義される。ボデー底面通路断面積Ｓ３ａは、ボデー底面１１２と着座面１１ｓとを最短距離で結ぶ仮想線ＨＴ３（図７参照）を、軸線Ｃ１周りに環状に延ばして形成される円錐外周面の面積と定義される。

[0107] 図７に示すように、シート部通路断面積Ｓ２に係る仮想線ＨＴ１は、連結面通路断面積Ｓ３ｂに係る仮想線ＨＴ２より短い。連結面通路断面積Ｓ３ｂに係る仮想線ＨＴ２は、ボデー底面通路断面積Ｓ３ａに係る仮想線ＨＴ３より短い。また、シート部通路断面積Ｓ２に係る円錐外周面の半径、つまりシート位置Ｒ１と軸線Ｃ１との距離は、連結面通路断面積Ｓ３ｂに係る円錐外周面の半径より大きい。連結面通路断面積Ｓ３ｂに係る円錐外周面の半径は、ボデー底面通路断面積Ｓ３ａに係る円錐外周面の半径より大きい。

[0108] このように、各々の円錐外周面は、仮想線（母線）が長いほど半径が短い。また、円錐外周面の面積がリフトアップに伴い増大する量、つまり図１１中の実線の傾きは、半径が大きい円錐外周面であるほど大きい。したがって、閉弁時の面積が小さい円錐外周面であるほど、リフトアップに伴う面積増大量は大きい。具体的には、図１１に示すように、シート噴孔間通路断面積Ｓ３の閉弁時の値は、シート部通路断面積Ｓ２の閉弁時の値（ゼロ）より大きい。そして、リフトアップに伴うシート噴孔間通路断面積Ｓ３の増大量は、シート部通路断面積Ｓ２の増大量より小さい。

[0109] 噴孔１１ａから噴射される燃料の流量であって単位時間あたりに噴射される量（噴射率）は、噴孔１１ａを含めた通路内の最小通路断面積や、燃料噴射弁１へ供給される燃料の圧力や、燃料性状等で特定される。燃料性状は、例えば燃料の粘性や比重である。最小通路断面積は、噴孔通路断面積Ｓ１、シート部通路断面積Ｓ２およびシート噴孔間通路断面積Ｓ３のうちの最小値のことである。リフトアップに伴い、シート部通路断面積Ｓ２およびシート噴孔間通路断面積Ｓ３は変化していくので、最小通路断面積も変化し、その結果、噴射率も変化していく。

[0110] 要するに、燃料噴射弁１へ供給された燃料の流量は、噴孔１１ａの流出口

１１ｏｕｔに至るまでの最小通路断面積となっている部位で絞られる。以下の説明では、流出口１１ｏｕｔから噴射される燃料の流量（噴射率）が、シート面２０ｓと着座面１１ｓとの隙間（シート部）で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞り状態とする。上記流量が噴孔１１ａで絞られた流量に制限されている状態を噴孔絞り状態とする。上記流量が、燃料通路１１ｂのうち着座面１１ｓより下流側の部分であるシート噴孔間隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート噴孔間絞り状態とする。

[0111] なお、シート面２０ｓの摩耗が進行すると、シート位置Ｒ１は下流側に移動していくことになる。したがって、テーパ面１１１の全体が着座面１１ｓになり得るとみなし、上述した「燃料通路１１ｂのうち着座面１１ｓより下流側の部分」からは、テーパ面１１１は除外される。つまり、上記「シート噴孔間隙間」は、サック室Ｑ２２に相当する。

[0112] 図１１は、本実施形態に対する比較例としての燃料噴射弁について、通路断面積の変化を示したものである。この比較例では、ニードル２０が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、絞り部位がリフト位置に応じて以下の３段階で変化する。

[0113] 先ず第１段階では、閉弁位置から第１中間位置（リフト量＝Ｌ２ａ）までのリフト領域において、シート部絞り状態となる。次の第２段階では、第１中間位置Ｌ２ａから第２中間位置（リフト量＝Ｌ２ｂ）までのリフト領域において、シート噴孔間絞り状態となる。次の第３段階では、第２中間位置からフルリフト位置（リフト量＝Ｌ２）までのリフト領域において、噴孔絞り状態となる。

[0114] ここで、ニードル２０や噴孔ボデー１１の各部位の形状や寸法の機差ばらつきは、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきに反映され、噴射量を高精度で制御することの妨げとなる。そして、絞り部位が３段階で変化する構造の場合、形状寸法ばらつきに起因した噴射量ばらつきが大きくなり、噴射量の機差ばらつきが大きくなる。

[0115] この点を考慮し、上記第１態様に係る燃料噴射弁１は、図１２に示すよう

に、閉弁位置から中間位置（リフト量＝Ｌ２ａ）まではシート部絞り状態となり、中間位置からフルリフト位置までは噴孔絞り状態となるように構成されている。つまり、シート部絞り状態と噴孔絞り状態の２段階で絞り部位が変化する。

[0116] 以下、２段絞りを実現させるための手法について、図１３～図１５を用いて説明する。

[0117] 図１３に示す第１の手法は、閉弁時でのシート噴孔間通路断面積Ｓ３を、図中の点線位置から実線位置へと増大させることである。例えば、サック室Ｑ２２を軸線Ｃ１方向に拡大させるよう、弁体離間距離Ｈａを拡大させればよい。具体的には、弁体先端面２２の曲率半径Ｒ２２を大きくしたり、ボデー底面１１２の曲率半径Ｒ１１２を小さくしたり、連結面１１３の傾斜を急峻にしたりすればよい。

[0118] 図１４に示す第２の手法は、リフトアップに伴うシート部通路断面積Ｓ２の増大速度（傾き）を小さくすることである。例えば、シート位置Ｒ１を軸線Ｃ１に近づかせることで、仮想線ＨＴ１を母線とした円錐外周面の直径を小さくして、図中の点線位置を実線位置へ変更すればよい。

[0119] 図１５に示す第３の手法は、噴孔通路断面積Ｓ１を小さくすることである。例えば、噴孔１１ａの数を減らしたり、噴孔１１ａの直径を小さくしたりして、図中の点線位置を実線位置へ変更すればよい。

[0120] 以上により、本実施形態によれば２段階で絞り部位が変化するので、先述の如く３段階で変化する場合に比べて、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきが抑制される。

[0121] さらに本実施形態では、図１３～図１５に示すように、閉弁状態では、シート噴孔間通路断面積Ｓ３は噴孔通路断面積Ｓ１より小さい。このことは、シート噴孔間通路断面積Ｓ３が噴孔通路断面積Ｓ１より大きい場合に比べれば、閉弁時のサック室Ｑ２２の体積が小さいことを意味する。よって、先述した漏出量低減の効果が促進される。それでいて、噴孔絞り状態から、シート噴孔間絞り状態へ移行することなく噴孔絞り状態へ移行させて、２段階で

の絞りを実現させている。

[0122] さらに本実施形態では、噴孔ボデー１１は、テーパ面１１１およびボデー底面１１２を有する。テーパ面１１１は、着座面１１ｓを含む、ニードル２０の軸線Ｃ１を含む断面において直線形状に形成された面である。ボデー底面１１２は、流入口１１ｉｎを含む、テーパ面１１１から凹む形状に形成された面である。これによれば、ボデー底面１１２がテーパ面１１１から凹む形状に形成されていない場合に比べれば、シート下流通路Ｑ２０の体積が小さくなる。よって、先述した漏出量低減の効果が促進され、それでいて、噴孔絞り状態から、シート噴孔間絞り状態へ移行することなく噴孔絞り状態へ移行させて、２段階での絞りを実現させている。

[0123] （第２実施形態）

上記第１実施形態では、２段階で絞り部位が変化する構造を実現させるにあたり、シート部絞り状態から噴孔絞り状態へと推移させている。これに対し、本実施形態では、シート部絞り状態からシート噴孔間絞りへと推移させている。例えば、図１６に示すように、フルリフト位置でのリフト量を小さくすることで、シート部絞り状態からシート噴孔間絞りへ推移した後に、噴孔絞り状態へ推移させないようにすることで、２段階絞りを実現させればよい。

[0124] なお、他の構成については、本実施形態においても上記第１実施形態と同様であり、例えば、閉弁状態では、シート噴孔間通路断面積Ｓ３は噴孔通路断面積Ｓ１より小さく設定されている。

[0125] 本実施形態による２段階絞りの構造であっても、上記第１実施形態と同様にして、３段階絞りの構造に場合に比べて通電時間に対する噴射量の機差ばらつきを抑制できる、といった効果が発揮される。

[0126] （第３実施形態）

上記第１実施形態では、弁体先端面２２を、ボデー底面１１２の側に膨らむ向きに湾曲した形状にするにあたり、弁体先端面２２の全体を湾曲させている。これに対し本実施形態では、図１７に示すように、ニードル２０のう

ちシート面２０ｓより下流側に位置する先端部には、軸線Ｃ１方向に対して垂直に拡がる平坦面２２ａが形成されている。なお、平坦面２２ａを除く部分については、上記第１実施形態と同様にして湾曲させている。

[0127] また、上記第１実施形態では、ボデー底面１１２を、弁体先端面２２から遠ざかる向きに湾曲した形状にするにあたり、ボデー底面１１２の全体を湾曲させている。これに対し本実施形態では、図１７に示すように、ボデー底面１１２のうち噴孔１１ａより軸線Ｃ１に近い側に位置する中央部には、軸線Ｃ１方向に対して垂直に拡がる平坦面１１２ｂが形成されている。なお、平坦面１１２ｂを除く部分については、上記第１実施形態と同様にして湾曲させている。

[0128] これによれば、弁体先端面２２に平坦面２２ａが形成されていない全体湾曲の場合に比べて、閉弁時のサック室Ｑ２２の体積が小さくなる。同様にして、ボデー底面１１２に平坦面１１２ｂが形成されていない全体湾曲の場合に比べて、閉弁時のサック室Ｑ２２の体積が小さくなる。よって、先述した漏出量低減の効果が促進され、それでいて、噴孔絞り状態から、シート噴孔間絞り状態へ移行することなく噴孔絞り状態へ移行させて、２段階での絞りを実現させている。

[0129] （第４実施形態）

上記第１実施形態に係る噴孔１１ａは、通路断面積が流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔにかけて均一であるストレート形状である。通路断面積とは、噴孔１１ａの軸線Ｃ２に対して垂直な方向の面積のことである。軸線Ｃ２は、流入口１１ｉｎの中心と流出口１１ｏｕｔの中心とを結ぶ線である。これに対し本実施形態では、図１８に示すように、軸線Ｃ２を含む断面において噴孔１１ａの形状は、流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔにかけて徐々に直径が小さくなるテーパ形状であり、流入口１１ｉｎの開口面積は流出口１１ｏｕｔの開口面積より大きい。

[0130] このように、本実施形態では、流入口１１ｉｎの開口面積は流出口１１ｏｕｔの開口面積より大きいので、閉弁直後においてサック室Ｑ２２の燃料が

流入口１１ｉｎへ流入することが、ストレート形状の場合に比べて促進される。よって、先述した残留燃料の排出性を向上できる。また、流入口１１ｉｎの開口面積が流出口１１ｏｕｔの開口面積より大きいことに起因して、先述した貫徹力を増大できる。

[0131] さらに本実施形態によれば、図１２や図１６に示す２段絞りの構造を、噴孔１１ａのテーパ角度を調節することで実現可能となる。なお、本実施形態では、流出口１１ｏｕｔまたはその近傍部分の通路断面積が、噴孔絞りに寄与する噴孔通路断面積Ｓ１に相当する。

[0132] （第５実施形態）

本実施形態では、図１９に示すように、軸線Ｃ２を含む断面において噴孔１１ａの形状は、通路断面積の大きい部分である噴孔上流部１１ａ１と、通路断面積の小さい部分である噴孔下流部１１ａ２とを有する段付形状である。通路断面積とは、噴孔１１ａの軸線Ｃ２に対して垂直な方向の面積のことであり、軸線Ｃ２とは、流入口１１ｉｎの中心と流出口１１ｏｕｔの中心とを結ぶ線のことである。噴孔上流部１１ａ１および噴孔下流部１１ａ２は、軸線Ｃ２方向に一定の直径で延びるストレート形状であり、噴孔上流部１１ａ１の直径は噴孔下流部１１ａ２の直径より大きい。よって、流入口１１ｉｎの開口面積は流出口１１ｏｕｔの開口面積より大きい。

[0133] このように、本実施形態によっても上記第４実施形態と同様にして、流入口１１ｉｎの開口面積は流出口１１ｏｕｔの開口面積より大きいので、残留燃料の排出性向上および貫徹力の増大を図ることができる。

[0134] さらに本実施形態によれば、図１２や図１６に示す２段絞りの構造を、噴孔下流部１１ａ２の形状を調節することで実現可能となる。なお、本実施形態では、噴孔下流部１１ａ２の通路断面積が、噴孔絞りに寄与する噴孔通路断面積Ｓ１に相当する。また、

[0135] （第６実施形態）

図２０に示す本実施形態では、ボデー外面１１４に凹部１１ｄが形成されている。凹部１１ｄは軸線Ｃ２方向から見て円形であり、流出口１１ｏｕｔ

を内部に含むよう、凹部１１ｄの直径は流出口１１ｏｕｔの直径より大きい。凹部１１ｄの円形中心は噴孔１１ａの軸線Ｃ２と一致する。このように凹部１１ｄを形成することで、噴孔１１ａの長さを短くし、流出口１１ｏｕｔから噴射される燃料の貫徹力を低減させている。それでいて、噴孔ボデー１１のうち噴孔１１ａ以外の部分で厚さ寸法が短くなることを回避できるので、噴孔ボデー１１の著しい強度低下を回避できる。

[0136] 図２０に示す構造の場合においても上記各実施形態と同様にして、噴孔１１ａの体積Ｖ２ａは、流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔまでの体積のことであり、凹部１１ｄの体積は噴孔１１ａの体積Ｖ２ａには含まれない。凹部１１ｄに存在する燃料は圧力開放された状態であり、圧力開放された状態の燃料が存在する部分は、噴孔１１ａの一部とはみなされない。そして、総噴孔体積Ｖ２は、着座状態における中心角柱体積Ｖ１よりも大きい。

[0137] なお、図２０に示す凹部１１ｄを備える構造において、噴孔１１ａの形状は、図７に示すストレート形状であってもよいし、図１８に示すテーパ形状であってもよいし、図１８とはテーパの向きを逆にした逆テーパ形状であってもよい。

[0138] （第７実施形態）

上記第１実施形態に係る燃料噴射弁１は、１つのコア対向面３１ｃを有する可動コア３０を備える（図３参照）。この構成に起因して、可動コア３０に入る磁束（入磁束）と、可動コア３０から出る磁束（出磁束）とは異なる向きになる（図３中の点線矢印参照）。すなわち、入磁束および出磁束の一方は、軸線Ｃ１方向に出入りして可動コア３０に開弁力を作用させる磁束であるのに対し、入磁束および出磁束の他方は、可動コア３０の径方向に出入りして開弁力として寄与しない磁束となる。

[0139] これに対し、図２１に示す本実施形態の燃料噴射弁１Ａは、２つのコア対向面、つまり第１コア対向面３１ｃ１および第２コア対向面３１ｃ２を有する可動コア３０Ａを備える。さらに燃料噴射弁１Ａは、第１コア対向面３１ｃ１に対向する吸引面を有する第１固定コア１３１、および第２コア対向面

３１ｃ２に対向する吸引面を有する第２固定コア１３２を備える。非磁性部材１４は、第１固定コア１３１と第２固定コア１３２の間に配置されている。この構成により、入磁束および出磁束のいずれもが、軸線Ｃ１方向に出入りして可動コア３０Ａに開弁力を作用させる磁束となる（図２１中の点線矢印参照）。なお、可動コア３０Ａとニードル２０とは連結部材７０により連結され、連結部材７０にはオリフィス部材７１が取り付けられている。

[0140] ニードル２０を開弁作動させるべくコイル１７へ通電すると、第１コア対向面３１ｃ１および第２コア対向面３１ｃ２の両方により、可動コア３０Ａは固定コア１３１、１３２に吸引される。これにより、ニードル２０は、可動コア３０Ａ、連結部材７０およびオリフィス部材７１とともに開弁作動する。ニードル２０のフルリフト位置では、第１固定コア１３１に固定されたストッパ１３１ａに連結部材７０が当接し、第１コア対向面３１ｃ１および第２コア対向面３１ｃ２は固定コア１３１、１３２に当接しない。

[0141] ニードル２０を閉弁作動させるべくコイル１７への通電を停止させると、可動コア３０に付与されている第２バネ部材ＳＰ２の弾性力がオリフィス部材７１に付与される。これにより、ニードル２０は、可動コア３０Ａ、連結部材７０およびオリフィス部材７１とともに閉弁作動する。

[0142] 摺動部材７２は、可動コア３０Ａに取り付けられて可動コア３０Ａとともに開閉作動する。摺動部材７２は、第２固定コア１３２に固定されたカバー１３２ａに対して、軸線Ｃ１方向に摺動する。要するに、可動コア３０Ａ、摺動部材７２、連結部材７０およびオリフィス部材７１とともに開閉作動するニードル２０は、摺動部材７２により径方向に支持されていると言える。

[0143] 固定コア１３の内部に形成されている流路１３ａへ流入した燃料は、オリフィス部材７１の内部通路７１ａ、オリフィス部材７１に形成されたオリフィス７１ｂ、および移動部材７３に形成されたオリフィス７３ａを順に流れ、流路１２ｂへ流入する。移動部材７３はオリフィス７１ｂを開閉するように軸線Ｃ１方向に移動する部材であり、移動部材７３がオリフィス７１ｂを開閉することで、流路１３ａと流路１２ｂとの間の流路の絞り度合が変更さ

れる。

[0144] そして、本実施形態に係る燃料噴射弁１Ａにおいても、２段階絞りの構造に形成されており、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきを抑制が図られている。

[0145] （第８実施形態）

上記第１実施形態に係る燃料噴射弁１は、コイル１７、固定コア１３および可動コア３０を有するアクチュエータを１つ備え、そのアクチュエータがニードル２０に閉弁力を作用させている。これに対し、図２２に示す本実施形態の燃料噴射弁１Ｂは、ニードル２０に閉弁力を作用させるアクチュエータを２つ備えている。すなわち、第１実施形態と同様のコイル１７、固定コア１３および可動コア３０を備えることに加え、第２のコイル１７０、固定コア１３０および可動コア３０Ｂを備える。

[0146] 具体的には、本体ボデー１２のうち軸線Ｃ１方向に異なる位置に、各々の固定コア１３、１３０およびコイル１７、１７０が固定されている。また、２つの可動コア３０、３０Ｂは、各々の固定コア１３、１３０の吸引面に対向する位置に、軸線Ｃ１方向に並べて配置されている。可動コア３０、３０Ｂは、ニードル２０に固定され、かつ、本体ボデー１２の内部にて軸線Ｃ１方向に摺動可能に配置されている。

[0147] ニードル２０を開弁作動させる場合には、２つのコイル１７、１７０へ通電し、２つの可動コア３０、３０Ｂを固定コア１３、１３０へ吸引させる。これにより、可動コア３０、３０Ｂに固定されたニードル２０は、第１バネ部材ＳＰ１の弾性力に抗して開弁作動する。ニードル２０を閉弁作動させる場合には、２つのコイル１７、１７０への通電を停止させ、可動コア３０に付与されている第１バネ部材ＳＰ１の弾性力により、ニードル２０は閉弁作動する。

[0148] そして、本実施形態に係る燃料噴射弁１Ｂにおいても、２段階絞りの構造に形成されており、通電時間に対する噴射量の機差ばらつきを抑制が図られている。

[0149] （他の実施形態）

以上、本開示の複数の実施形態について説明したが、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。

[0150] 上記各実施形態では、閉弁状態において、シート噴孔間通路断面積Ｓ３は噴孔通路断面積Ｓ１より小さく設定されているが、閉弁状態において、シート噴孔間通路断面積Ｓ３は噴孔通路断面積Ｓ１より大きく設定されていてもよい。

[0151] 上記第１実施形態では、複数の噴孔１１ａの全てが同一の形状である。これに対し、大きさの異なる複数種類の噴孔１１ａを備えた燃料噴射弁であってもよい。また、上記第１実施形態では、複数の噴孔１１ａの全てが、同一の流入中心仮想円Ｒ２上に配置されている。これに対し、大きさの異なる仮想円上に各々の噴孔１１ａが配置された燃料噴射弁であってもよい。

[0152] 図１２に示す例では、閉弁位置から第１中間位置Ｌ２ａまでのリフト量である前段リフト量と、第１中間位置Ｌ２ａからフルリフト位置までのリフト量である後段リフト量とが同一である。これに対し、前段リフト量が後段リフト量より小さくてもよいし、前段リフト量が後段リフト量より大きくてもよい。

[0153] 上記第１実施形態では、流入口隙間距離Ｈは、流入口中心点Ａでの隙間距離として定義されている。これに対し、流入口１１ｉｎの周縁のうち軸線Ｃ１から最も離れた位置での隙間距離として定義されていてもよいし、流入口１１ｉｎの周縁のうち軸線Ｃ１に最も近い位置での隙間距離として定義されていてもよい。また、流入口１１ｉｎの周縁のうち流入中心仮想円Ｒ２と交差する位置での隙間距離として定義されていてもよい。

[0154] 上記第１実施形態では、複数の噴孔１１ａの各々の噴孔間距離Ｌおよび流

入口隙間距離Ｈが同一である場合において、噴孔間距離Ｌが流入口隙間距離Ｈより小さく設定されている。これに対し、異なる噴孔間距離および流入口隙間距離が存在する場合において、少なくとも１つの噴孔間距離が少なくとも１つの流入口隙間距離より小さく設定されていればよい。或いは、隣同士の２つの噴孔１１ａの噴孔間距離が、それら２つの噴孔１１ａのいずれか一方の流入口隙間距離より小さく設定されていればよい。

[0155] 上記第１実施形態では、ニードル２０外面と流入口１１ｉｎとの隙間の大きさである流入口隙間距離Ｈは、流入口１１ｉｎの中心点Ａでのニードル２０との離間距離である。これに対し、噴孔１１ａのうち中心点Ａ以外の部分におけるニードル２０との離間距離であってもよい。例えば、流入口隙間距離Ｈは、噴孔１１ａのうちニードル２０に最も遠い位置での軸線Ｃ１方向における離間距離であってもよいし、最も近い位置での軸線Ｃ１方向における離間距離であってもよい。

[0156] 上記第１実施形態では、燃料噴射弁１は、シリンダヘッドのうち燃焼室２の中心に位置する部分に取り付けられて、燃焼室２の上方からピストンの中心線方向に燃料を噴射するセンター配置式である。これに対し、シリンダブロックのうち燃焼室２の側方に位置する部分に取り付けられて、燃焼室２の側方から燃料を噴射するサイド配置式の燃料噴射弁であってもいい。

[0157] 上記第１実施形態では、ニードル２０のうち噴孔ボデー１１の内壁面１１ｃに対向する部分（ニードル先端部）と、カップ５０の外周面５１ｄとの２箇所で、可動部Ｍは径方向に支持されている。また、上記第７実施形態では、ニードル先端部と摺動部材７２との２箇所で、可動部は径方向に支持されている。これに対し、可動コア３０の外周面とニードル先端部との２箇所で、可動部Ｍは径方向から支持されていてもよい。

[0158] 上記第１実施形態では、インナコア３２が非磁性材で形成されているが、磁性材で形成されていてもよい。また、インナコア３２が磁性材で形成される場合、アウタコア３１に比べて磁性の弱い弱磁性材で形成されてもよい。同様にして、ニードル２０およびガイド部材６０が、アウタコア３１に比べ

て磁性の弱い弱磁性材で形成されてもよい。

[0159] 上記第１実施形態では、可動コア３０が所定量移動した時点で、可動コア３０をニードル２０に当接させて開弁作動を開始させるコアブースト構造を実現するにあたり、第１バネ部材ＳＰ１と可動コア３０との間にカップ５０を介在させている。これに対し、カップ５０を廃止して、第１バネ部材ＳＰ１とは別の第３バネ部材を設け、第３バネ部材により可動コア３０を噴孔側へ付勢させるコアブースト構造であってもよい。

[0160] 流入口１１ｉｎそれぞれの周縁のうち軸線Ｃ１に最も近い部分を結んだ直線Ｌ１０で囲まれる領域を仮想領域とすることは先述した通りである。この仮想領域は、図６に示すように、軸線Ｃ１を対称中心とした点対称かつ正多角形であってもよいし、非点対称の形状であってもよい。

[0161] 上記各実施形態では、燃料通路１１ｂを形成するテーパ面１１１、ボデー底面１１２および連結面１１３のうち、ボデー底面１１２に噴孔１１ａが形成されている。これに対し、テーパ面１１１のうち着座面１１ｓの下流側部分、または連結面１１３に噴孔１１ａが形成されていてもよい。

[0162] 上記各実施形態では、ニードル２０が可動コア３０に対して相対移動可能に構成されているが、相対移動できないように可動コア３０とニードル２０が一体に構成されていてもよい。分割噴射に係る２回目以降の噴射を行う際には、可動コア３０が初期位置に戻ってくる必要がある。しかしながら、上述の如く可動コア３０とニードル２０とが一体に構成されている場合、ニードル２０が重くなり、閉弁バウンスしやすくなる。そのため、シート角度θを９０度以下とすることによるバウンス抑制の効果は、上記一体構成の場合に好適に発揮される。

[0163] 上記第４実施形態に係る噴孔１１ａの形状は、流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔにかけて徐々に直径が小さくなるテーパ形状である（図１８参照）。これに対し、図２３に示すように、図１８とは逆向きのテーパ形状であってもよい。すなわち、軸線Ｃ２を含む断面において噴孔１１ａの形状は、流入口１１ｉｎから流出口１１ｏｕｔにかけて徐々に直径が大きくなるテー

パ形状であり、流入口１１ｉｎの開口面積は流出口１１ｏｕｔの開口面積より小さい。なお、図２３の例では、流入口１１ｉｎまたはその近傍部分の通路断面積が、噴孔絞りに寄与する噴孔通路断面積Ｓ１に相当する。

請求の範囲

[請求項1] 燃料が噴射される噴孔（１１ａ）が形成された噴孔ボデー（１１）と、

前記噴孔ボデーの着座面（１１ｓ）に離着座するシート面（２０ｓ）が形成された弁体（２０）と、

前記噴孔ボデーと前記弁体との間に形成され、前記噴孔の流入口（１１ｉｎ）に連通しており、前記弁体の離着座により開閉される燃料通路（１１ｂ）とを備え、

前記シート面は、前記着座面の側に膨らむ向きに湾曲しており、

前記噴孔から噴射される燃料の流量が、前記シート面と前記着座面との隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞り状態とし、前記噴孔で絞られた流量に制限されている状態を噴孔絞り状態とした場合に、

前記弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、前記閉弁位置から所定の中間位置までは前記シート部絞り状態となり、前記中間位置から前記フルリフト位置までは前記噴孔絞り状態となる燃料噴射弁。

[請求項2] 内燃機関の燃焼に用いる燃料が噴射される噴孔（１１ａ）が形成された噴孔ボデー（１１）と、

前記噴孔ボデーの着座面（１１ｓ）に離着座するシート面（２０ｓ）が形成された弁体（２０）と、

前記噴孔ボデーと前記弁体との間に形成され、前記噴孔の流入口（１１ｉｎ）に連通しており、前記弁体の離着座により開閉される燃料通路（１１ｂ）とを備え、

前記シート面は、前記着座面の側に膨らむ向きに湾曲しており、

前記噴孔から噴射される燃料の流量が、前記シート面と前記着座面との隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート部絞り状態とし、前記燃料通路のうち前記着座面より下流側の部分であるシート噴

孔間隙間で絞られた流量に制限されている状態をシート噴孔間絞り状態とした場合に、

前記弁体が閉弁位置からフルリフト位置まで開弁作動するにあたり、前記閉弁位置から所定の中間位置までは前記シート部絞り状態となり、前記中間位置から前記フルリフト位置までは前記シート噴孔間絞り状態となる燃料噴射弁。

[請求項3] 前記燃料通路のうち前記着座面より下流側の部分であるシート噴孔間隙間の通路断面積をシート噴孔間通路断面積（Ｓ３）とし、前記噴孔の通路断面積を噴孔通路断面積（Ｓ１）とした場合に、

前記噴孔ボデーに前記弁体が着座した閉弁状態では、前記シート噴孔間通路断面積は前記噴孔通路断面積より小さい請求項１または２に記載の燃料噴射弁。

[請求項4] 前記噴孔ボデーは、

前記着座面を含む、前記弁体の中心軸線を含む断面において直線形状に形成されたテーパ面（１１１）と、

前記流入口を含む、前記テーパ面から凹む形状に形成されたボデー底面（１１２）と、を有する請求項１～３のいずれか１つに記載の燃料噴射弁。

[請求項5] 前記弁体のうち前記シート面より下流側に位置する先端部には、前記弁体の中心軸線の方向に対して垂直に拡がる平坦面（２２ａ）が形成されている請求項１～４のいずれか１つに記載の燃料噴射弁。

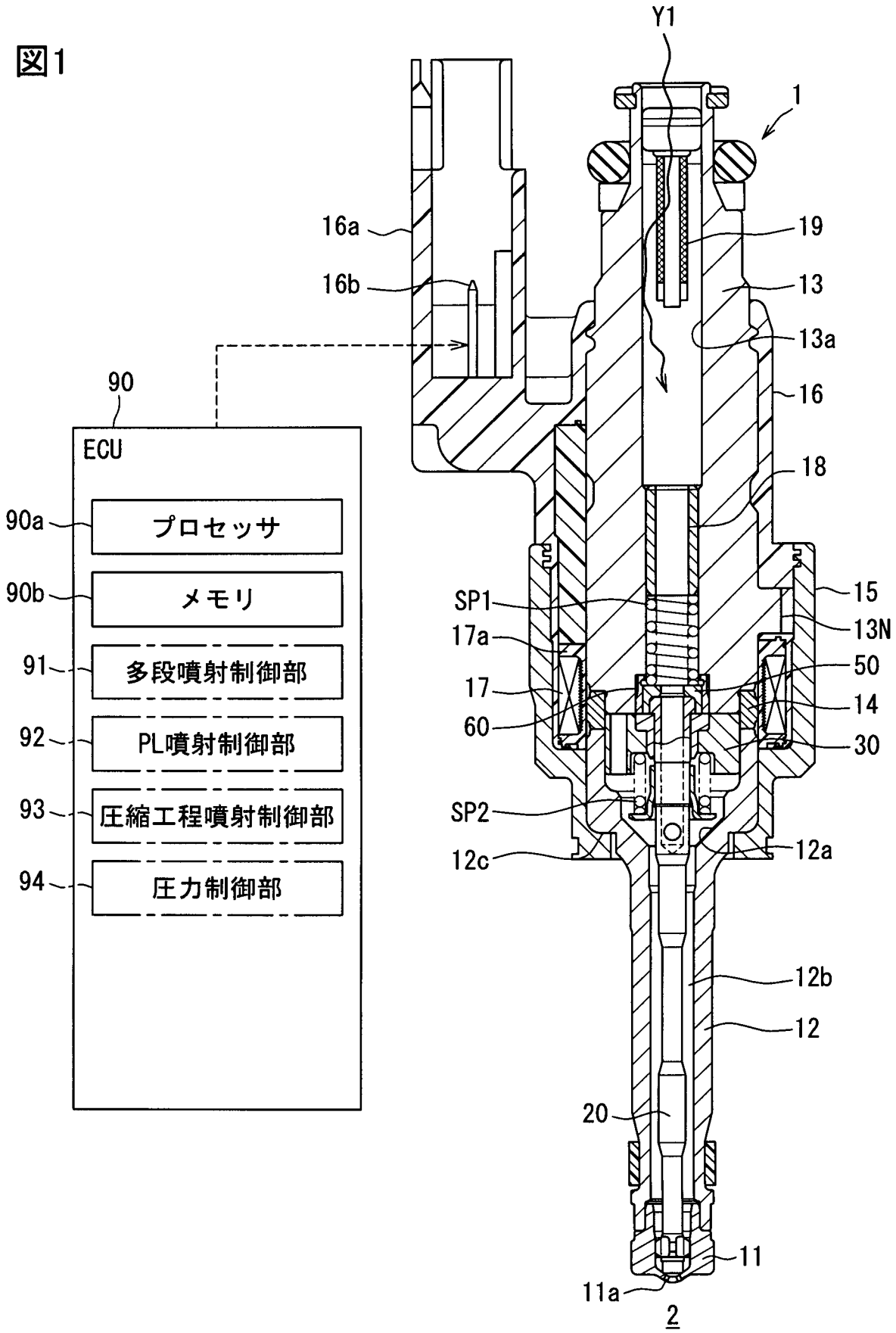
[請求項6] 前記弁体の外面のうち前記シート面よりも燃料流れ下流側の部分の全体を弁体先端面（２２）とし、前記弁体の中心軸線の方向における前記弁体先端面と前記噴孔ボデーとの距離を弁体離間距離（Ｈａ）とし、前記流入口の中心を通る、前記中心軸線を中心とした円を流入中心仮想円（Ｒ２）とし、

前記弁体離間距離は、前記流入中心仮想円の周縁から径方向において前記中心軸線に向かう方向に沿って連続的に小さくなっていく請求

項１～５のいずれか１つに記載の燃料噴射弁。

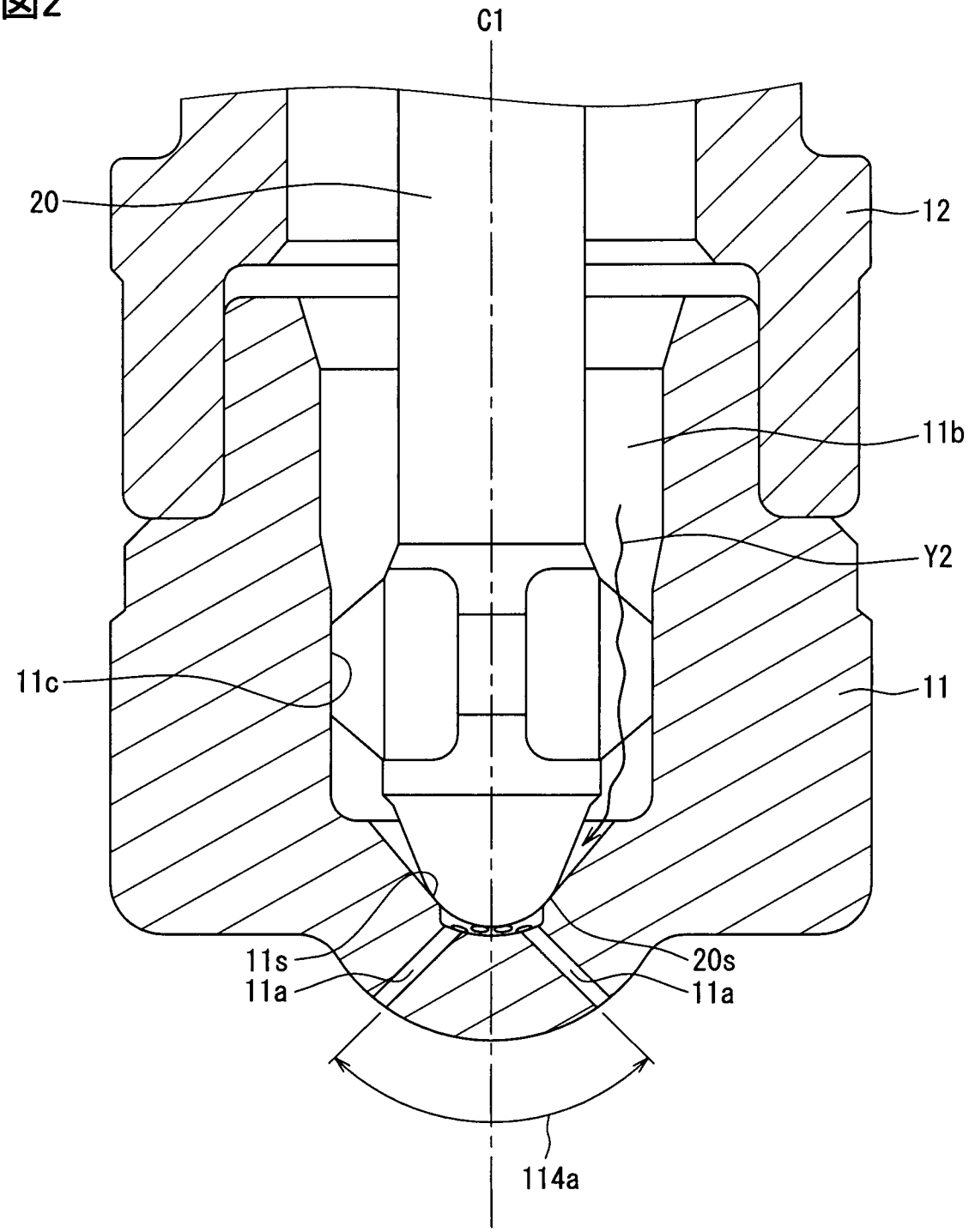
[図1]

図1


Y1
1
16a
16b
19
13
13a
16
18
90
ECU
90a
プロセッサ
90b
メモリ
91
多段噴射制御部
92
PL噴射制御部
93
圧縮工程噴射制御部
94
圧力制御部
SP1
17a
17
60
15
13N
50
14
30
SP2
12c
12a
12b
12
20
11
11a
2

[図2]

図2



[図3]

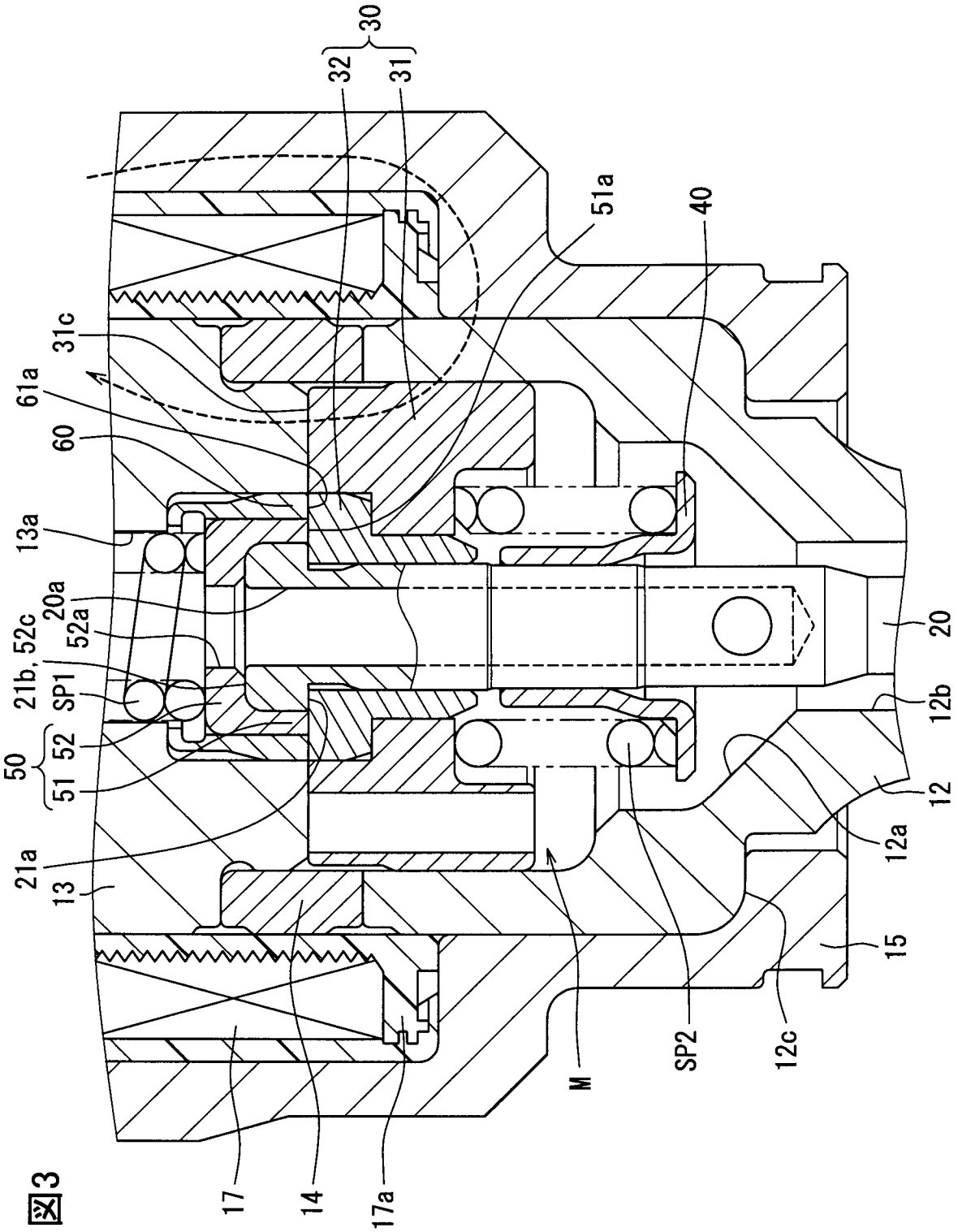
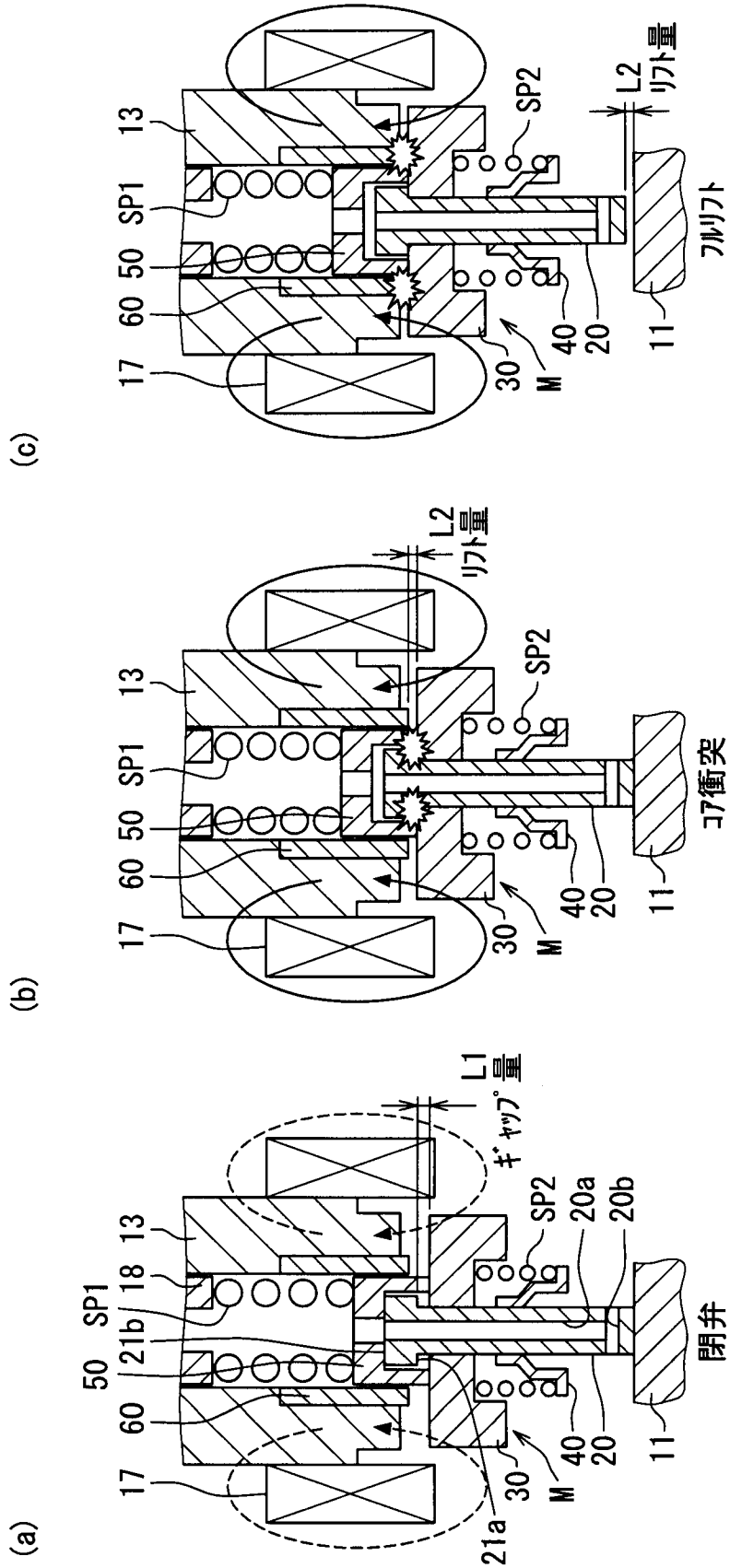

30
32
31
51a
40
31c
61a
60
13a
20a
52a
21b, 52c
SP1
50
52
51
21a
13
20
12b
12
12a
15
17
14
17a
M
SP2
12c

図3

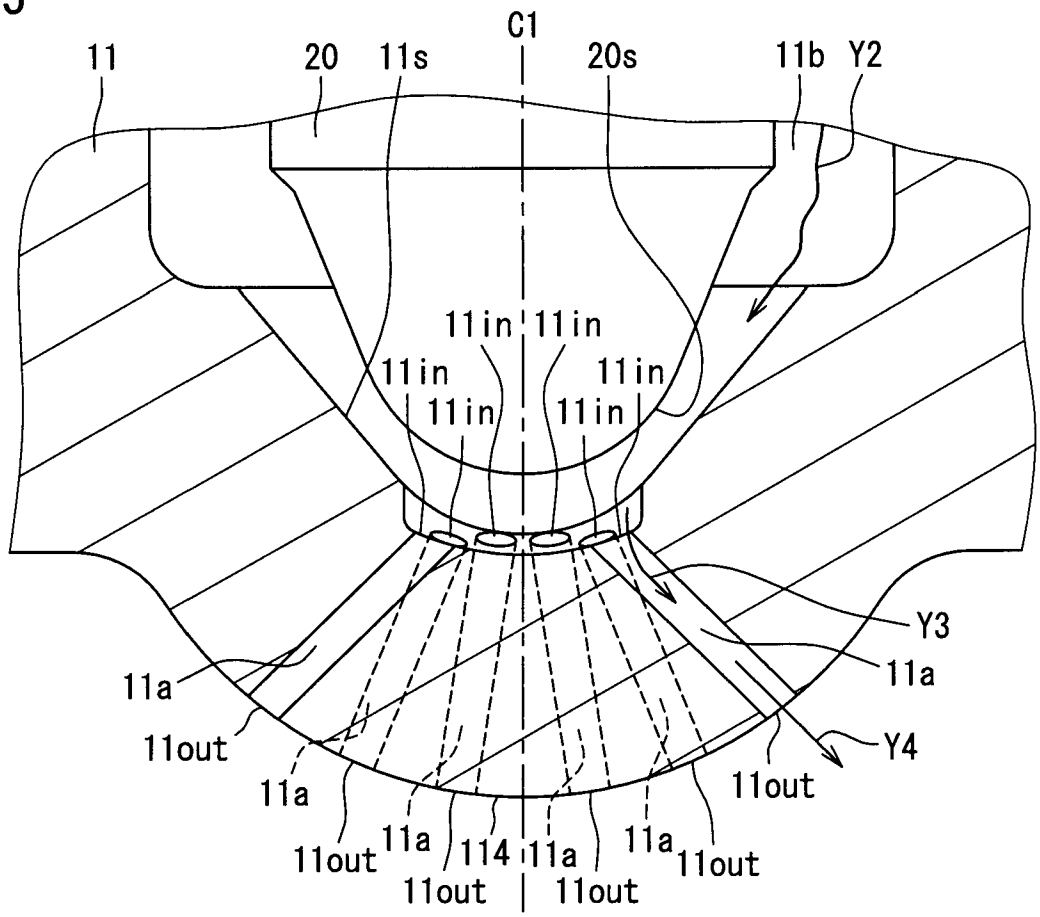
[図4]

図4


(a)
(b)
(c)
13
SP1
18
21b
50
60
17
30
M
40
20
11
SP2
20a
20b
21a
L1
ギャップ量
L2
リフト量
閉弁
コア衝突
フルリフト

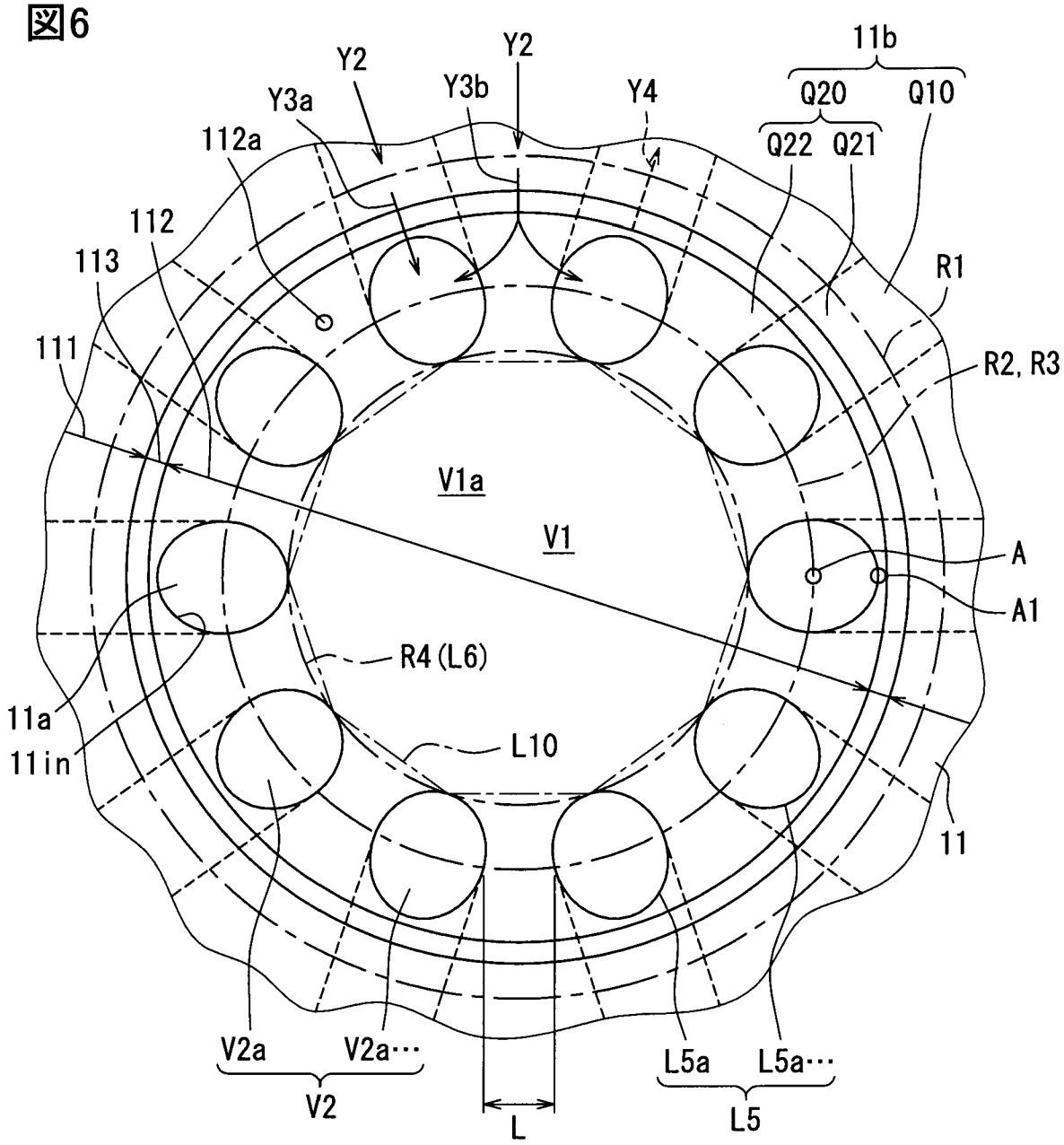
[図5]

図5


C1
11
20
11s
20s
11b
Y2
11in
11in
11in
11in
11in
11in
Y3
11a
11a
11out
Y4
11a
11out
11out
11a
11a
11a
11out
11out
11out

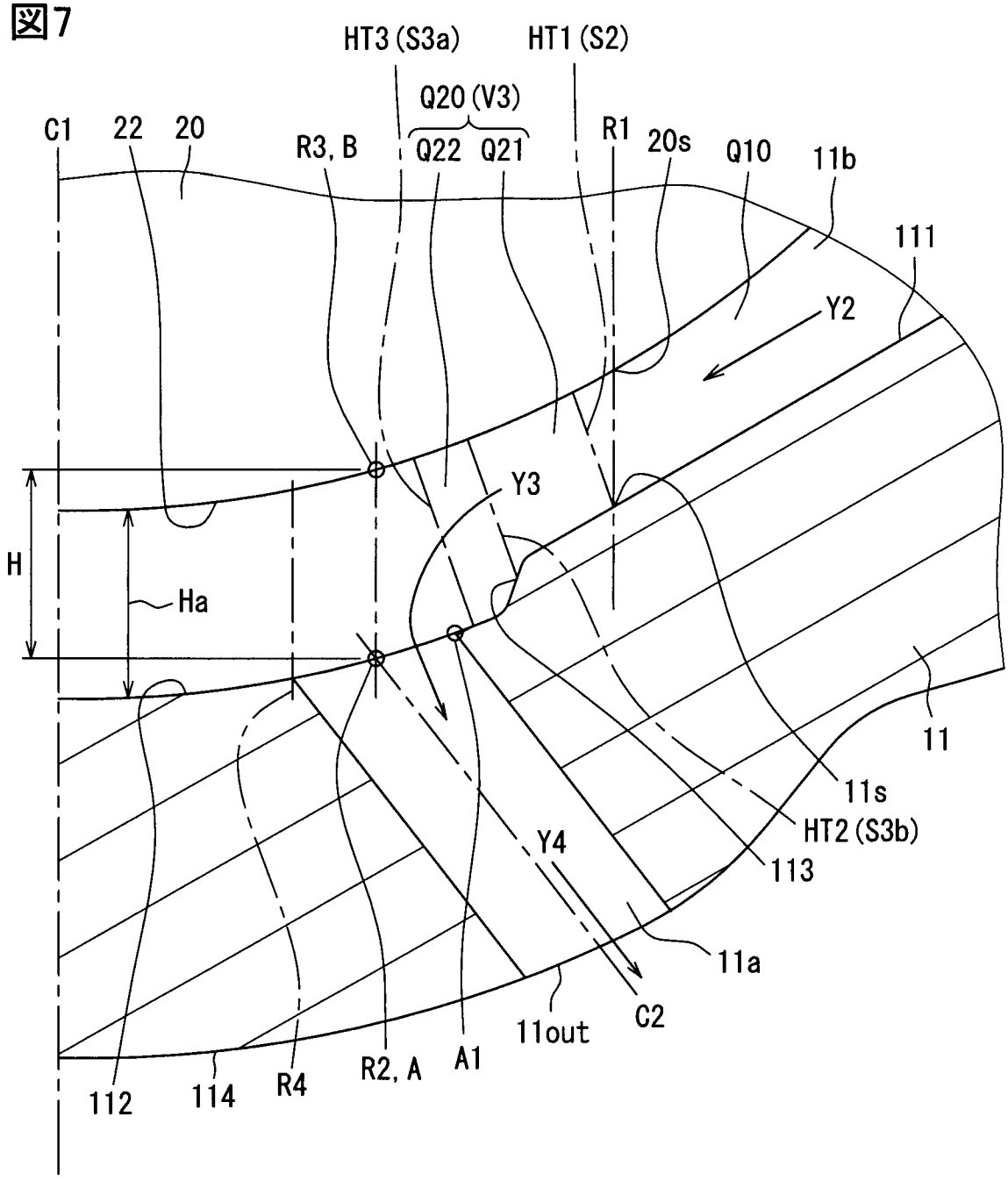
[図6]

図6


Y2
Y2
Y3a
Y3b
Y4
11b
Q20
Q10
Q22
Q21
112a
112
113
111
R1
R2, R3
V1a
V1
A
A1
R4 (L6)
11a
11in
L10
11
V2a
V2a…
V2
L
L5a
L5a…
L5

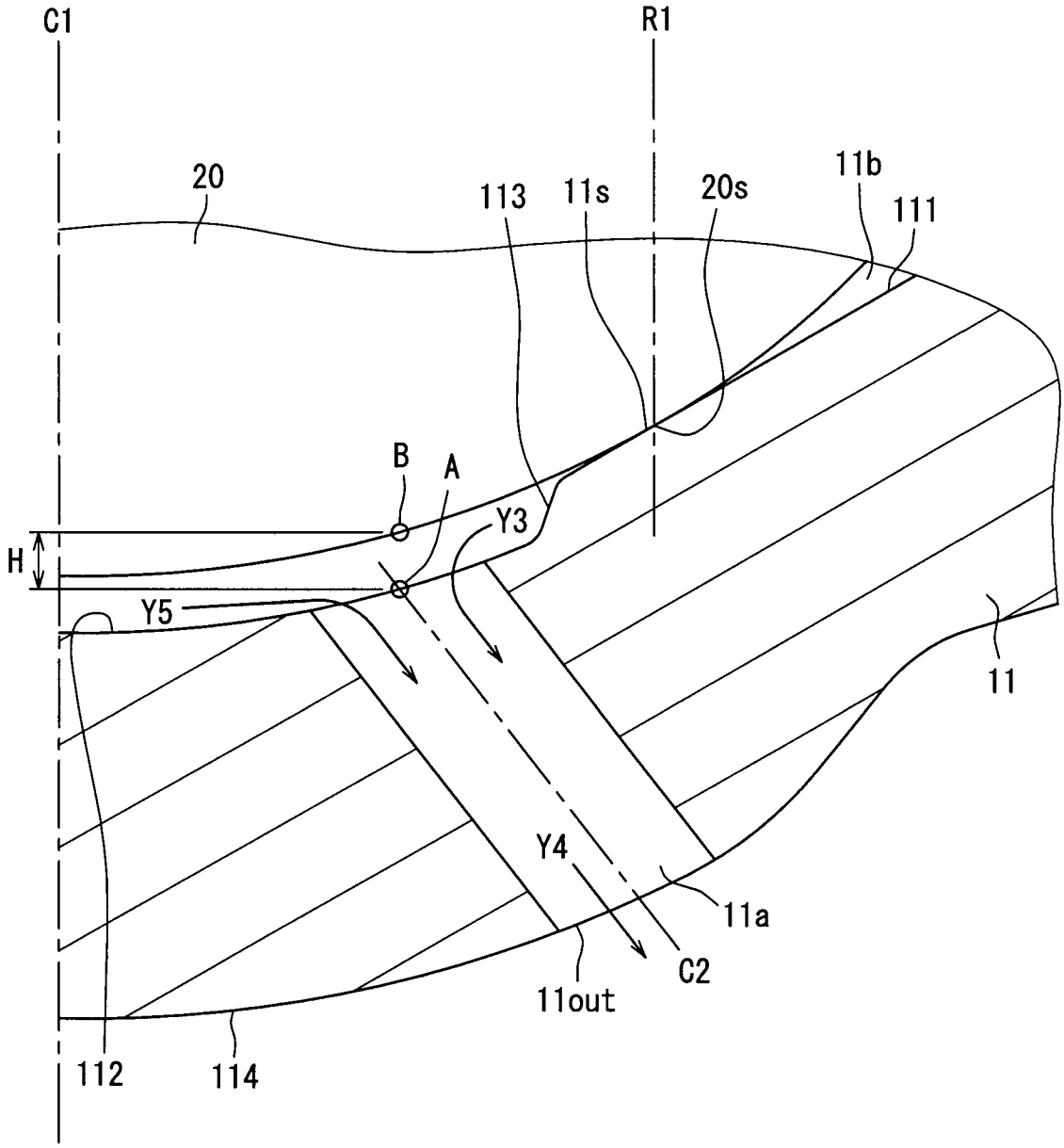
[図7]

図7


HT3 (S3a)
HT1 (S2)
Q20 (V3)
C1
22
20
R3, B
Q22
Q21
R1
20s
Q10
11b
111
Y2
Y3
H
Ha
11
11s
HT2 (S3b)
Y4
113
11a
C2
11out
112
114
R4
R2, A
A1

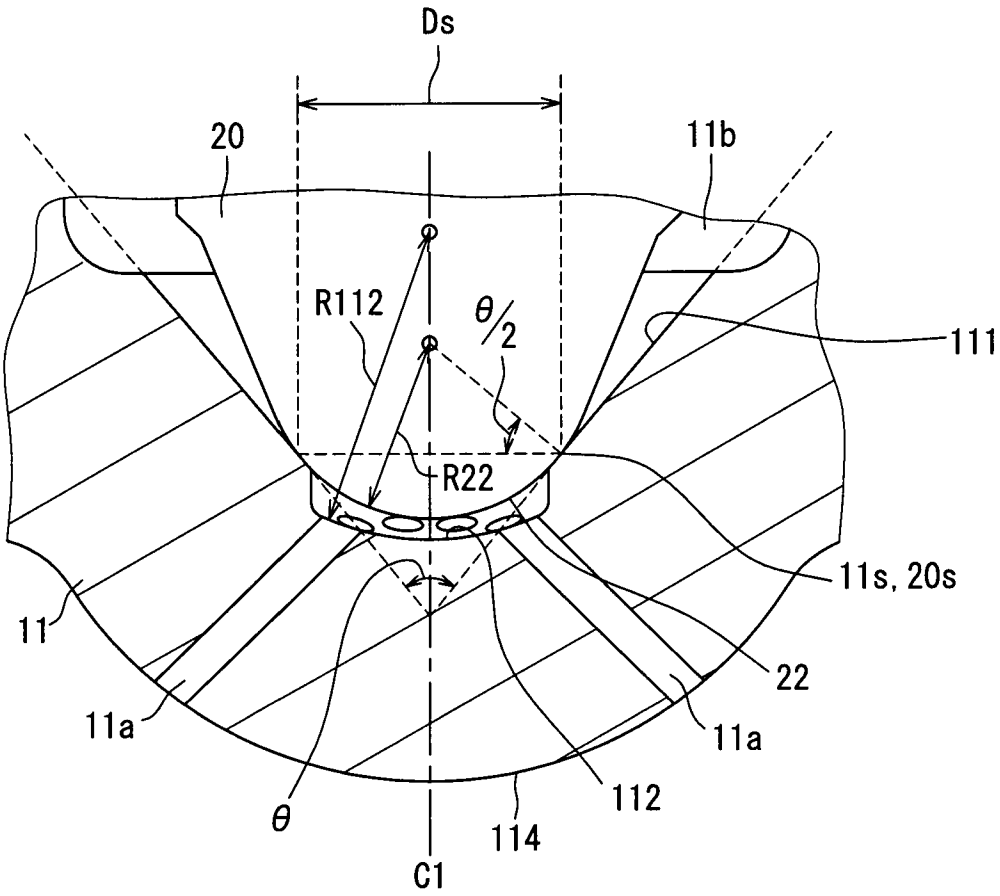
[図8]

図8



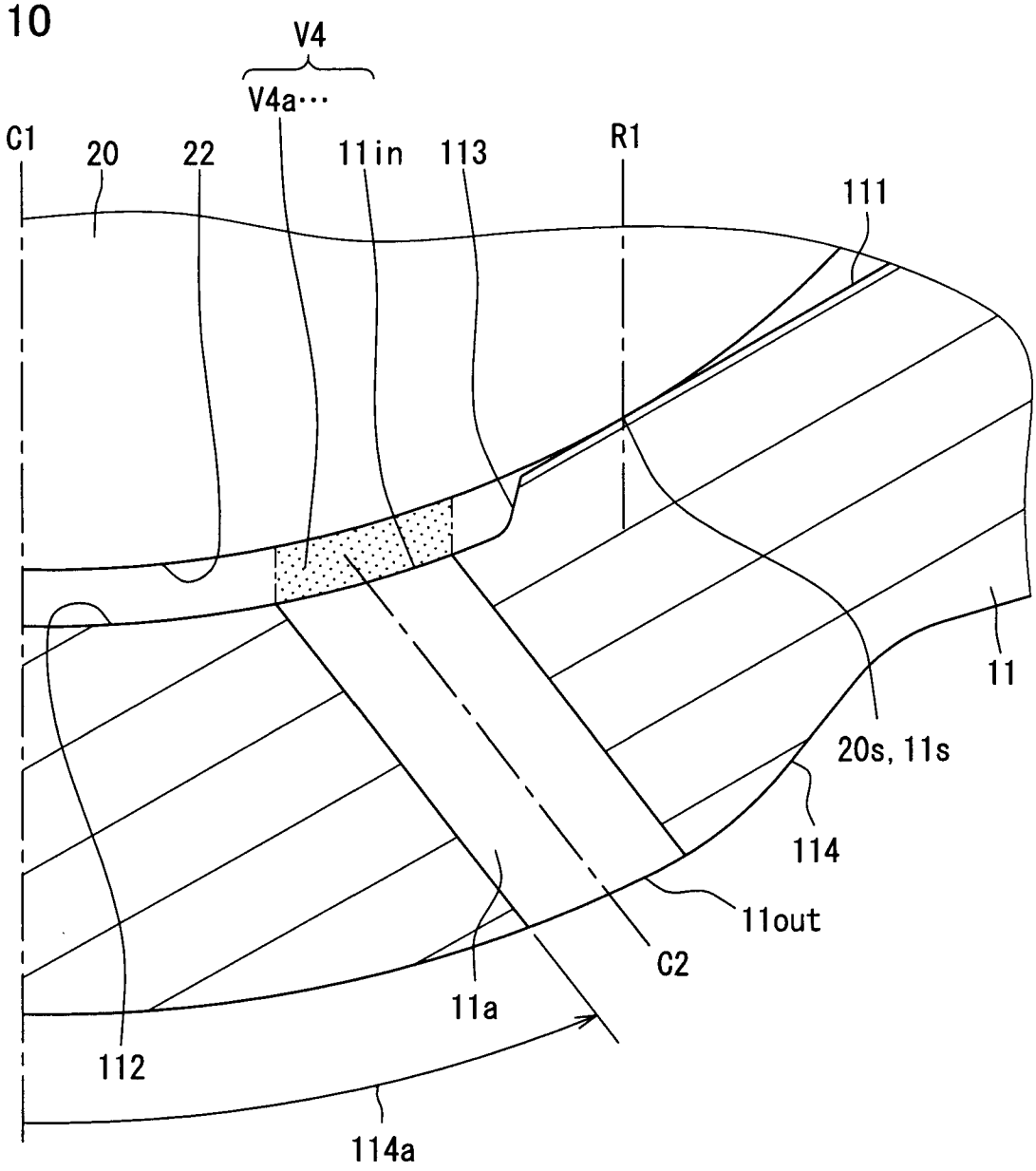
[図9]

図9



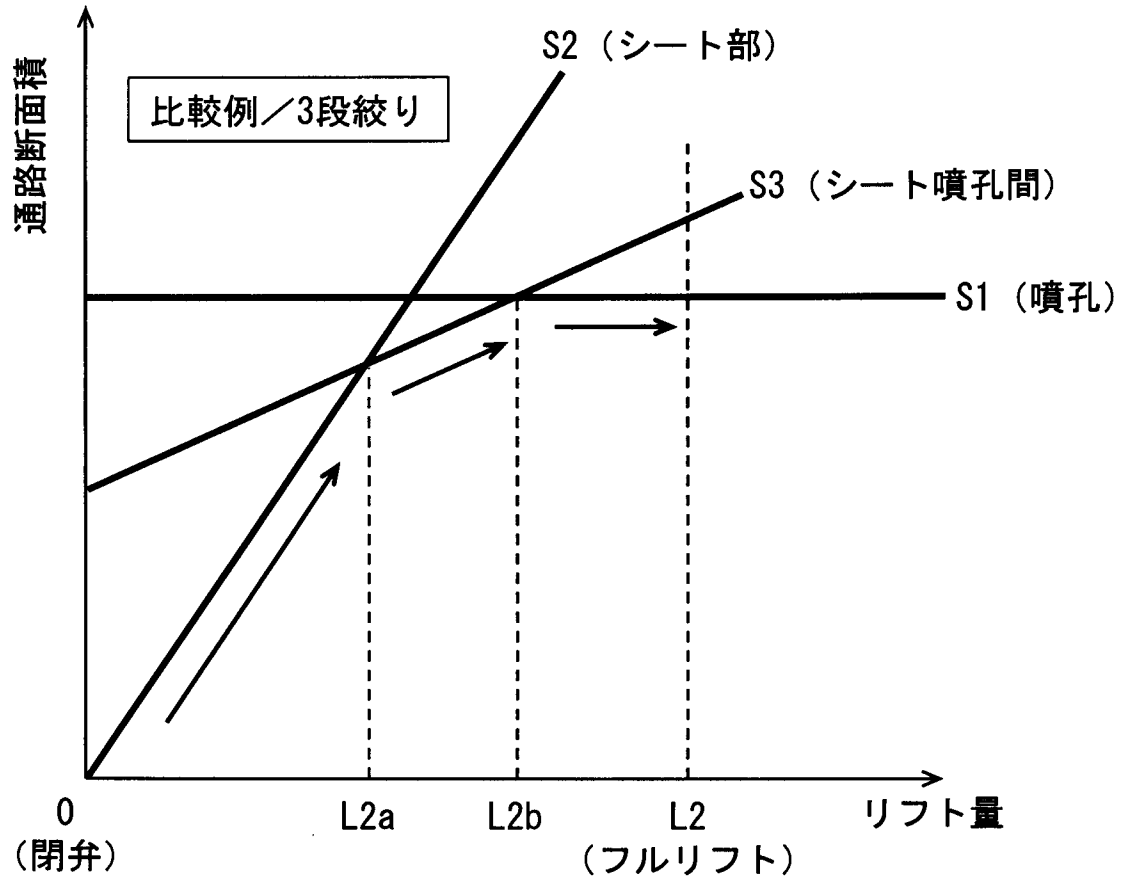
[図10]

図10


V4
V4a…
C1
20
22
11in
113
R1
111
11
20s, 11s
114
11out
C2
11a
112
114a

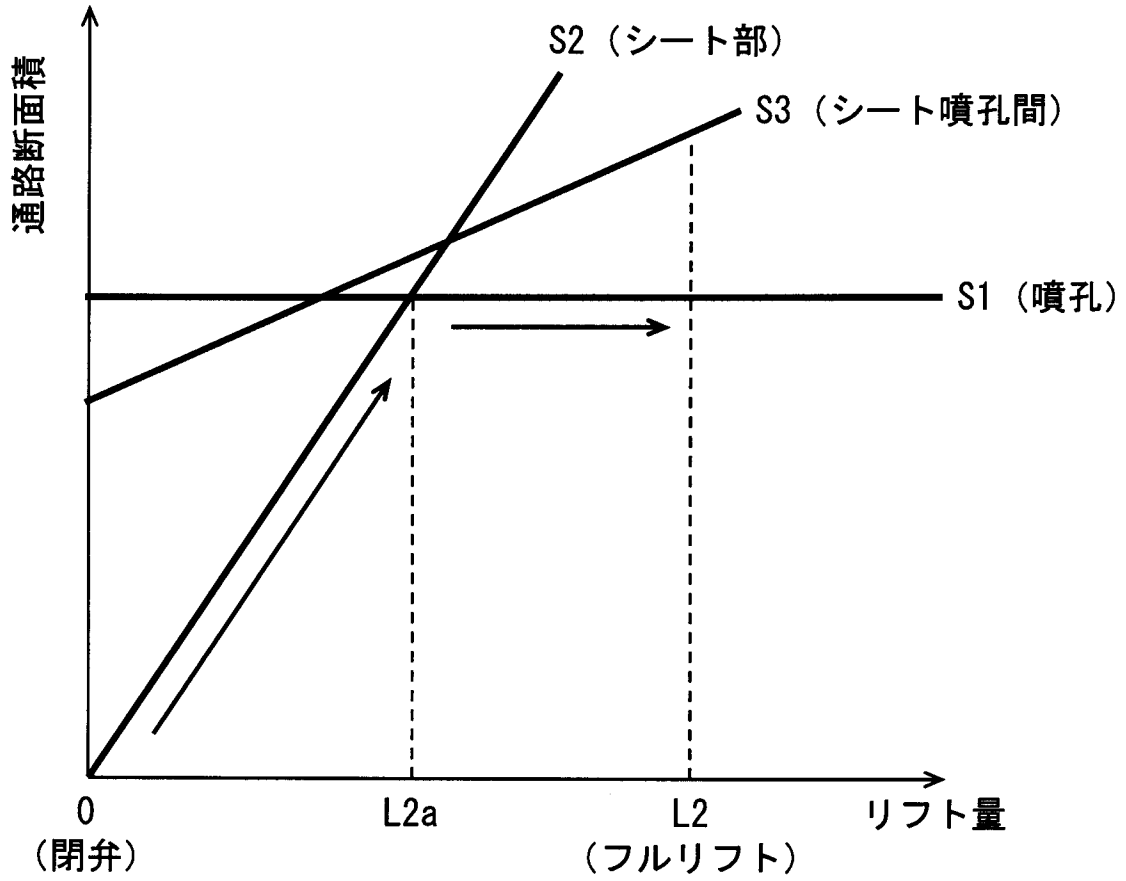
[図11]

図11


通路断面積
比較例／3段絞り
S2（シート部）
S3（シート噴孔間）
S1（噴孔）
0
（閉弁）
L2a
L2b
L2
（フルリフト）
リフト量

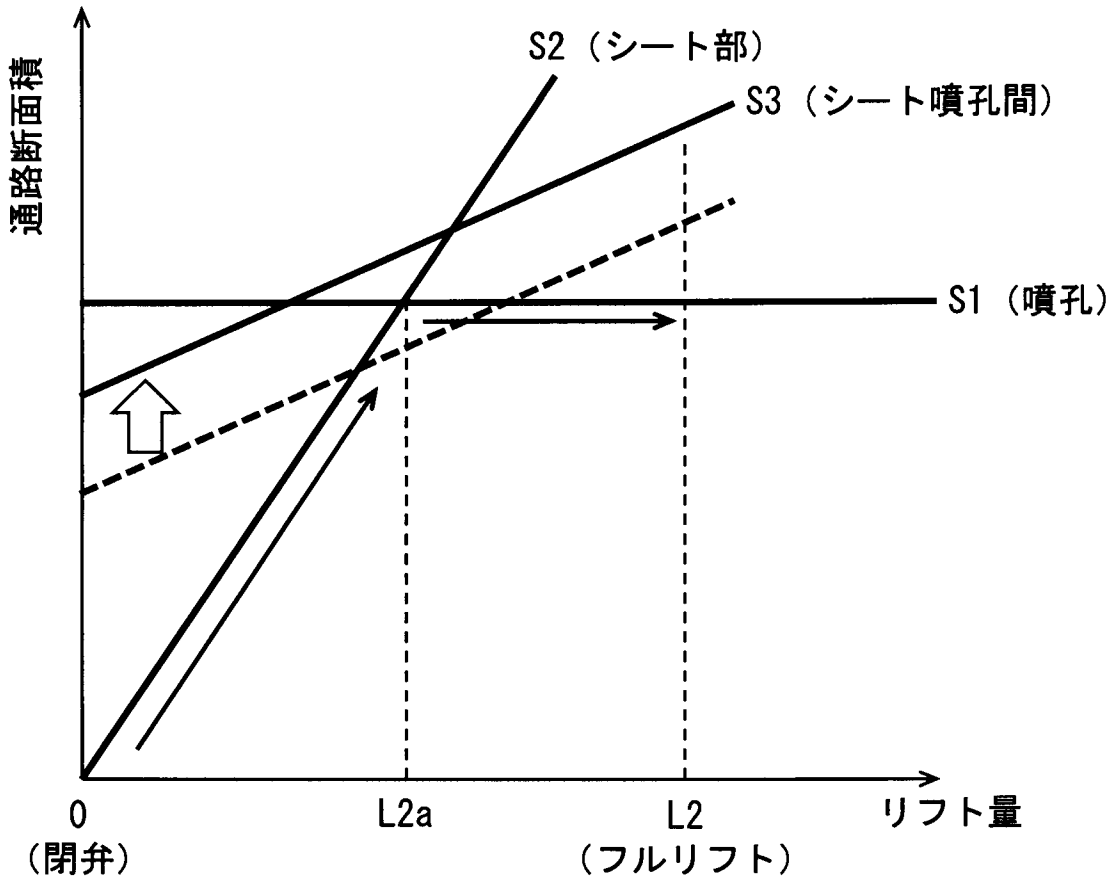
[図12]

図12



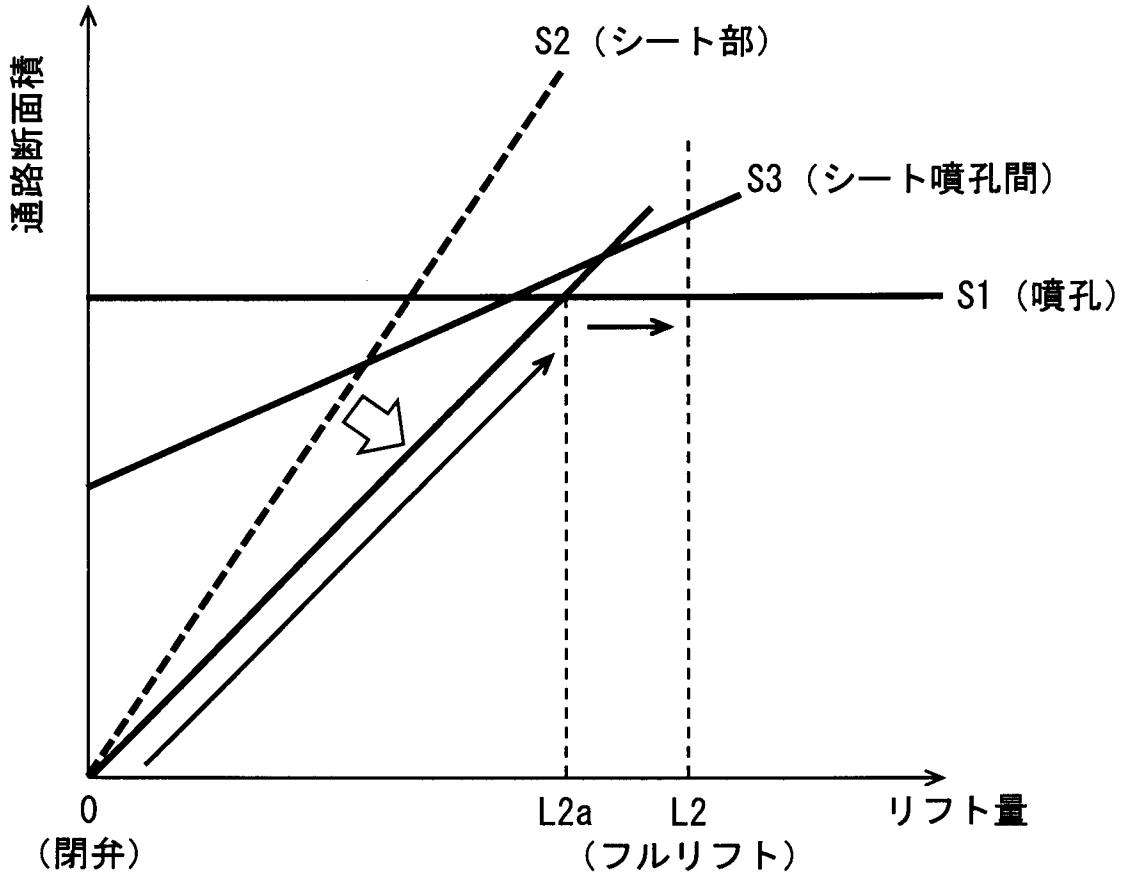
[図13]

図13



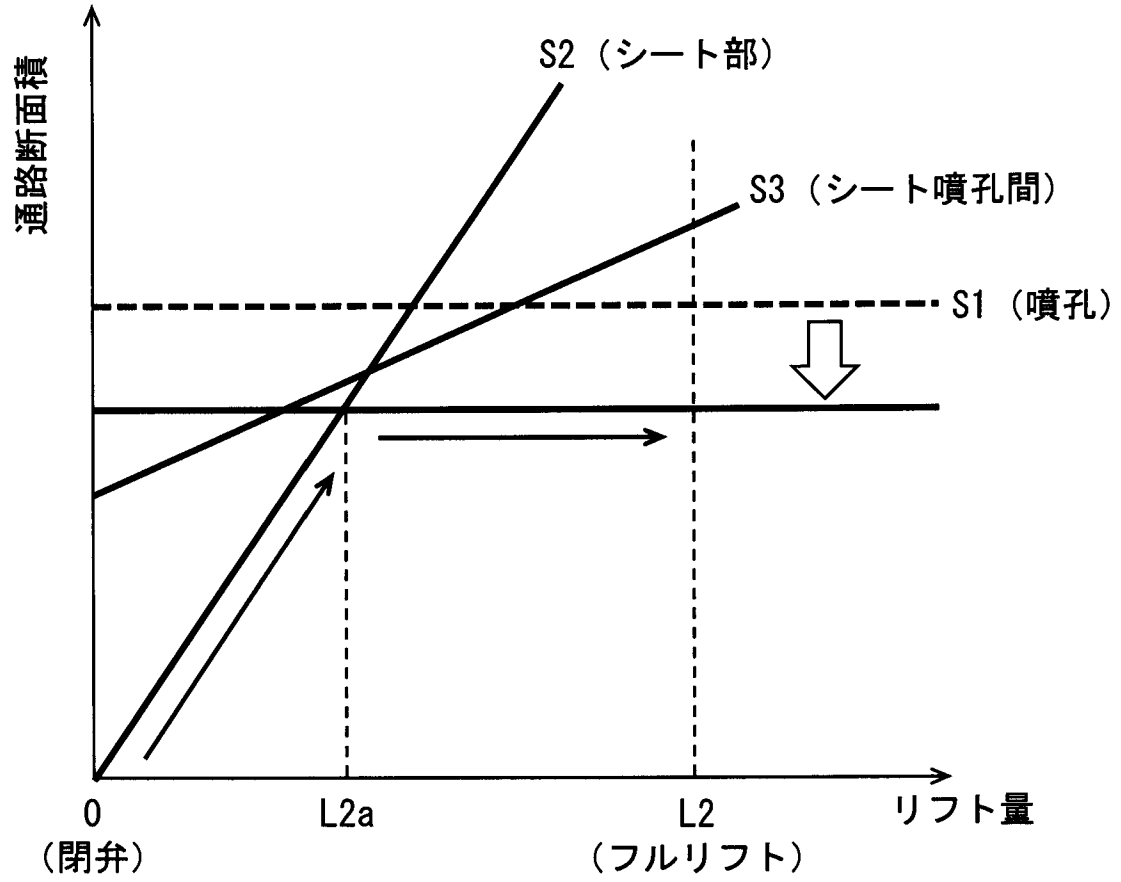
[図14]

図14



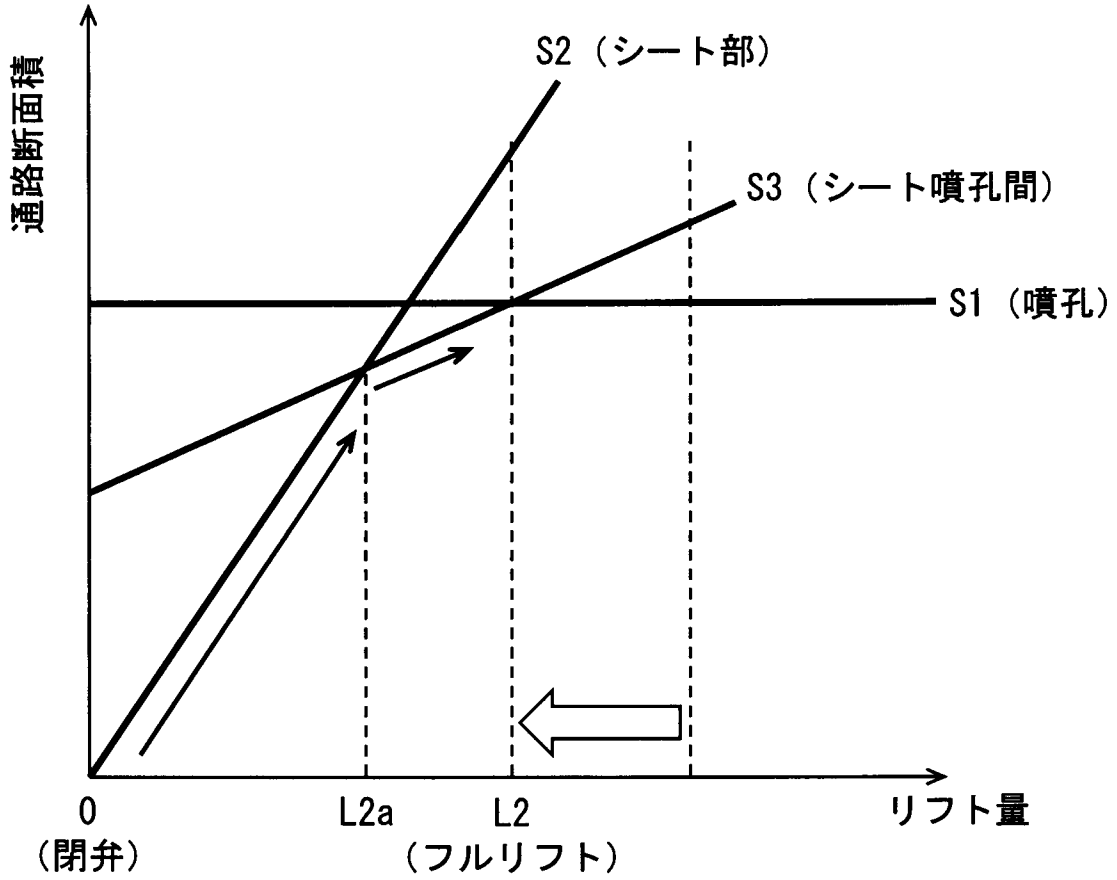
[図15]

図15



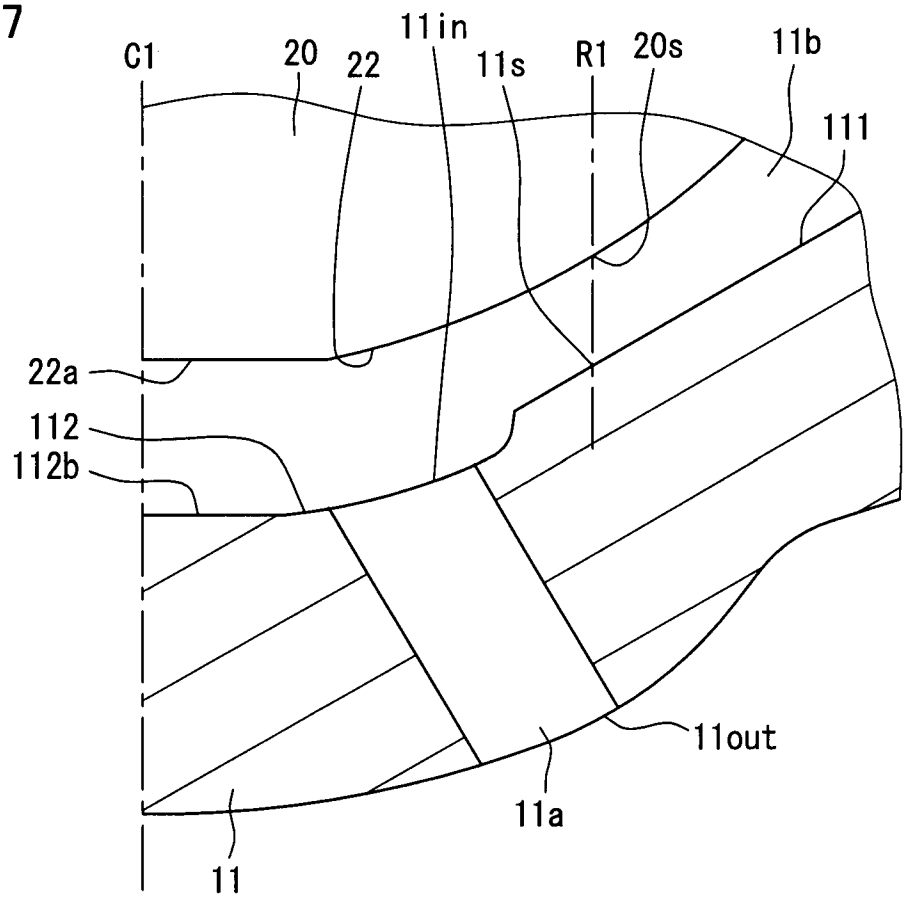
[図16]

図16



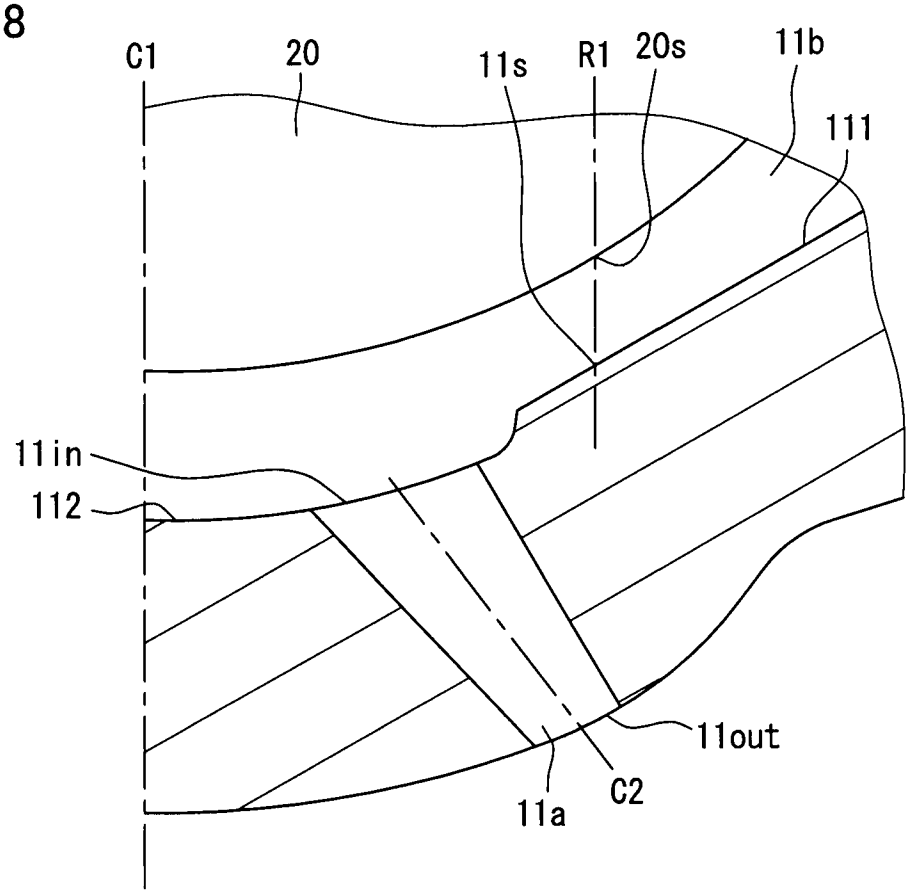
[図17]

図17



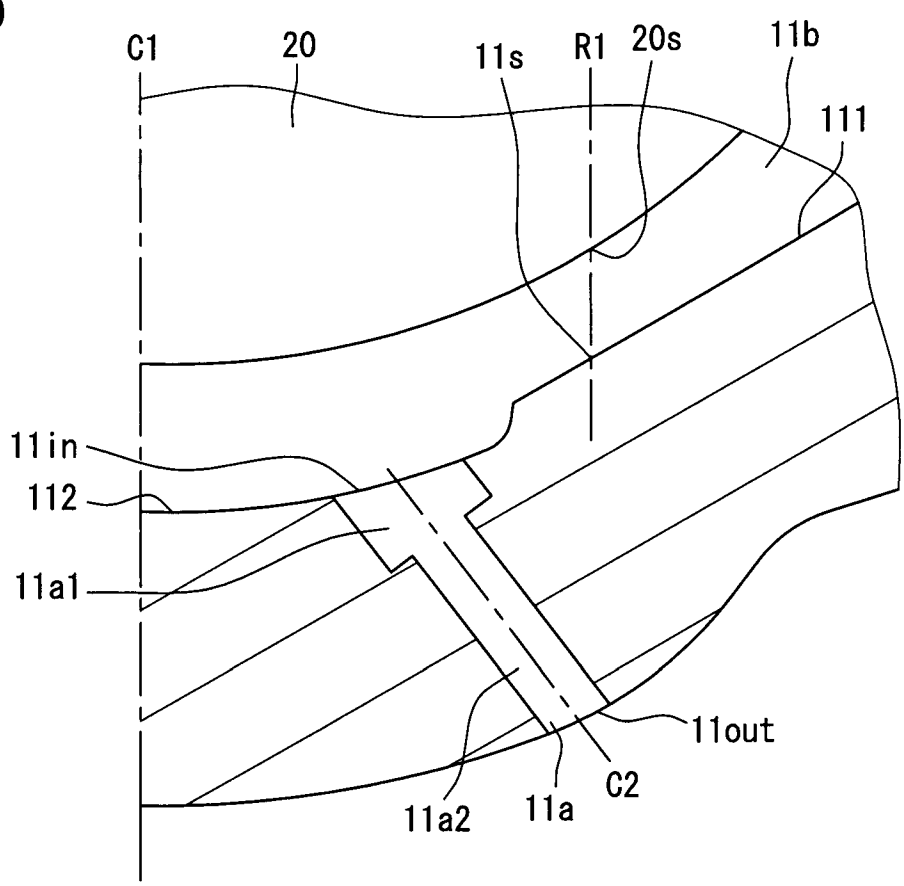
[図18]

図18



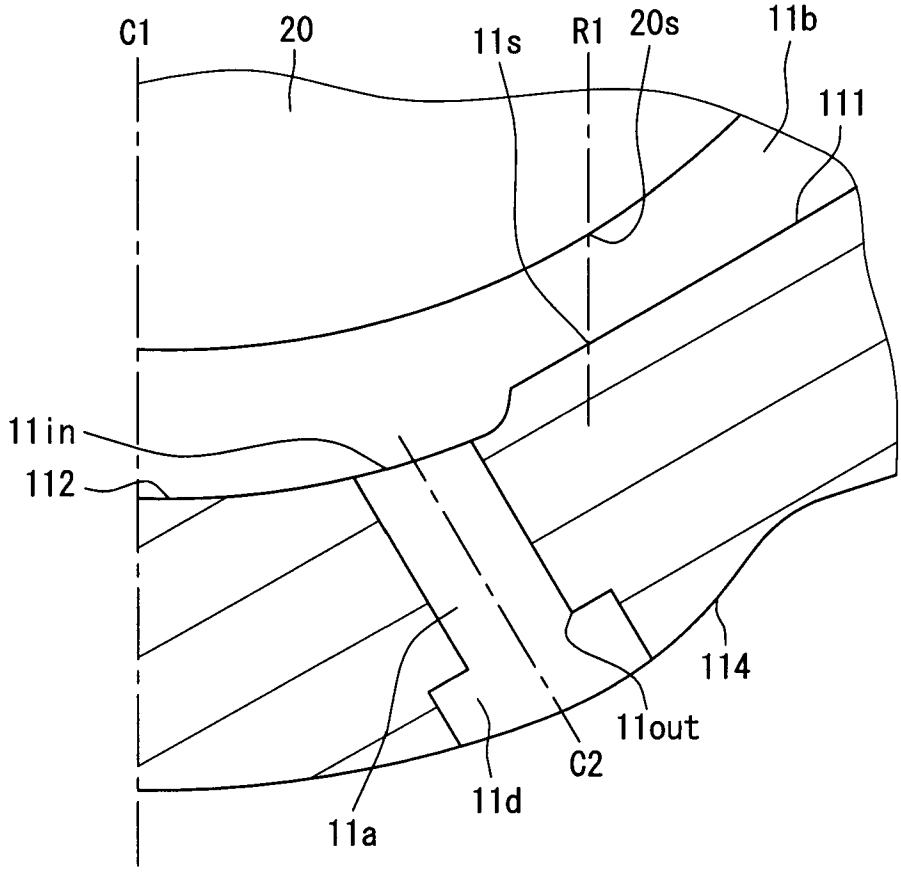
[図19]

図19



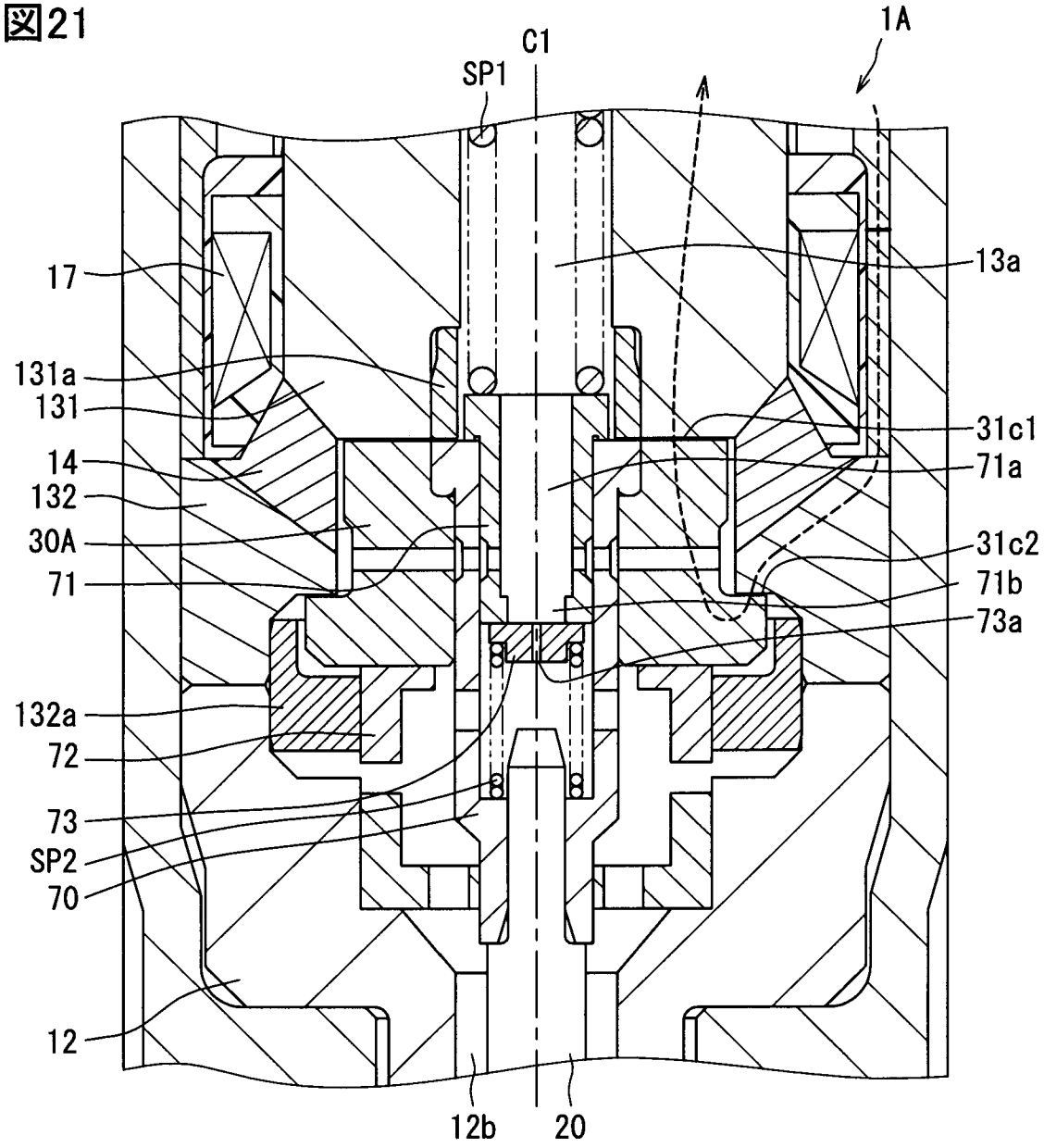
[図20]

図20



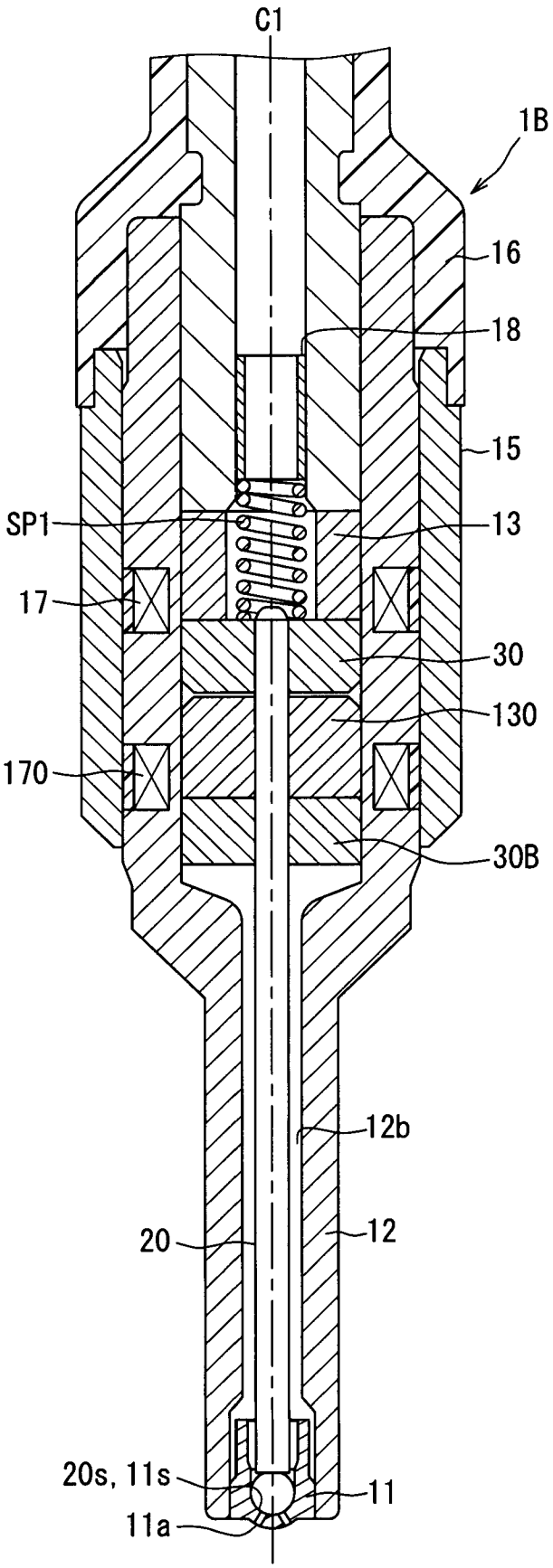
[図21]

図21


C1
SP1
1A
17
131a
131
14
132
30A
71
132a
72
73
SP2
70
12
12b
20
13a
31c1
71a
31c2
71b
73a

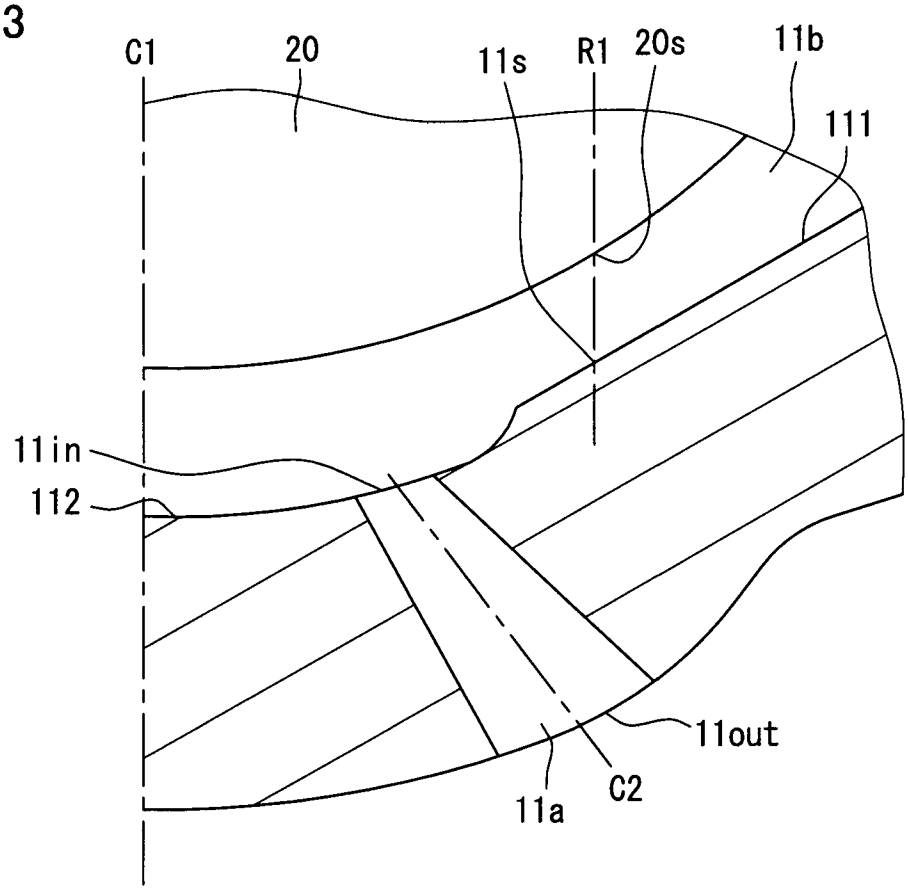
[図22]

図22



[図23]

図23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/038673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. F02M61/18(2006.01)i, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(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)
Int. Cl. F02M61/18, F02M51/06, F02M61/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 A	JP 2007-51589 A (DENSO CORP.) 01 March 2007, paragraphs [0009]-[0013], [0027]-[0037], [0054], fig. 1-3, 6 & US 2007/0040053 A1, paragraphs [0010]-[0014], [0036]-[0046], [0066], fig. 1-3, 7	1, 4-6 2-3
Y A	JP 2017-210890 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 30 November 2017, paragraphs [0004], [0005], [0017], [0018], fig. 2, 3 (Family: none)	1, 4-6 2-3
Y A	JP 2003-504554 A (ROBERT BOSCH GMBH) 04 February 2003, paragraphs [0017]-[0021], fig. 1 & US 6695230 B1, column 2, line 45 to column 3, line 28, fig. 1 & DE 19931761 A	5-6 1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
12.11.2019	26.11.2019
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/JP2019/038673

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2010/116859 A1 (KEIHIN CORP.) 14 October 2010, paragraphs [0048], [0049], fig. 7 & US 2012/0006300 A1, paragraphs [0067], [0068], fig. 7 & EP 2416000 A1 & CN 102369350 A	6 1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３８６７３

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, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(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, F02M51/06, F02M61/10

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 A	JP 2007-51589 A（株式会社デンソー）2007.03.01，段落０００９－００１３，００２７－００３７，００５４，図１－３，６ & US 2007/0040053 A1,段落[0010]-[0014],[0036]-[0046],[0066],図1-3,7	1，4-6 2-3
Y A	JP 2017-210890 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2017.11.30，段落０００４－０００５，００１７－００１８，図２－３（ファミリーなし）	1，4-6 2-3

☑　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	国際調査報告の発送日
１２．１１．２０１９	２６．１１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｇ　６１００
首藤　崇聡
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 A	JP 2003-504554 A（ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング）2003.02.04，段落００１７－００２１，図１ & US 6695230 B1，第２欄第４５行－第３欄第２８行、図１ & DE 19931761 A	5-6 1-4
Y A	WO 2010/116859 A1（株式会社ケーヒン）2010.10.14，段落００４８－００４９，図７ & US 2012/0006300 A1,段落[0067]-[0068],図７ & EP 2416000 A1 & CN 102369350 A	6 1-5