

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/065973 A1

(51) 国際特許分類:

F02M 59/44 (2006.01) F02M 59/36 (2006.01)
F02M 59/34 (2006.01)

一内 Aichi (JP). 鐸木 香仁(SUZUKI Yoshihito);
〒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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/036273

(22) 国際出願日: 2018年9月28日(28.09.2018)

(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 2017-190635 2017年9月29日(29.09.2017) JP
特願 2018-176347 2018年9月20日(20.09.2018) 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).

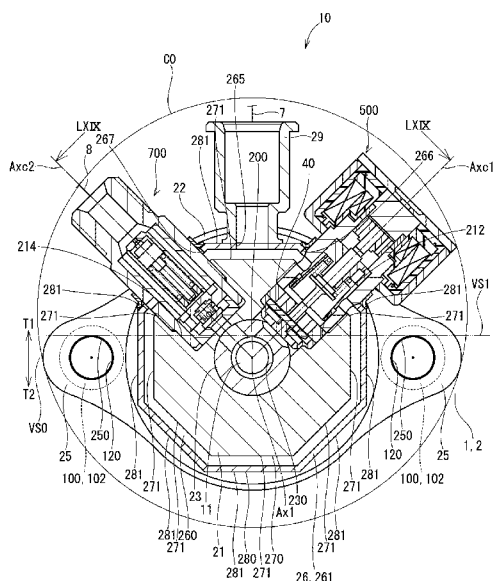
(72) 発明者: 大畠 慶悟 (OHATA Keigo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 越本 振一郎 (KOSHIMOTO Shinichiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソ

(74) 代理人: 服部 雅紀 (HATTORI Masaki);
〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目 4 番 1 2 号 アレックスビル 8 階 服部
国際特許事務所 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, 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.

(54) Title: HIGH-PRESSURE PUMP

(54) 発明の名称: 高圧ポンプ



(57) Abstract: An electromagnetic driving unit (500) is provided so as to protrude radially outward from a housing outer circumferential wall (270). A discharge passage part (700) is provided so as to protrude radially outward from the housing outer circumferential wall (270). Fixed parts (25) are provided so as to be connected to an upper housing (21), each have a bolt hole (250), and are fixed to an internal combustion engine (1) with bolts (100) provided corresponding to the bolt holes (250). The bolt holes (250) are formed, on the radially outer side of the housing outer circumferential wall (270), at two points in the circumferential direction, when viewed from the direction of the axis (Ax1) of a cylindrical inner circumferential wall (230). When a high-pressure pump (10) is divided into two regions composed of a first region (T1) and a second region (T2) by a virtual plane (VS0) including the axes of the two adjacent bolt holes (250) and the axis (Ax1) of the cylindrical inner circumferential wall (230), both the electromagnetic driving unit (500) and the discharge passage part (700) are positioned in the first region (T1).

(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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 電磁駆動部 (500) は、ハウジング外周壁 (270) から径方向外側へ突出するよう設けられている。吐出通路部 (700) は、ハウジング外周壁 (270) から径方向外側へ突出するよう設けられている。被固定部 (25) は、上ハウジング (21) に接続するよう設けられ、ボルト孔 (250) を有し、ボルト孔 (250) に対応して設けられるボルト (100) により内燃機関 (1) に固定される。ボルト孔 (250) は、筒状内周壁 (230) の軸 (A×1) 方向から見たとき、ハウジング外周壁 (270) の径方向外側において周方向に2つ形成されている。隣り合う2つのボルト孔 (250) の軸および筒状内周壁 (230) の軸 (A×1) を含む仮想面 (VS0) で高圧ポンプ (10) を第1領域 (T1) と第2領域 (T2) との2つの領域に分けたとき、電磁駆動部 (500) および吐出通路部 (700) は、いずれも、第1領域 (T1) に位置している。

明 細 書

発明の名称： 高圧ポンプ

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年9月29日に提出された特許出願番号2017-190635号、2018年9月20日に提出された特許出願番号2018-176347号に基づくものであり、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、高圧ポンプに関する。

背景技術

[0003] 従来、燃料を加圧し内燃機関に供給する高圧ポンプが知られている。一般に、高圧ポンプは、加圧室の低圧側に弁部材を備えている。弁部材は、弁座から離間すると開弁し、加圧室に吸入される燃料の流れを許容し、弁座に当接すると閉弁し、加圧室から低圧側への燃料の流れを規制する。例えば特許文献1の高圧ポンプでは、弁部材に対し加圧室とは反対側に電磁駆動部を備え、弁部材の開弁および閉弁を制御し、加圧室で加圧される燃料の量、および、高圧ポンプから吐出される燃料の量を制御している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：欧州特許第1479903号明細書

発明の概要

[0005] 特許文献1の高圧ポンプでは、電磁駆動部は、加圧室を形成するハウジングの外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられている。また、加圧室から吐出された燃料が流れる吐出通路部が、ハウジングの外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられている。高圧ポンプは内燃機関に取り付けられるため、高圧ポンプが取り付けられる位置によっては、高圧ポンプの近傍にプーリー等の回転物が位置することがある。高圧ポンプの電磁駆動部には配線が接続され、吐出通路部には鋼管が接続される。そのため、高圧ポンプが取

り付けられる位置によっては、回転物が配線や鋼管に接触し、配線や鋼管が損傷するおそれがある。

[0006] また、特許文献1の高圧ポンプは、複数のボルト孔を有し内燃機関に固定される被固定部を備えている。ボルト孔は、加圧室を形成する筒状の内周壁の軸方向から見たとき、ハウジングの外周壁の径方向外側において周方向に等間隔で3つ形成されている。ここで、電磁駆動部、吐出通路部、および、加圧室に供給される燃料が流れる供給通路部は、それぞれ、3つのボルト孔のそれぞれの間に配置されている。被固定部を内燃機関に固定し高圧ポンプを内燃機関に取り付けるとき、ボルト孔にボルトが挿通される。このとき、ボルト、および、ボルトを締結する工具が電磁駆動部、吐出通路部または供給通路部に干渉するのを避ける必要があるため、電磁駆動部、吐出通路部および供給通路部をボルト孔の軸上に配置することはできない。したがって、電磁駆動部、吐出通路部および供給通路部をハウジングの周方向の特定の箇所を集約して配置することができない。よって、高圧ポンプの内燃機関への取り付け位置の自由度が低下するおそれがある。

本開示の目的は、内燃機関への取り付け位置の自由度が高い高圧ポンプを提供することにある。

[0007] <D>本開示は、内燃機関に取り付けられ、燃料を加圧し内燃機関に吐出供給する高圧ポンプであって、加圧室形成部とプランジャとハウジングと弁部材と電磁駆動部と吐出通路部と被固定部とを備えている。加圧室形成部は、燃料が加圧される加圧室を形成する筒状内周壁を有している。プランジャは、一端が加圧室に位置するよう筒状内周壁の内側に設けられ、軸方向に移動することで加圧室内の燃料を加圧可能である。ハウジングは、少なくとも一部が加圧室の径方向外側に位置する筒状のハウジング外周壁を有している。弁部材は、開弁または閉弁することで加圧室に吸入される燃料の流れを許容または規制可能である。

[0008] 電磁駆動部は、ハウジング外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられ、弁部材の開弁および閉弁を制御可能である。吐出通路部は、ハウジング外

周壁から径方向外側へ突出するよう設けられ、加圧室で加圧され内燃機関に吐出される燃料が流れる。被固定部は、ハウジングに接続するよう設けられ、ボルト孔を有し、ボルト孔に対応して設けられるボルトにより内燃機関に固定される。ボルト孔は、筒状内周壁の軸方向から見たとき、ハウジング外周壁の径方向外側において周方向に2つ以上形成されている。

[0009] 隣り合う2つのボルト孔の軸および筒状内周壁の軸を含む仮想面で高圧ポンプを第1領域と第2領域との2つの領域に分けたとき、電磁駆動部および吐出通路部は、いずれも、第1領域または第2領域のいずれか一方に位置している。そのため、電磁駆動部および吐出通路部をハウジング外周壁の周方向の特定の箇所に集約して配置することができる。これにより、高圧ポンプの内燃機関への取り付け位置の自由度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1実施形態による高圧ポンプを適用した燃料供給システムを示す模式図であり、
[図2]図2は、第1実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、
[図3]図3は、第1実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、
[図4]図4は、図2のⅠⅤ－ⅠⅤ線断面図であり、
[図5]図5は、第1実施形態による高圧ポンプの吸入弁部および電磁駆動部を示す断面図であり、
[図6]図6は、第1実施形態による高圧ポンプの吐出通路部を示す断面図であり、
[図7]図7は、第1実施形態による高圧ポンプのシリンダを示す正面図であり、
、
[図8]図8は、図7を矢印ⅤⅠⅠⅠ方向から見た図であり、
[図9]図9は、第1実施形態による高圧ポンプのシリンダを示す断面図であり、
、

[図10]図10は、第1実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図11]図11は、第1実施形態による高圧ポンプのシート部材を示す図であり、

[図12]図12は、第1実施形態による高圧ポンプのストッパを示す図であり、

[図13]図13は、第1実施形態による高圧ポンプの弁部材を加圧室側から見た図であり、

[図14]図14は、第1実施形態による高圧ポンプの弁部材をシート部材側から見た図であり、

[図15]図15は、図13のX V - X V 線断面図であり、

[図16]図16は、図13を矢印X V I 方向から見た図であり、

[図17]図17は、第1実施形態による高圧ポンプの弁部材の板厚比 t / D とシール面圧および限界圧力との関係を示すグラフであり、

[図18]図18は、図5のX V I I I - X V I I I 線断面図であり、

[図19]図19は、第1実施形態による高圧ポンプのコイルを示す模式的断面図であり、

[図20]図20は、第1比較形態によるコイルを示す模式的断面図であり、

[図21]図21は、第2比較形態によるコイルを示す模式的断面図であり、

[図22]図22は、第1実施形態による高圧ポンプのコイルを示す図であり、

[図23]図23は、図22を矢印X X I I I 方向から見た図であり、

[図24]図24は、第1実施形態による高圧ポンプの巻線形成部の外周壁の展開図および断面図であり、

[図25]図25は、第1実施形態による高圧ポンプの吐出ジョイントを示す断面図であり、

[図26]図26は、図25を矢印X X V I 方向から見た図であり、

[図27]図27は、図25を矢印X X V I I 方向から見た図であり、

[図28]図28は、第1実施形態による高圧ポンプの吐出シート部材を示す断

面図であり、

[図29]図29は、図28を矢印XXI X方向から見た図であり、

[図30]図30は、図28を矢印XXX方向から見た図であり、

[図31]図31は、第1実施形態による高圧ポンプの中間部材を示す断面図であり、

[図32]図32は、図31を矢印XXXII方向から見た図であり、

[図33]図33は、図31を矢印XXXIII方向から見た図であり、

[図34]図34は、第1実施形態による高圧ポンプのリリーフシート部材を示す断面図であり、

[図35]図35は、図34を矢印XXXV方向から見た図であり、

[図36]図36は、図34を矢印XXXVI方向から見た図であり、

[図37]図37は、第1実施形態による高圧ポンプの吐出弁を示す断面図であり、

[図38]図38は、図37を矢印XXXVII方向から見た図であり、

[図39]図39は、図37を矢印XXXIX方向から見た図であり、

[図40]図40は、第1実施形態による高圧ポンプのリリーフ弁を示す図であり、

[図41]図41は、図40を矢印XL方向から見た図であり、

[図42]図42は、図40を矢印XLI方向から見た図であり、

[図43]図43は、第1実施形態による高圧ポンプの吐出弁を付勢するスプリングを示す図であり、

[図44]図44は、図43を矢印XLIV方向から見た図であり、

[図45]図45は、第1実施形態による高圧ポンプのリリーフ弁を付勢するスプリングを示す図であり、

[図46]図46は、図45を矢印XLV方向から見た図であり、

[図47]図47は、第2実施形態による高圧ポンプの弁部材を加圧室側から見た図であり、

[図48]図48は、第2実施形態による高圧ポンプの弁部材をシート部材側か

ら見た図であり、

[図49]図49は、第3実施形態による高圧ポンプの弁部材を加圧室側から見た図であり、

[図50]図50は、第3実施形態による高圧ポンプの弁部材をシート部材側から見た図であり、

[図51]図51は、第4実施形態による高圧ポンプの弁部材を加圧室側から見た図であり、

[図52]図52は、第4実施形態による高圧ポンプの弁部材をシート部材側から見た図であり、

[図53]図53は、第5実施形態による高圧ポンプの吐出通路部を示す断面図であり、

[図54]図54は、第6実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図55]図55は、第7実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図56]図56は、第8実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図57]図57は、第9実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図58]図58は、第10実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図59]図59は、第11実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図60]図60は、第12実施形態による高圧ポンプのシリンダを示す正面図であり、

[図61]図61は、図60を矢印L×I方向から見た図であり、

[図62]図62は、第13実施形態による高圧ポンプの吸入弁部を示す断面図であり、

[図63]図63は、第14実施形態による高圧ポンプのストッパを示す図であり、

[図64]図64は、第15実施形態による高圧ポンプの吸入弁部および電磁駆動部を示す断面図であり、

[図65]図65は、第16実施形態による高圧ポンプの吸入弁部および電磁駆動部を示す断面図であり、

[図66]図66は、第17実施形態による高圧ポンプの吸入弁部および電磁駆動部を示す断面図であり、

[図67]図67は、第18実施形態による高圧ポンプの吸入弁部および電磁駆動部を示す断面図であり、

[図68]図68は、第19実施形態による高圧ポンプの吐出通路部を示す断面図であり、

[図69]図69は、第20実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図70]図70は、第20実施形態による高圧ポンプのシリンダを示す正面図であり、

[図71]図71は、図70を矢印LXXI方向から見た図であり、

[図72]図72は、図69のLXXII-LXXII線断面図であり、

[図73]図73は、比較形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図74]図74は、第21実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図75]図75は、第22実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図76]図76は、第23実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図77]図77は、第24実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図78]図78は、第25実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図79]図79は、第26実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図80]図80は、第27実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図81]図81は、第28実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図82]図82は、図81のLXXXI-LXXXI線断面図であり、

[図83]図83は、第29実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図84]図84は、第30実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図85]図85は、第31実施形態による高圧ポンプのシリンダを示す正面図であり、

[図86]図86は、図85を矢印LXXXV方向から見た図であり、

[図87]図87は、第32実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図88]図88は、第33実施形態による高圧ポンプを示す断面図であり、

[図89]図89は、第34実施形態による高圧ポンプの供給通路部を示す断面図であり、

[図90]図90は、図89を矢印XC方向から見た図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、複数の実施形態による高圧ポンプを図面に基づき説明する。なお、複数の実施形態において実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。また、複数の実施形態において実質的に同一の構成部位は、同一または同様の作用効果を奏する。

[0012] (第1実施形態)

第1実施形態による高圧ポンプを図1、2に示す。

[0013] 本実施形態の高圧ポンプ10は、図示しない車両の内燃機関（以下、「エンジン」という）1に燃料を供給する燃料噴射弁138を有する燃料供給システム9に適用される。高圧ポンプ10は、エンジン1のエンジンヘッド2もしくはクランクシャフトで駆動可能なハウジングに取り付けられる。

[0014] 図1に示すように、車両に搭載された燃料タンク132には、燃料としてのガソリン等が貯留される。燃料ポンプ133は、燃料タンク132内の燃料を汲み上げ吐出する。供給燃料配管7は、燃料ポンプ133と高圧ポンプ10とを接続する。これにより、燃料ポンプ133で汲み上げられ吐出された燃料は、供給燃料配管7を経由して高圧ポンプ10に流入する。

[0015] エンジン1には高圧ポンプ10とともに燃料レール137が設けられる。エンジン1は、例えば4気筒のガソリンエンジンである。燃料レール137は、エンジン1のエンジンヘッド2に設けられる。燃料噴射弁138は、噴

孔がエンジン 1 の燃焼室内に露出するよう設けられる。燃料噴射弁 138 は、エンジン 1 の気筒数に合わせて例えば 4 つ設けられる。燃料レール 137 には、4 つの燃料噴射弁 138 が接続される。

[0016] 高圧ポンプ 10 と燃料レール 137 とは、高圧燃料配管 8 により接続される。供給燃料配管 7 から高圧ポンプ 10 に流入した燃料は、高圧ポンプ 10 で加圧され、高圧燃料配管 8 を経由して燃料レール 137 に供給される。これにより、燃料レール 137 内の燃料は比較的高圧に保たれる。燃料噴射弁 138 は、図示しない制御装置としての ECU からの指令により開閉弁し、燃料レール 137 内の燃料をエンジン 1 の燃焼室内に噴射する。このように、燃料噴射弁 138 は、所謂直噴式（D I）の燃料噴射弁である。

[0017] 供給燃料配管 7 の高圧ポンプ 10 に対し燃料タンク 132 側には、センサ 130 が設けられる。センサ 130 は、供給燃料配管 7 内の燃料の圧力、すなわち、燃圧、および、燃料の温度、すなわち、燃温を検出し、対応する信号を ECU に送信可能である。ECU は、センサ 130 により検出した供給燃料配管 7 内の燃圧および燃温に基づき、燃料ポンプ 133 から吐出する燃料の目標圧力を決定し、目標圧力の燃料が燃料ポンプ 133 から吐出されるよう、燃料ポンプ 133 のモータの作動を制御する。

[0018] 図 2 に示すように、高圧ポンプ 10 は、上ハウジング 21、下ハウジング 22、被固定部 25、シリンダ 23、ホルダ支持部 24、カバー 26、プランジャ 11、吸入弁部 300、電磁駆動部 500、吐出通路部 700 等を備えている。

[0019] 上ハウジング 21、下ハウジング 22、被固定部 25、シリンダ 23、ホルダ支持部 24 は、例えばステンレス等の金属により形成されている。ここで、上ハウジング 21 および下ハウジング 22 は、「ハウジング」に対応している。

[0020] 上ハウジング 21 は、略八角柱状に形成されている。上ハウジング 21 は、八角筒状のハウジング外周壁 270 を有している。ハウジング外周壁 270 は、平面状の平面部 271 を有している。平面部 271 は、ハウジング外

周壁 270 の周方向に 8 つ形成されている（図 4 参照）。

[0021] 上ハウジング 21 は、穴部 211、吸入穴部 212、吸入穴部 213、吐出穴部 214、吐出穴部 215 を有している。穴部 211 は、上ハウジング 21 の中央を上ハウジング 21 の軸に沿って円筒状に貫くよう形成されている。

[0022] 吸入穴部 212 は、上ハウジング 21 のハウジング外周壁 270 の 1 つの平面部 271 から穴部 211 に向かって延びるよう略円筒状に形成されている。吸入穴部 213 は、吸入穴部 212 と穴部 211 とを接続するよう略円筒状に形成されている。吸入穴部 212 と吸入穴部 213 とは同軸に形成されている。また、吸入穴部 212 および吸入穴部 213 の軸は、穴部 211 の軸と直交する。吸入穴部 213 の内径は、吸入穴部 212 の内径より小さい（図 5 参照）。上ハウジング 21 の吸入穴部 212 および吸入穴部 213 の内側には、吸入通路 216 が形成されている。ここで、上ハウジング 21 は、「吸入通路形成部」に対応している。

[0023] 吐出穴部 214 は、上ハウジング 21 のハウジング外周壁 270 の吸入穴部 212 が形成された平面部 271 とは反対側の平面部 271 から穴部 211 に向かって延びるよう略円筒状に形成されている。吐出穴部 215 は、吐出穴部 214 と穴部 211 とを接続するよう略円筒状に形成されている。吐出穴部 214 と吐出穴部 215 とは同軸に形成されている。また、吐出穴部 214 および吐出穴部 215 の軸は、穴部 211 の軸と直交する。吐出穴部 215 の内径は、吐出穴部 214 の内径より小さい（図 6 参照）。吐出穴部 214 および吐出穴部 215 の内側には、吐出通路 217 が形成されている。ここで、上ハウジング 21 の吐出穴部 214 および吐出穴部 215 は、「吐出通路形成部」に対応している。また、吐出穴部 215 は、吐出穴 233 より小さく、吐出穴部 215 の中心軸は、吐出穴 233 の中心軸に対し鉛直方向下側に配置される。

[0024] また、吸入穴部 212 と吸入穴部 213 と吐出穴部 214 と吐出穴部 215 とは同軸に形成されている。すなわち、吸入穴部 212、吸入穴部 213

、吐出穴部 214、吐出穴部 215 は、同一平面上に軸がある（図 2～4 参照）。

[0025] 上ハウジング 21 の下方には、ハウジング凹部 210 が形成されている。ハウジング凹部 210 は、上ハウジング 21 の軸方向の一方の端面から略円筒状に凹むよう形成されている。

[0026] 下ハウジング 22 は、略円板状に形成されている。下ハウジング 22 は、穴部 221、穴部 222 を有している。下ハウジング 22 の上方には、ハウジング凸部 220 が形成されている。ハウジング凸部 220 は、下ハウジング 22 の一方の面の中央から略円柱状に突出するよう形成されている。

[0027] 穴部 221 は、下ハウジング 22 およびハウジング凸部 220 の中央を板厚方向に略円筒状に貫くよう形成されている。なお、穴部 221 の内径は、穴部 211 の内径よりやや大きい。穴部 222 は、下ハウジング 22 の一方の面のハウジング凸部 220 の径方向外側の部位と他方の面とを接続するよう穴部 221 の径方向外側に 1 つ形成されている。

[0028] 下ハウジング 22 は、ハウジング凸部 220 がハウジング凹部 210 に嵌合するよう上ハウジング 21 と一体に設けられている。ハウジング凸部 220 の外径は、ハウジング凹部 210 の内径より大きい。そのため、上ハウジング 21 と下ハウジング 22 とは、ハウジング凸部 220 がハウジング凹部 210 に圧入されることにより固定されている。ここで、上ハウジング 21 と下ハウジング 22 とは、上ハウジング 21 の下ハウジング 22 側の面と下ハウジング 22 の上ハウジング 21 側の面（図 2 に示す当接部 203）において軸方向で当接している。

[0029] 上ハウジング 21 の下ハウジング 22 側の面の外縁部には、穴部 222 の上ハウジング 21 側の開口を塞がないよう、逃がし部 218 がテーパ面で形成され、当接部 203 と逃がし部 218 を両立させている。

[0030] 被固定部 25 は、下ハウジング 22 の外縁部から径方向外側へ板状に延びるようにして下ハウジング 22 と一体に形成されている。つまり、被固定部 25 は、下ハウジング 22 および上ハウジング 21 に接続している。本実施

形態では、被固定部 25 は、下ハウジング 22 の周方向に等間隔で 2 つ形成されている。2 つの被固定部 25 は、それぞれ、1 つのボルト孔 250 を有している。ボルト孔 250 は、被固定部 25 を板厚方向に貫くよう略円筒状に形成されている。

[0031] 高圧ポンプ 10 がエンジン 1 に取り付けられるとき、被固定部 25 は、ボルト孔 250 に対応して設けられるボルト 100 によりエンジン 1 のエンジンヘッド 2 に固定される（図 2 参照）。ボルト 100 は、軸部 101、頭部 102 を有している。軸部 101 は、略円柱状に形成されている。軸部 101 の外径は、ボルト孔 250 の内径よりやや小さい。

[0032] 頭部 102 は、軸部 101 の一方の端部に接続するよう軸部 101 と一体に形成されている。頭部 102 の外径は、軸部 101 の外径より大きい。高圧ポンプ 10 がエンジン 1 に取り付けられるとき、ボルト 100 は、軸部 101 が被固定部 25 のボルト孔 250 に挿通され、エンジンヘッド 2 の固定穴部 120 にねじ結合される。このとき、ボルト 100 の頭部 102 から被固定部 25 に対しエンジンヘッド 2 側への軸力が作用する。なお、ボルト 100 を締め付けた際に、下ハウジング 22 をエンジンヘッド 2 に確実に密着させるため、少なくともボルト 100 の頭部 102 周辺の平面度が適切に確保されている。

[0033] シリンダ 23 は、シリンダ穴部 231 を有している。シリンダ穴部 231 は、円柱状の部材の一方の端面から他方の端面側へ延びるよう略円筒状に形成されている。すなわち、シリンダ 23 は、筒部、および、筒部の一端を塞ぐ底部を有する有底筒状に形成されている。シリンダ穴部 231 の内周壁である筒状内周壁 230 は、略円筒状に形成されている。筒状内周壁 230 は、摺動面 230a、拡径面 230b 等を有している。摺動面 230a は、筒状内周壁 230 の開口側において円筒状に形成されている。拡径面 230b は、摺動面 230a に対し筒状内周壁 230 の開口とは反対側において円筒状に形成されている。摺動面 230a と拡径面 230b とは同軸に形成されている。拡径面 230b の径は、摺動面 230a の径より大きい。

[0034] シリンダ２３の外径は、上ハウジング２１の穴部２１１の内径よりやや大きい。シリンダ２３は、下ハウジング２２の穴部２２１を通り、上ハウジング２１の穴部２１１に底部側の外周壁が嵌合するよう上ハウジング２１および下ハウジング２２と一体に設けられている。シリンダ２３は、吸入穴２３２、吐出穴２３３を有している。吸入穴２３２は、シリンダ穴部２３１の底部側の端部の拡径面２３０ｂと上ハウジング２１の吸入穴部２１３とを接続するよう形成されている。吐出穴２３３は、シリンダ穴部２３１の底部側の端部の拡径面２３０ｂと上ハウジング２１の吐出穴部２１５とを接続するよう形成されている。すなわち、吸入穴２３２と吐出穴２３３とは、シリンダ穴部２３１の筒状内周壁２３０の軸Ａ×１を挟んで対向するよう形成されている。つまり、吸入穴２３２と吐出穴２３３とは、同一平面上に配置されている（図２～４参照）。

[0035] ホルダ支持部２４は、下ハウジング２２の穴部２２１の径方向外側の部位から上ハウジング２１とは反対側に略円筒状に延びるようにして形成されている。本実施形態では、ホルダ支持部２４は、下ハウジング２２と一体に形成されている。ホルダ支持部２４は、シリンダ２３の一端の径方向外側においてシリンダ２３と同軸になるよう形成されている。高圧ポンプ１０がエンジン１に取り付けられるとき、ホルダ支持部２４は、エンジンヘッド２に形成された取付穴部３に挿入される（図２参照）。

[0036] プランジャ１１は、例えばステンレス等の金属により略円柱状に形成されている。プランジャ１１は、大径部１１１、小径部１１２を有している。小径部１１２は、外径が大径部１１１の外径より小さい。プランジャ１１は、大径部１１１側がシリンダ２３のシリンダ穴部２３１に挿入されるようにして設けられている。シリンダ穴部２３１の底壁および筒状内周壁２３０の拡径面２３０ｂとプランジャ１１の大径部１１１側の端部との間に加圧室２００が形成されている。すなわち、シリンダ２３は、加圧室２００を形成している。また、シリンダ２３は、加圧室２００を形成する筒状の筒状内周壁２３０を有している。ここで、シリンダ２３は、「加圧室形成部」に対応して

いる。加圧室２００は、吸入穴２３２および吐出穴２３３に接続している。

[0037] プランジャ１１の外径は、シリンダ２３の内径、すなわち、シリンダ穴部２３１の内径よりやや小さく形成されている。そのため、プランジャ１１は、大径部１１１の外周壁がシリンダ穴部２３１の筒状内周壁２３０の摺動面２３０ａと摺動しつつ、シリンダ穴部２３１内を軸方向に往復移動可能である。プランジャ１１がシリンダ穴部２３１内を往復移動するとき、加圧室２００の容積が増減する。このように、プランジャ１１は、一端が加圧室２００に位置するよう筒状内周壁２３０の内側において軸方向に往復移動可能に設けられている。

[0038] 本実施形態では、ホルダ支持部２４の内側にシールホルダ１４が設けられている。シールホルダ１４は、例えばステンレス等の金属により筒状に形成されている。シールホルダ１４は、外壁がホルダ支持部２４の内壁に嵌合するよう設けられている。シリンダ２３とシールホルダ１４との間に中間筒部材２４１が設けられている。中間筒部材２４１は、略円筒状に形成され、シリンダ２３と同軸に設けられている。中間筒部材２４１の内径は、シリンダ穴部２３１の内径より大きい。また、中間筒部材２４１には、内周壁と外周壁とを接続する穴部２４２が形成されている。穴部２４２は、中間筒部材２４１の周方向に複数形成されている。

[0039] シールホルダ１４は、内壁と中間筒部材２４１のシリンダ２３とは反対側の端面とプランジャ１１の小径部１１２の外周壁との間に略円筒状の空間を形成するよう設けられている。当該空間には、環状のシール１４１が設けられている。シール１４１は、径内側のフッ素樹脂製のリングと径外側のゴム製のリングとからなる。シール１４１により、プランジャ１１の小径部１１２周囲の燃料油膜の厚さが調整され、エンジン１への燃料のリークが抑制される。また、シールホルダ１４のシリンダ２３とは反対側の端部には、オイルシール１４２が設けられている。オイルシール１４２により、プランジャ１１の小径部１１２の周囲のオイル油膜の厚さが調整され、オイルのリークが抑制される。なお、プランジャ１１の大径部１１１と小径部１１２との間

の段差面と中間筒部材 2 4 1 およびシール 1 4 1 との間には、プランジャ 1 1 の往復移動時に容積が変化する可変容積室 2 0 1 が形成されている。

[0040] ここで、下ハウジング 2 2 とシリンダ 2 3 の外周壁とホルダ支持部 2 4 の内周壁とシールホルダ 1 4 との間に環状の空間である環状空間 2 0 2 が形成されている。環状空間 2 0 2 は、下ハウジング 2 2 の穴部 2 2 2 に接続している。また、環状空間 2 0 2 は、シールホルダ 1 4 の内周壁とシリンダ 2 3 の外周壁および中間筒部材 2 4 1 の外周壁との間の円筒状の空間、ならびに、穴部 2 4 2 を経由して可変容積室 2 0 1 に接続している。

[0041] プランジャ 1 1 の小径部 1 1 2 の大径部 1 1 1 とは反対側の端部には、略円板状のスプリングシート 1 2 が設けられている。シールホルダ 1 4 とスプリングシート 1 2 との間には、スプリング 1 3 が設けられている。スプリング 1 3 は、例えばコイルスプリングであり、一端がスプリングシート 1 2 に当接し、他端がスペーサ 1 4 0 を介してシールホルダ 1 4 に当接するよう設けられている。シールホルダ 1 4 は溶接可能な材料であるため硬度が比較的 low、比較的硬度の高いスペーサ 1 4 0 を介することで、シールホルダ 1 4 の摩耗を抑制する。スプリング 1 3 は、スプリングシート 1 2 を経由してプランジャ 1 1 を加圧室 2 0 0 とは反対側に付勢している。高圧ポンプ 1 0 は、エンジン 1 のエンジンヘッド 2 に取り付けられるとき、プランジャ 1 1 の小径部 1 1 2 の大径部 1 1 1 とは反対側の端部にリフタ 5 が取り付けられる。

[0042] 高圧ポンプ 1 0 がエンジン 1 に取り付けられたとき、リフタ 5 は、エンジン 1 の駆動軸に連動して回転するカム軸のカム 4 に当接する。これにより、エンジン 1 が回転しているとき、カム 4 の回転により、プランジャ 1 1 が軸方向に往復移動する。このとき、加圧室 2 0 0 および可変容積室 2 0 1 の容積は、それぞれ周期的に変化する。

[0043] 図 2 に示すように、プランジャ 1 1 が下死点にあるとき、プランジャ 1 1 の大径部 1 1 1 の外周壁の小径部 1 1 2 とは反対側の端部は、摺動面 2 3 0 a の拡径面 2 3 0 b 側の端部に対し拡径面 2 3 0 b 側に位置している。また

、このとき、プランジャ１１の大径部１１１の外周壁の小径部１１２側の端部は、摺動面２３０ａの拡張面２３０ｂとは反対側の端部に対し拡張面２３０ｂとは反対側に位置している。

[0044] 図３に示すように、プランジャ１１が上死点にあるとき、プランジャ１１の大径部１１１の外周壁の小径部１１２とは反対側の端部は、摺動面２３０ａの拡張面２３０ｂ側の端部に対し拡張面２３０ｂ側に位置している。また、このとき、プランジャ１１の大径部１１１の外周壁の小径部１１２側の端部は、摺動面２３０ａの拡張面２３０ｂとは反対側の端部に対し拡張面２３０ｂとは反対側に位置している。

[0045] 上述のように、プランジャ１１が下死点から上死点までのどの位置にあっても、プランジャ１１の大径部１１１の外周壁の小径部１１２とは反対側の端部は、摺動面２３０ａの拡張面２３０ｂ側の端部に対し拡張面２３０ｂ側に位置し、プランジャ１１の大径部１１１の外周壁の小径部１１２側の端部は、摺動面２３０ａの拡張面２３０ｂとは反対側の端部に対し拡張面２３０ｂとは反対側に位置している。

[0046] カバー２６は、例えばステンレス等の金属により形成されている。カバー２６は、カバー筒部２６１、カバー底部２６２等を有している。カバー筒部２６１は、略八角筒状に形成されている。カバー筒部２６１は、八角筒状のカバー外周壁２８０を有している。カバー外周壁２８０は、平面状の平面部２８１を有している。平面部２８１は、カバー外周壁２８０の周方向に８つ形成されている。

[0047] カバー底部２６２は、カバー筒部２６１の一端を塞ぐようカバー筒部２６１と一体に形成されている。すなわち、カバー２６は、有底筒状に形成されている。なお、本実施形態では、カバー２６は、例えば板状の部材をプレス加工することにより形成されている。そのため、カバー２６は、肉厚が比較的小さい。なお、カバー２６は、高圧室を形成しないため、肉厚を小さくできる。

[0048] カバー２６は、カバー穴部２６５、カバー穴部２６６、カバー穴部２６７

を有している。カバー穴部２６５は、カバー底部２６２の中央を板厚方向に貫くよう略円筒状に形成されている。カバー穴部２６６、カバー穴部２６７は、それぞれ、カバー筒部２６１の内周壁と外周壁すなわちカバー外周壁２８０の平面部２８１とを接続するよう略円筒状に形成されている。カバー穴部２６６とカバー穴部２６７とは、カバー筒部２６１の軸を挟んで対向するよう略同軸に形成されている。

[0049] カバー２６は、内側に上ハウジング２１を収容し、カバー筒部２６１のカバー底部２６２とは反対側の端部が、下ハウジング２２の上ハウジング２１側の面に当接するよう設けられている。カバー２６は、上ハウジング２１、下ハウジング２２、シリンダ２３との間に燃料室２６０を形成している。ここで、カバー筒部２６１の端部と下ハウジング２２とは、例えば溶接により周方向の全域に亘り接合されている。これにより、カバー筒部２６１と下ハウジング２２との間は、液密に保たれている。また、カバー２６は、カバー穴部２６６と上ハウジング２１の吸入穴部２１２とが対応し、カバー穴部２６７と上ハウジング２１の吐出穴部２１４とが対応するよう設けられている。カバー２６の頭頂部、すなわち、カバー底部２６２から作動音が放射されるため、カバー底部２６２の剛性を高くすることが望ましい。本実施形態では、カバー底部２６２の形状をドーム形状とすることにより、カバー底部２６２の剛性を高くしているが、カバー底部２６２を平面状に形成し、リブ等を設けることにより剛性を高くしてもよい。

[0050] このように、カバー２６は、シリンダ２３、上ハウジング２１および下ハウジング２２の少なくとも一部を覆い、シリンダ２３、上ハウジング２１および下ハウジング２２との間に燃料室２６０を形成している。なお、燃料室２６０は、カバー筒部２６１の内周壁とハウジング外周壁２７０との間に亘り略八角筒状に形成されている。

[0051] カバー２６には、供給通路部２９が設けられている。供給通路部２９は、筒状に形成され、一端がカバー底部２６２のカバー穴部２６５の周囲の外壁に接続するよう設けられている。供給通路部２９は、内側の空間が、カバー

穴部 265 を経由して燃料室 260 に連通するよう設けられている。ここで、供給通路部 29 とカバー底部 262 とは、供給通路部 29 の周方向の全域に亘り溶接されている。供給通路部 29 の他端には、供給燃料配管 7 が接続される。これにより、燃料ポンプ 133 から吐出される燃料は、供給燃料配管 7、供給通路部 29 を経由して燃料室 260 に流入する。

[0052] 図 5 に示すように、吸入弁部 300 は、上ハウジング 21 の吸入穴部 212、吸入穴部 213 の内側、すなわち、吸入通路 216 に設けられている。吸入弁部 300 は、シート部材 31、ストッパ 35、弁部材 40、スプリング 39 等を有している。

[0053] シート部材 31 は、例えばステンレス等の金属により略円板状に形成されている。シート部材 31 は、吸入穴部 212 の内側において吸入穴部 212 と略同軸となるよう吸入通路 216 に設けられている。ここで、シート部材 31 の外周壁は、吸入穴部 212 の内周壁に圧入されている。

[0054] シート部材 31 は、連通路 32、連通路 33、弁座 310 を有している。連通路 32 は、シート部材 31 の中央においてシート部材 31 の一方の面と他方の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。ここで、連通路 32 は、シート部材 31 と略同軸となるよう形成されている。

[0055] 連通路 33 は、連通路 32 の径方向外側においてシート部材 31 の一方の面と他方の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。連通路 33 は、シート部材 31 の周方向に複数形成されている。本実施形態では、連通路 33 は、例えば 12 個が等間隔に形成されている。連通路 33 が等間隔に形成されているため、燃料流れが均一になり、後述する弁部材 40 の挙動が安定する。なお、連通路 33 は、シート部材 31 の軸を中心とする仮想円上に配置されている。

[0056] 弁座 310 は、シート部材 31 の加圧室 200 側の面において、連通路 32、および、複数の連通路 33 それぞれの周囲に環状に形成されている。すなわち、弁座 310 は、シート部材 31 の加圧室 200 側の面において、複数形成されている。

- [0057] ストップパ３５は、例えばステンレス等の金属により形成されている。ストップパ３５は、吸入通路２１６においてシート部材３１に対し加圧室２００側に設けられている。ストップパ３５は、ストップパ小径部３６、ストップパ大径部３７、ストップパ凹部３５１、ストップパ凹部３５２、ストップパ凸部３５３、連通穴３８等を有している。
- [0058] ストップパ小径部３６は、略円柱状に形成されている。ストップパ小径部３６の外径は、吸入穴部２１３の内径よりやや小さい。ストップパ大径部３７は、略円柱状に形成されている。ストップパ大径部３７の外径は、ストップパ小径部３６の外径より大きく、吸入穴部２１２の内径よりやや小さい。ストップパ大径部３７は、ストップパ小径部３６の加圧室２００とは反対側においてストップパ小径部３６と同軸となるようストップパ小径部３６と一体に形成されている。
- [0059] ストップパ３５は、ストップパ小径部３６が吸入穴部２１３の内側に位置し、ストップパ大径部３７が吸入穴部２１２の内側に位置するよう吸入通路２１６に設けられている。すなわち、ストップパ３５は、吸入穴部２１２および吸入穴部２１３の内側において吸入穴部２１２および吸入穴部２１３と略同軸となるよう吸入通路２１６に設けられている。
- [0060] ここで、ストップパ小径部３６とストップパ大径部３７との間の環状の段差面は、吸入穴部２１２と吸入穴部２１３との間の環状の段差面に当接している。これにより、ストップパ３５は、加圧室２００側への移動が規制されている。
- [0061] また、ストップパ３５のストップパ大径部３７の加圧室２００とは反対側の面は、シート部材３１の加圧室２００側の面に当接している。これにより、ストップパ３５は、加圧室２００とは反対側への移動が規制されている。
- [0062] ストップパ凹部３５１は、ストップパ大径部３７のシート部材３１側の面から加圧室２００側へ略円筒状に凹むよう形成されている。ここで、ストップパ凹部３５１は、ストップパ大径部３７と略同軸となるよう形成されている。ストップパ凹部３５１の内径は、ストップパ大径部３７の外径より小さく、ストップパ

小径部 3 6 の外径より大きい。

- [0063] ストップ凹部 3 5 2 は、ストップ凹部 3 5 1 の底面から加圧室 2 0 0 側へ略円筒状に凹むよう形成されている。ここで、ストップ凹部 3 5 2 は、ストップ凹部 3 5 1 と略同軸となるよう形成されている。ストップ凹部 3 5 2 の内径は、ストップ凹部 3 5 1 の内径およびストップ小径部 3 6 の外径より小さい。
- [0064] ストップ凸部 3 5 3 は、ストップ凹部 3 5 2 の底面の中央からシート部材 3 1 側へ略円柱状に突出するよう形成されている。ここで、ストップ凸部 3 5 3 は、ストップ凹部 3 5 2 と略同軸となるよう形成されている。また、ストップ凸部 3 5 3 のシート部材 3 1 側の端面は、ストップ凹部 3 5 1 の底面よりもシート部材 3 1 側に位置している。
- [0065] 連通穴 3 8 は、ストップ凸部 3 5 3 の径方向外側においてストップ凹部 3 5 2 の底面とストップ小径部 3 6 の加圧室 2 0 0 側の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。連通穴 3 8 は、ストップ小径部 3 6 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、連通穴 3 8 は、例えば 4 個形成されている。なお、連通穴 3 8 は、ストップ小径部 3 6 の軸を中心とする仮想円上に配置されている。
- [0066] シート部材 3 1 の連通路 3 2、連通路 3 3、ストップ 3 5 のストップ凹部 3 5 1、ストップ凹部 3 5 2、連通穴 3 8 には吸入通路 2 1 6 が形成されている。そのため、燃料室 2 6 0 の燃料は、連通路 3 2、連通路 3 3、ストップ凹部 3 5 1、ストップ凹部 3 5 2、連通穴 3 8 に形成された吸入通路 2 1 6、および、吸入穴 2 3 2 を経由して加圧室 2 0 0 に流入可能である。
- [0067] 弁部材 4 0 は、ストップ凹部 3 5 1 の内側、すなわち、シート部材 3 1 の加圧室 2 0 0 側に設けられている。弁部材 4 0 は、バルブ本体 4 1、テーパ部 4 2、ガイド部 4 3、連通孔 4 4 を有している。バルブ本体 4 1、テーパ部 4 2、ガイド部 4 3 は、例えばステンレス等の金属により一体に形成されている。バルブ本体 4 1 は、略円板状に形成されている。
- [0068] テーパ部 4 2 は、バルブ本体 4 1 の径方向外側においてバルブ本体 4 1 と

一体に略円環状に形成されている。テーパ部42は、加圧室200側の面がシート部材31側から加圧室200側へ向かうに従いバルブ本体41の軸A×2に近づくようテーパ状に形成されている。

[0069] ガイド部43は、テーパ部42を周方向において複数に分断するようバルブ本体41から径方向外側に突出し、バルブ本体41およびテーパ部42と一体に形成されている。本実施形態では、ガイド部43は、テーパ部42を周方向において、例えば3つに分断するようバルブ本体41の周方向に等間隔で3つ形成されている。ここで、ガイド部43のバルブ本体41とは反対側の端部は、テーパ部42の外縁部よりも径方向外側に位置している。ガイド部43は、バルブ本体41とは反対側の端部がストッパ凹部351の内周壁と摺動することで弁部材40の軸方向の移動を案内可能である。

[0070] 連通孔44は、バルブ本体41の一方の面と他方の面とを連通するよう形成されている。連通孔44は、バルブ本体41の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、連通孔44は、例えば9個形成されている。連通孔44は、バルブ本体41の軸A×2を中心とする仮想円上に配置されている。

[0071] 弁部材40のバルブ本体41およびガイド部43における板厚は、シート部材31の加圧室200側の面とストッパ凸部353のシート部材31側の端面との距離より小さい。

弁部材40は、シート部材31側の面がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、複数の弁座310に当接可能であり、ストッパ35側の面の中央がストッパ凸部353のシート部材31側の端面に当接可能である。

[0072] 弁部材40は、バルブ本体41およびガイド部43における板厚と、シート部材31の加圧室200側の面とストッパ凸部353のシート部材31側の端面との距離との差分の範囲で軸方向に往復移動可能である。

弁部材40は、シート部材31側の面がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、複数の弁座310から離間すると開弁し連通路32、連通路33における燃料の流れを許容し、シート部材31側の面が複数の弁座3

１０に当接すると閉弁し連通路３３における燃料の流れを規制可能である。このように、弁部材４０は、複数の弁座３１０に当接するマルチシートタイプの弁体である。

[0073] 弁部材４０が開弁すると、連通路３２および連通路３３と連通孔４４およびストッパ凹部３５１との間の燃料の流れが許容され、燃料室２６０側の燃料は、連通路３２、連通路３３、連通孔４４、ストッパ凹部３５１、ストッパ凹部３５２、連通穴３８、吸入穴２３２を経由して加圧室２００側に流れることができる。また、加圧室２００側の燃料は、吸入穴２３２、連通穴３８、ストッパ凹部３５２、ストッパ凹部３５１、連通孔４４、連通路３３、連通路３２を経由して燃料室２６０側に流れることができる。このとき、燃料は、弁部材４０の連通孔４４、および、弁部材４０の周囲を流れる。

[0074] 弁部材４０が閉弁すると、連通路３２および連通路３３と連通孔４４およびストッパ凹部３５１との間の燃料の流れが規制され、燃料室２６０側の燃料は、連通路３２、連通路３３、連通孔４４、ストッパ凹部３５１、ストッパ凹部３５２、連通穴３８、吸入穴２３２を経由して加圧室２００側に流れることが規制される。また、加圧室２００側の燃料は、吸入穴２３２、連通穴３８、ストッパ凹部３５２、ストッパ凹部３５１、連通孔４４、連通路３３、連通路３２を経由して燃料室２６０側に流れることが規制される。

[0075] スプリング３９は、例えばコイルスプリングであり、ストッパ凸部３５３の径方向外側に設けられている。スプリング３９は、一端がストッパ凹部３５２の底面に当接し、他端が弁部材４０の加圧室２００側の面に当接している。スプリング３９は、弁部材４０をシート部材３１側に付勢している。

[0076] 図５に示すように、電磁駆動部５００は、上ハウジング２１の吸入穴部２１２からカバー２６のカバー穴部２６６を経由してカバー外周壁２８０の径方向外側へ突出するよう設けられている。

[0077] 電磁駆動部５００は、筒部材５１、ガイド部材５２、ニードル５３、付勢部材としてのスプリング５４、可動コア５５、磁気絞り部５６、固定コア５７、コイル６０、ヨーク６４１、ヨーク６４５、コネクタ６５等を有してい

る。

[0078] 筒部材 5 1 は、第 1 筒部 5 1 1、第 2 筒部 5 1 2、第 3 筒部 5 1 3 を有している。第 1 筒部 5 1 1、第 2 筒部 5 1 2、第 3 筒部 5 1 3 は、例えば磁性材料により形成されている。第 1 筒部 5 1 1 は、略円筒状に形成されている。

[0079] 第 2 筒部 5 1 2 は、筒状に形成されている。第 2 筒部 5 1 2 は、端部が第 1 筒部 5 1 1 の端部に接続するよう第 1 筒部 5 1 1 と略同軸かつ一体に形成されている。第 2 筒部 5 1 2 の最大外径は、第 1 筒部 5 1 1 の第 2 筒部 5 1 2 側の端部の外径より小さい。

[0080] 第 3 筒部 5 1 3 は、略円筒状に形成されている。第 3 筒部 5 1 3 は、端部が第 2 筒部 5 1 2 の第 1 筒部 5 1 1 とは反対側の端部に接続するよう第 2 筒部 5 1 2 と略同軸かつ一体に形成されている。第 3 筒部 5 1 3 の外径は、第 2 筒部 5 1 2 の最大外径より小さい。

[0081] 第 1 筒部 5 1 1 の第 2 筒部 5 1 2 とは反対側の端部の外周壁には、ねじ山が形成されている。上ハウジング 2 1 の吸入穴部 2 1 2 の吸入穴部 2 1 3 とは反対側の端部の内周壁には、第 1 筒部 5 1 1 のねじ山に対応するねじ溝が形成されている。

[0082] 筒部材 5 1 は、第 1 筒部 5 1 1 のねじ山が上ハウジング 2 1 のねじ溝にねじ結合するよう設けられている。ここで、筒部材 5 1 の第 1 筒部 5 1 1 の加圧室 2 0 0 側の端面は、シート部材 3 1 およびストッパ 3 5 を加圧室 2 0 0 側へ付勢している。そのため、シート部材 3 1 とストッパ 3 5 とは互いに当接しており、軸方向の移動が規制されている。また、ストッパ小径部 3 6 とストッパ大径部 3 7 との間の段差面は、吸入穴部 2 1 3 と吸入穴部 2 1 2 との間の段差面に押し付けられている。そのため、吸入穴部 2 1 3 と吸入穴部 2 1 2 との間の段差面には、ストッパ小径部 3 6 とストッパ大径部 3 7 との間の段差面から加圧室 2 0 0 側へ向かう軸力が作用している。

[0083] なお、第 2 筒部 5 1 2 の外周壁は、例えば六角筒状のように平面を有した筒状に形成されている。そのため、筒部材 5 1 を上ハウジング 2 1 の吸入穴

部 2 1 2 にねじ結合するとき、第 2 筒部 5 1 2 の外周壁に対応する工具を用いれば、筒部材 5 1 を吸入穴部 2 1 2 に比較的容易にねじ結合することができる。

[0084] 筒部材 5 1 は、第 1 筒部 5 1 1 がカバー 2 6 のカバー穴部 2 6 6 の内側に位置している。そのため、第 1 筒部 5 1 1 の加圧室 2 0 0 側の端部がカバー筒部 2 6 1 の内側に位置し、第 1 筒部 5 1 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端部、第 2 筒部 5 1 2、第 3 筒部 5 1 3 がカバー筒部 2 6 1 の外側に位置している。なお、筒部材 5 1 は、軸がシリンダ 2 3 の筒状内周壁 2 3 0 の軸 A × 1 に直交するよう設けられている。

[0085] 筒部材 5 1 の加圧室 2 0 0 側の部位の内径は、加圧室 2 0 0 とは反対側の部位の内径より大きい。筒部材 5 1 の内側には、加圧室 2 0 0 側を向く略円環状の段差面 5 1 4 が形成されている。段差面 5 1 4 は、肉厚確保のため、筒部材 5 1 の軸方向において第 1 筒部 5 1 1 と第 2 筒部 5 1 2 との接続部に対しやや加圧室 2 0 0 側に位置している。

[0086] 第 1 筒部 5 1 1 には、内周壁と外周壁とを連通する穴部 5 1 5 が形成されている。穴部 5 1 5 は、第 1 筒部 5 1 1 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、穴部 5 1 5 は、6 つ形成されている。穴部 5 1 5 は、第 1 筒部 5 1 1 の軸方向において概ねハウジング外周壁 2 7 0 とカバー外周壁 2 8 0 との間に位置している。そのため、燃料室 2 6 0 の燃料は、穴部 5 1 5 を経由して第 1 筒部 5 1 1 の内側に流入し、吸入通路 2 1 6 を経由して加圧室 2 0 0 側へ流れることができる。

[0087] 第 1 筒部 5 1 1 の内側の穴部 5 1 5 に対応する位置には、筒状のフィルタ 5 1 0 が設けられている。フィルタ 5 1 0 は、燃料室 2 6 0 から加圧室 2 0 0 側へ流れる燃料に含まれる異物を捕集可能である。フィルタ 5 1 0 は、加圧室 2 0 0 側の端部の外周部が第 1 筒部 5 1 1 の内周壁に圧入され、加圧室 2 0 0 とは反対側の端部がガイド部材 5 2 に当接している。そのため、燃料室 2 6 0 側の燃料は、フィルタ 5 1 0 を通過してのみ吸入通路 2 1 6 に流入する。フィルタ 5 1 0 は、ガイド部材 5 2 に確実に当接させるため、若干潰

して組み付けられている。

[0088] カバー 2 6 の外側において筒部材 5 1 の第 1 筒部 5 1 1 の径方向外側には、溶接リング 5 1 9 が設けられている。溶接リング 5 1 9 は、例えば金属により略円筒状に形成されている。溶接リング 5 1 9 は、加圧室 2 0 0 側の端部が径方向外側に拡がるよう形成され、カバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 のカバー穴部 2 6 6 の周囲に当接している。溶接リング 5 1 9 は、加圧室 2 0 0 側の端部が周方向の全範囲に亘りカバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 に溶接され、加圧室 2 0 0 とは反対側の部位が周方向の全範囲に亘り第 1 筒部 5 1 1 の外周壁に溶接されている。これにより、燃料室 2 6 0 の燃料がカバー穴部 2 6 6 と第 1 筒部 5 1 1 の外周壁との間の隙間を経由してカバー 2 6 の外部に漏れることが抑制されている。なお、高圧作用時の荷重は、筒部材 5 1 のねじで受けるため、溶接リング 5 1 9 には応力が作用しない。

[0089] ガイド部材 5 2 は、第 1 筒部 5 1 1 の内側に設けられている。ガイド部材 5 2 は、例えば金属等により略円柱状に形成されている。ガイド部材 5 2 は、外周壁が第 1 筒部 5 1 1 の内周壁に嵌合し、一方の端面の外縁部が筒部材 5 1 の段差面 5 1 4 に当接するよう第 1 筒部 5 1 1 の内側に固定されている。ここで、第 1 筒部 5 1 1 の内周壁のうちガイド部材 5 2 に対応する部位には、縮径部 5 1 6 が形成されている。縮径部 5 1 6 は、第 1 筒部 5 1 1 の内周壁において径方向内側へ突出するよう形成されている。そのため、第 1 筒部 5 1 1 の内周壁は、縮径部 5 1 6 において内径が小さくなっている。これにより、ガイド部材 5 2 は、縮径部 5 1 6 に圧入される。

[0090] ガイド部材 5 2 は、軸穴 5 2 1、連通穴 5 2 2 を有している。軸穴 5 2 1 は、ガイド部材 5 2 の中央を軸方向に貫くよう形成されている。ここで、軸穴 5 2 1 は、ガイド部材 5 2 と略同軸となるよう形成されている。

[0091] 連通穴 5 2 2 は、軸穴 5 2 1 の径方向外側において加圧室 2 0 0 側の面と加圧室 2 0 0 とは反対側の面とを連通するよう形成されている。連通穴 5 2 2 は、第 1 筒部 5 1 1 の内側の空間のうちガイド部材 5 2 に対し加圧室 2 0 0 側の空間とガイド部材 5 2 に対し加圧室 2 0 0 とは反対側の空間とを連通

している。なお、ガイド部材５２には、加圧室２００側の端面の軸穴５２１の周囲から加圧室２００側へ向かって略円筒状に突出する筒部５２３が形成されている。

[0092] ニードル５３は、筒部材５１の内側に設けられている。ニードル５３は、例えば金属により形成されている。ニードル５３は、ニードル本体５３１、係止部５３２を有している。ニードル本体５３１は、略円柱状に形成されている。係止部５３２は、ニードル本体５３１の外周壁から径方向外側へ略円環状に延びるようニードル本体５３１と一体に形成されている。

[0093] ニードル５３は、ニードル本体５３１がガイド部材５２の軸穴５２１に挿通され、係止部５３２がガイド部材５２に対し加圧室２００側に位置するよう設けられている。ニードル本体５３１の加圧室２００側の端部は、シート部材３１の連通路３２の内側に位置し、弁部材４０の加圧室２００とは反対側の面に当接可能である。ニードル本体５３１の加圧室２００とは反対側の端部は、第３筒部５１３の第２筒部５１２とは反対側の端面に対し加圧室２００とは反対側に位置している。

[0094] ニードル本体５３１の軸穴５２１に対応する部位の外径は、軸穴５２１の内径よりやや小さい。係止部５３２の外径は、軸穴５２１の外径より大きい。ニードル５３は、筒部材５１の内側において軸方向に往復移動可能である。ニードル本体５３１の外周壁は、軸穴５２１と摺動可能である。そのため、ガイド部材５２は、ニードル５３の軸方向の移動を案内可能である。なお、ガイド部材５２の軸穴５２１の端部が変形しないよう、ガイド部材５２の外周端部には、圧入しない逃げ部が形成されている。

[0095] スプリング５４は、例えばコイルスプリングであり、ニードル本体５３１の径方向外側に設けられている。スプリング５４は、一端がガイド部材５２の加圧室２００側の面に当接し、他端が係止部５３２の加圧室２００とは反対側の面に当接している。すなわち、係止部５３２は、スプリング５４の他端に係止している。スプリング５４は、ニードル５３を加圧室２００側に付勢している。また、スプリング５４の付勢力は、スプリング３９の付勢力よ

り大きい。そのため、スプリング５４は、ニードル５３を経由して弁部材４０を加圧室２００側に付勢し、弁部材４０の加圧室２００側の面をストップ凸部３５３に押し付けている。このとき、弁部材４０は、シート部材３１の弁座３１０から離間し開弁している。

[0096] 可動コア５５は、例えば磁性材料により略円柱状に形成されている。可動コア５５は、軸穴５５３、連通穴５５４を有している。軸穴５５３は、可動コア５５の中央を軸方向に貫くよう形成されている。ここで、軸穴５５３は、可動コア５５と略同軸となるよう形成されている。軸穴５５３の内径は、ニードル本体５３１の加圧室２００とは反対側の端部の外径より小さい。

[0097] 可動コア５５は、軸穴５５３の内周壁がニードル本体５３１の加圧室２００とは反対側の端部の外周壁と嵌合するようニードル５３と一体に設けられている。ここで、可動コア５５は、ニードル５３に圧入され、ニードル５３に対し相対移動不能である。また、可動コア５５の加圧室２００とは反対側の端面５５１は、ニードル本体５３１の加圧室２００とは反対側の端面と略同一平面上に位置している。

[0098] 連通穴５５４は、軸穴５５３の径方向外側において加圧室２００とは反対側の端面５５１と加圧室２００側の端面５５２とを連通するよう形成されている。この連通穴５５４により、可動コア５５の往復移動時の流体抵抗を低減させ、高応答による移動を可能としている。また、連通穴５５４により、可動コア５５と固定コア５７との間の空間に燃料を供給することができ、圧力の急激な変化を抑制することで、キャビテーションエロージョンの発生を抑制できる。なお、可動コア５５には、加圧室２００側の端面５５２の軸穴５５３の周囲から加圧室２００側へ向かって略円筒状に突出する筒部が形成されている。

[0099] また、本実施形態では、一体に設けられたニードル５３および可動コア５５の重心は、開弁から閉弁まで常に、ニードル５３の軸上、かつ、ガイド部材５２の内側に位置している。そのため、一体に設けられたニードル５３および可動コア５５の軸方向の移動を安定させることができる。

- [0100] 磁気絞り部 5 6 は、例えば非磁性部材により略円筒状に形成されている。磁気絞り部 5 6 の内径および外径は、第 3 筒部 5 1 3 の内径および外径と略同じである。磁気絞り部 5 6 は、第 3 筒部 5 1 3 と略同軸となるよう筒部材 5 1 に対し加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられている。磁気絞り部 5 6 と第 3 筒部 5 1 3 とは、例えば溶接により接合されている。ここで、可動コア 5 5 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端面 5 5 1 は、磁気絞り部 5 6 の内側に位置している。
- [0101] 固定コア 5 7 は、例えば磁性材料により形成されている。固定コア 5 7 は、固定コア小径部 5 7 3、固定コア大径部 5 7 4 を有している。固定コア小径部 5 7 3 は、略円柱状に形成されている。固定コア小径部 5 7 3 の外径は、磁気絞り部 5 6 の内径よりやや大きい。固定コア小径部 5 7 3 は、磁気絞り部 5 6 に圧入されている。
- [0102] 固定コア大径部 5 7 4 は、略円柱状に形成され、固定コア小径部 5 7 3 と同軸となるよう軸方向の端部が固定コア小径部 5 7 3 の端部に接続され、固定コア小径部 5 7 3 と一体に形成されている。固定コア大径部 5 7 4 の外径は、固定コア小径部 5 7 3 の外径より大きく、磁気絞り部 5 6 の外径と略同じである。
- [0103] 固定コア 5 7 は、固定コア小径部 5 7 3 が磁気絞り部 5 6 の筒部材 5 1 とは反対側の端部の内側に位置するよう筒部材 5 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられている。固定コア 5 7 と磁気絞り部 5 6 とは、例えば溶接により接合されている。ここで、固定コア小径部 5 7 3 と固定コア大径部 5 7 4 との間の環状の段差面は、磁気絞り部 5 6 の筒部材 5 1 とは反対側の端面に当接している。また、固定コア 5 7 の加圧室 2 0 0 側の端面 5 7 1 は、磁気絞り部 5 6 の筒部材 5 1 とは反対側の端面に対し加圧室 2 0 0 側に位置している。また、固定コア 5 7 は、磁気絞り部 5 6 と略同軸となるよう設けられている。スプリング 5 4 がニードル 5 3 を加圧室 2 0 0 側に付勢し弁部材 4 0 が弁座 3 1 0 から離間した状態では、固定コア 5 7 の加圧室 2 0 0 側の端面 5 7 1 と可動コア 5 5 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端面 5 5 1 との間に隙間

が形成される。

[0104] 本実施形態では、筒部材 5 1、ガイド部材 5 2、スプリング 5 4、ニードル 5 3、可動コア 5 5、磁気絞り部 5 6、固定コア 5 7、フィルタ 5 10 は、予め一体に組み付けられて第 1 電磁駆動部 5 0 1 を構成するようサブアセンブリ化されている。

[0105] 具体的には、まず、ガイド部材 5 2 にスプリング 5 4、ニードル 5 3 を組み付け、可動コア 5 5 をニードル 5 3 に圧入する。続いて、磁気絞り部 5 6 を固定コア 5 7 の固定コア小径部 5 7 3 に圧入、溶接し、磁気絞り部 5 6 と筒部材 5 1 とを溶接する。続いて、上述のガイド部材 5 2 を上述の筒部材 5 1 に圧入する。このとき、フィルタ 5 10 の端部がガイド部材 5 2 の加圧室 2 0 0 側の端面に当接するまで、フィルタ 5 10 を第 1 筒部 5 1 1 の内側に圧入する。以上の工程により、第 1 電磁駆動部 5 0 1 のサブアセンブリ化が完了する。

[0106] コイル 6 0 は、スプール 6 1、巻線部 6 2 を有している。スプール 6 1 は、例えば樹脂により略円筒状に形成されている。スプール 6 1 は、筒部材 5 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端部、可動コア 5 5、磁気絞り部 5 6 および固定コア 5 7 の加圧室 2 0 0 側の端部の径方向外側に位置するよう筒部材 5 1 と略同軸に設けられている。スプール 6 1 は、軸方向の少なくとも一部が可動コア 5 5 の径方向外側に位置するよう設けられている。

[0107] 巻線部 6 2 は、巻線 6 2 0 により形成されている。巻線 6 2 0 は、例えば銅等の電気伝導材により線状に形成されている。巻線部 6 2 は、巻線 6 2 0 をスプール 6 1 の外周壁に巻き回すことで略円筒状に形成されている。コイル 6 0 は、巻線部 6 2 の外周面を通る仮想的な 1 つの外側筒状面 6 0 0、および、巻線部 6 2 の内周面を通り互いに径の異なる仮想的な内側筒状面 6 0 1、内側筒状面 6 0 2 を有している。ここで、スプール 6 1 は、「巻線形成部」に対応している。

[0108] 外側筒状面 6 0 0 は、略円筒状に形成されている。内側筒状面 6 0 1 は、略円筒状に形成され、外側筒状面 6 0 0 の加圧室 2 0 0 とは反対側の部位の

内側に位置している。内側筒状面 602 は、略円筒状に形成され、外側筒状面 600 の加圧室 200 側の部位の内側において内側筒状面 601 に対し加圧室 200 側に位置している。内側筒状面 602 の径は、内側筒状面 601 の径より大きい。内側筒状面 601 および内側筒状面 602 は、スプール 61 の外周壁に位置している。すなわち、スプール 61 は、軸方向の加圧室 200 側の部位と加圧室 200 とは反対側の部位とで外径が異なる。

[0109] コイル 60 は、内側筒状面 601 と内側筒状面 602 とを連結する仮想的な連結面 605 を有している。連結面 605 は、スプール 61 の外周壁に位置し、少なくとも一部がスプール 61 の軸に対し垂直となるよう形成されている。このように、巻線 620 は、スプール 61 の外周壁、すなわち、内側筒状面 601、内側筒状面 602、連結面 605 の径方向外側において巻き回され、筒状の巻線部 62 を形成している。

[0110] ヨーク 641、ヨーク 645 は、例えば磁性材料により形成されている。ヨーク 641 は、有底筒状に形成されている。ヨーク 641 の底部の中央には、略円形のヨーク穴部 642 が形成されている。ヨーク 641 は、底部のヨーク穴部 642 における内周壁が第 1 筒部 511 の外周壁に当接、または、吸引力が低下しない程度の微小な隙間を第 1 筒部 511 の外周壁との間に形成し、筒部がコイル 60 の径方向外側に位置するよう設けられている。なお、ヨーク 641 とコイル 60 との間には、樹脂が充填されている。

[0111] ヨーク 645 は、板状に形成され、ヨーク 641 の筒部の底部とは反対側の端部を塞ぐよう設けられている。ここで、ヨーク 645 の加圧室 200 側の端面の外縁部は、ヨーク 641 の筒部に当接している。また、ヨーク 645 の加圧室 200 側の端面の中央は、固定コア 57 の加圧室 200 とは反対側の端面 572 に当接し、端面 572 に溶接されている。

[0112] コネクタ 65 は、ヨーク 641 の筒部の周方向の一部に形成された切欠きから径方向外側へ突出するよう形成されている（図 2 参照）。コネクタ 65 は、端子 651 を有している。端子 651 は、コイル 60 の巻線 620 に電氣的に接続されている。コネクタ 65 には、ハーネス 6 が接続される。これ

により、ハーネス 6 および端子 6 5 1 を経由してコイル 6 0 の巻線部 6 2 に電力が供給される。

[0113] 本実施形態では、コイル 6 0、ヨーク 6 4 1、コネクタ 6 5 は、予め一体に組み付けられて第 2 電磁駆動部 5 0 2 を構成するようサブアセンブリ化されている。

[0114] 具体的には、まず、スプール 6 1 に端子 6 5 1 を圧入する。続いて、スプール 6 1 に巻線 6 2 0 を巻き回し、端子 6 5 1 と巻線 6 2 0 とを溶接、すなわちヒュージングする。続いて、上述のように組み付けたスプール 6 1 等をヨーク 6 4 1 に挿入した状態で、樹脂を充填し、コネクタ 6 5 を形成する。続いて、ヨーク 6 4 5 の外縁部をヨーク 6 4 1 の筒部に溶接する。以上の工程により、第 2 電磁駆動部 5 0 2 のサブアセンブリ化が完了する。

[0115] なお、ヨーク 6 4 1 の内側の樹脂部の加圧室 2 0 0 とは反対側の端面とヨーク 6 4 5 の加圧室 2 0 0 側の端面との間には、隙間が形成される。そのため、ヨーク 6 4 1 とヨーク 6 4 5 との組み付け性が向上する。また、当該隙間は、水等が通過不能な程度に小さく形成される。これにより、ヨーク 6 4 1 内への水等の侵入を抑制し、固定コア 5 7 および筒部材 5 1 等の腐食を抑制できる。

[0116] コイル 6 0 は、ECU からの指令によりハーネス 6 および端子 6 5 1 を経由して通電されると、電磁力を生じる。これにより、磁気絞り部 5 6 を避けて、ヨーク 6 4 1、ヨーク 6 4 5、固定コア 5 7、可動コア 5 5、筒部材 5 1 に磁気回路が形成される。これにより、固定コア 5 7 と可動コア 5 5 との間に吸引力が生じ、可動コア 5 5 は、ニードル 5 3 とともに固定コア 5 7 側に吸引される。そのため、弁部材 4 0 は、スプリング 3 9 の付勢力によりシート部材 3 1 の弁座 3 1 0 側に移動する。その結果、弁部材 4 0 は、弁座 3 1 0 に当接し、閉弁する。このように、電磁駆動部 5 0 0 は、コイル 6 0 に通電されると電磁力を生じ、固定コア 5 7 と可動コア 5 5 との間に吸引力を生じさせ、可動コア 5 5 およびニードル 5 3 を弁部材 4 0 の閉弁方向へ移動させ、弁部材 4 0 を閉弁可能である。

- [0117] このように、コイル60は、巻線部62への通電により固定コア57と可動コア55との間に吸引力を生じさせ、可動コア55およびニードル53を閉弁方向へ移動させることが可能である。なお、可動コア55およびニードル53が閉弁方向に移動すると、ガイド部材52の筒部523がニードル53の係止部532に当接する。これにより、可動コア55およびニードル53は、閉弁方向の移動が規制される。筒部523が係止部532に当接し、可動コア55およびニードル53の閉弁方向の移動が規制されているとき、可動コア55と固定コア57とは離間している。すなわち、本実施形態では、可動コア55およびニードル53が固定コア57側に吸引されても、可動コア55と固定コア57とは当接しない。
- [0118] ガイド部材52の加圧室200とは反対側にダンパ作用を生じさせるため、連通穴522にオリフィスを設けている。ダンパ作用と反対側の負圧により、筒部523と係止部532との衝突時の速度を低減し、NVを低減可能である。
- [0119] コイル60に通電されていないとき、弁部材40は開弁しており、燃料室260は、加圧室200に連通した状態である。このとき、プランジャ11が加圧室200とは反対側に移動すると、加圧室200の容積が増大し、燃料室260内の燃料は、穴部515を経由して第1筒部511の内側へ流れ、燃料が吸入穴232を経由して加圧室200に吸入される。さらに、弁部材40が開弁した状態で、プランジャ11が加圧室200側に移動すると、加圧室200の容積が減少し、加圧室200内の燃料は、吸入穴232を経由して弁部材40側に流れる。
- [0120] プランジャ11が加圧室200側に移動しているとき、コイル60に通電されると、弁部材40が閉弁し、燃料室260と加圧室200との間の燃料の流れが遮断される。弁部材40が閉弁した状態で、プランジャ11が加圧室200側にさらに移動すると、加圧室200の容積がさらに減少し、加圧室200内の燃料が加圧される。
- [0121] このように、プランジャ11が加圧室200側に移動している任意のタイ

ミングで、電磁駆動部500により弁部材40を閉弁することにより、加圧室200で加圧する燃料の量が調整される。本実施形態では、吸入弁部300と電磁駆動部500とは、ノーマリーオープンタイプの弁装置を構成している。

[0122] 本実施形態では、ストッパ35の連通穴38の中心に対しストッパ35の径方向内側において弁部材40に連通孔44が形成されている。これにより、加圧室200からの戻し燃料を弁部材40の内外に分岐させて自閉させないようにしている。なお、弁部材40のシート部材31側のエッジは、面取りされている。これにより、燃料の流れが円滑になり、自閉限界を向上できる。

[0123] また、本実施形態では、燃料噴射弁138が燃料を噴射しないとき、すなわち燃料カット時には、コイル60に通電せず、高圧ポンプ10からの燃料の吐出は0である。この場合において自閉により弁部材40が閉弁しないようスプリング54の荷重を設定している。

[0124] 図5に示すように、コイル60に通電されていないとき、すなわち、コイル60への非通電時、可動コア55の加圧室200とは反対側すなわち固定コア57側の端面551は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面601の軸方向の中心C_i1と外側筒状面600の軸方向の中心C_o1との間に位置している。また、可動コア55の加圧室200側の端面552は、巻線部62の加圧室200側の端面621に対し固定コア57側に位置している。

[0125] なお、本実施形態では、コイル60に通電されて可動コア55が固定コア57に最接近しているときにおいても、可動コア55の固定コア57側の端面551は、中心C_i1と中心C_o1との間に位置している。つまり、可動コア55の固定コア57側の端面551は、コイル60への通電状態にかかわらず、常に中心C_i1と中心C_o1との間に位置している。

[0126] 図6に示すように、吐出通路部700は、上ハウジング21の吐出穴部214からカバー26のカバー穴部267を経由してカバー外周壁280の径

方向外側へ突出するよう設けられている。

[0127] 吐出通路部 700 は、吐出ジョイント 70、吐出シート部材 71、中間部材 81、リリースシート部材 85、吐出弁 75、吐出弁付勢部材としてのスプリング 79、リリース弁 91、リリース弁付勢部材としてのスプリング 99、係止部材 95 を有している。

[0128] 吐出ジョイント 70 は、例えばステンレス等の金属により略円筒状に形成されている。吐出ジョイント 70 の一方の端部から他方の端部側へ所定距離離れた部位の外周壁には、ねじ山が形成されている。上ハウジング 21 の吐出穴部 214 の吐出穴部 215 とは反対側の端部の内周壁には、吐出ジョイント 70 の前記ねじ山に対応するねじ溝が形成されている。吐出ジョイント 70 は、前記ねじ山が上ハウジング 21 の前記ねじ溝にねじ結合するよう設けられている。

[0129] 吐出ジョイント 70 は、カバー 26 のカバー穴部 267 の内側に設けられている。吐出ジョイント 70 は、加圧室 200 側の端部がカバー筒部 261 の内側において吐出穴部 214 の内側、すなわち、吐出通路 217 に位置し、加圧室 200 とは反対側の端部がカバー筒部 261 の外側に位置している。なお、吐出ジョイント 70 は、軸がシリンダ 23 の筒状内周壁 230 の軸 A×1 に直交するよう設けられている。本実施形態では、吐出ジョイント 70 は筒部材 51 と略同軸に設けられている。

[0130] 吐出ジョイント 70 の加圧室 200 側の部位の内径は、加圧室 200 とは反対側の部位の内径より大きい。そのため、吐出ジョイント 70 の内側には、加圧室 200 側を向く略円環状の段差面 701 が形成されている。段差面 701 は、カバー外周壁 280 に対し加圧室 200 とは反対側に位置している。

[0131] 吐出ジョイント 70 は、内側に吐出通路 705 を形成している。吐出通路 705 には、加圧室 200 から吐出された燃料が流れる。ここで、吐出ジョイント 70 は、「吐出通路形成部」に対応している。

[0132] 吐出ジョイント 70 には、内周壁と外周壁とを連通する横穴部 702 が形

成されている。横穴部 702 は、吐出ジョイント 70 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、横穴部 702 は、1 つ形成されている。横穴部 702 は、吐出ジョイント 70 の軸方向においてハウジング外周壁 270 とカバー外周壁 280 との間に位置している。そのため、吐出通路 705 の燃料は、後述するリリーフ弁 91、横穴部 702 を経由して燃料室 260 側へ流れることができる。

[0133] 吐出シート部材 71 は、吐出部材本体 72、吐出孔 73、吐出弁座 74 を有している。吐出部材本体 72 は、例えば金属により略円板状に形成されている。吐出部材本体 72 の外径は、吐出ジョイント 70 の加圧室 200 側の端部の内径よりやや大きい。吐出部材本体 72 は、外周壁が吐出ジョイント 70 の加圧室 200 側の端部の内周壁に圧入されるようにして吐出通路 705 に設けられている。

[0134] 吐出部材本体 72 には、吐出凹部 721、内側突起 722、外側突起 723 が形成されている。吐出凹部 721 は、吐出部材本体 72 の加圧室 200 とは反対側の端面の中央から加圧室 200 側へ略円筒状に凹むようにして形成されている。内側突起 722 は、吐出部材本体 72 の加圧室 200 側の端面から加圧室 200 側へ略円環状に突出するよう形成されている。外側突起 723 は、内側突起 722 の径方向外側において吐出部材本体 72 の加圧室 200 側の端面から加圧室 200 側へ略円環状に突出するよう形成されている。

[0135] 吐出孔 73 は、内側突起 722 の径方向内側における吐出部材本体 72 の加圧室 200 側の端面と吐出凹部 721 の底面とを連通するよう略円筒状に形成されている。吐出弁座 74 は、吐出凹部 721 の底面において吐出孔 73 の周囲に略円環状に形成されている。

[0136] 吐出凹部 721、内側突起 722、外側突起 723、吐出孔 73、吐出弁座 74 は、吐出部材本体 72 と略同軸となるよう形成されている。内側突起 722 および外側突起 723 は、上ハウジング 21 の吐出穴部 214 の底面の吐出穴部 215 の周囲に当接している。

- [0137] 中間部材 8 1 は、中間部材本体 8 2、第 1 流路 8 3 を有している。中間部材本体 8 2 は、例えば金属により略円板状に形成されている。中間部材本体 8 2 は、吐出通路 7 0 5 において吐出シート部材 7 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられている。中間部材本体 8 2 の外径は、吐出ジョイント 7 0 の加圧室 2 0 0 側の端部の内径よりやや小さい。中間部材本体 8 2 は、加圧室 2 0 0 側の端面が吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端面に当接するように、吐出部材本体 7 2 と略同軸に設けられている。
- [0138] 中間部材本体 8 2 には、中間凹部 8 2 1 が形成されている。中間凹部 8 2 1 は、中間部材本体 8 2 の加圧室 2 0 0 側の端面の中央から加圧室 2 0 0 とは反対側へ略円筒状に凹むようにして形成されている。中間凹部 8 2 1 は、中間部材本体 8 2 と略同軸となるよう形成されている。
- [0139] 第 1 流路 8 3 は、中間凹部 8 2 1 の径方向外側において中間部材本体 8 2 の加圧室 2 0 0 側の端面と加圧室 2 0 0 とは反対側の端面とを連通するよう略円筒状に形成されている。第 1 流路 8 3 は、中間部材本体 8 2 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、第 1 流路 8 3 は、例えば 5 つ形成されている。第 1 流路 8 3 は、吐出凹部 7 2 1、吐出孔 7 3、吐出穴部 2 1 5、吐出穴 2 3 3 を経由して加圧室 2 0 0 に連通している。
- [0140] リリースシート部材 8 5 は、リリース部材本体 8 6、リリース孔 8 7、リリース弁座 8 8、第 2 流路 8 9、リリース外周凹部 8 5 1、逃がし横穴 8 5 2、横穴 8 5 3 を有している。リリース部材本体 8 6 は、例えば金属により形成されている。リリース部材本体 8 6 は、リリース部材筒部 8 6 1、リリース部材底部 8 6 2 を有している。
- [0141] リリース部材筒部 8 6 1 は、略円筒状に形成されている。リリース部材底部 8 6 2 は、リリース部材筒部 8 6 1 の一方の端部を塞ぐようにしてリリース部材筒部 8 6 1 と一体に形成されている。すなわち、リリース部材本体 8 6 は、有底筒状に形成されている。
- [0142] リリース部材本体 8 6 は、吐出通路 7 0 5 において中間部材 8 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられている。リリース部材筒部 8 6 1 の外径は、吐

出ジョイント 70 の段差面 701 に対し加圧室 200 側の部位の内径と比べてやや小さい。よって、リリーフ部材本体 86 は、隙間嵌めにて吐出ジョイント 70 の内側に設けられている。リリーフ部材本体 86 は、リリーフ部材筒部 861 の加圧室 200 側の端面が中間部材本体 82 の加圧室 200 とは反対側の端面の外縁部に当接し、リリーフ部材筒部 861 の加圧室 200 とは反対側の端面の外縁部が吐出ジョイント 70 の段差面 701 に当接するよう、中間部材本体 82 と略同軸に設けられている。

[0143] リリーフ孔 87 は、リリーフ部材底部 862 の中央の加圧室 200 側の面と加圧室 200 とは反対側の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。リリーフ弁座 88 は、リリーフ部材底部 862 の加圧室 200 側の面においてリリーフ孔 87 の周囲に環状に形成されている。ここで、リリーフ弁座 88 は、加圧室 200 側から加圧室 200 とは反対側へ向かうに従いリリーフ部材筒部 861 の軸に近づくようテーパ状に形成されている。リリーフ孔 87 およびリリーフ弁座 88 は、リリーフ部材本体 86 と略同軸となるよう形成されている。

[0144] 第 2 流路 89 は、リリーフ部材筒部 861 の加圧室 200 側の端面と加圧室 200 とは反対側の端面とを連通するよう略円筒状に形成されている。第 2 流路 89 は、リリーフ部材筒部 861 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、第 2 流路 89 は、例えば 4 つ形成されている。本実施形態では、中間部材本体 82 の軸方向の長さは、リリーフ部材筒部 861 の軸方向の長さより短い。そのため、第 1 流路 83 の長さは、第 2 流路 89 の長さより短い。

[0145] リリーフ外周凹部 851 は、リリーフ部材筒部 861 の外周壁から径方向内側へ凹むよう略円筒状に形成されている。ここで、リリーフ外周凹部 851 は、吐出ジョイント 70 の横穴部 702 を経由して燃料室 260 に連通している。逃がし横穴 852 は、リリーフ外周凹部 851 とリリーフ部材筒部 861 の内周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。

[0146] 横穴 853 は、逃がし横穴 852 の加圧室 200 側においてリリーフ外周

凹部 851 とリリーフ部材筒部 861 の内周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。これにより、吐出通路 705 のうちリリーフ部材底部 862 に対し加圧室 200 とは反対側の空間は、リリーフ孔 87、逃がし横穴 852、リリーフ外周凹部 851、横穴部 702 を経由して燃料室 260 に連通している。

[0147] 本実施形態では、中間部材 81 に環状溝 800 が形成されている。環状溝 800 は、中間部材本体 82 の加圧室 200 とは反対側の端面、すなわち、中間部材本体 82 のリリーフシート部材 85 と対向する面から加圧室 200 側へ凹むよう略円環状に形成されている。環状溝 800 は、中間部材本体 82 と略同軸に形成されている。また、環状溝 800 は、全ての第 1 流路 83 の加圧室 200 とは反対側の端部と全ての第 2 流路 89 の加圧室 200 側の端部とを接続している。すなわち、第 1 流路 83 と第 2 流路 89 とは、環状溝 800 を経由して互いに連通している。なお、中間部材 81 とリリーフシート部材 85 とが軸回りにどのように相対回転したとしても、第 1 流路 83 と第 2 流路 89 とは、環状溝 800 を経由して互いに連通可能である。

[0148] これにより、加圧室 200 は、吐出穴 233、吐出穴部 215、吐出孔 73、吐出凹部 721、第 1 流路 83、環状溝 800、第 2 流路 89 を経由して、吐出通路 705 のうちリリーフ部材筒部 861 に対し加圧室 200 とは反対側の空間に連通している。

[0149] 環状溝 800 を経由して第 1 流路 83 と第 2 流路 89 との間を燃料が流れるとき、燃料は、環状溝 800 を径方向に流れる。ここで、流路面積を確保するため、環状溝 800 の深さは、第 1 流路 83 の径以上となるよう設定されている。

[0150] 上述したように、吐出ジョイント 70 は、外周壁に形成されたねじ山が上ハウジング 21 のねじ溝にねじ結合するよう設けられている。吐出ジョイント 70 の加圧室 200 側の端部と吐出穴部 214 の底面との間には隙間が形成されている。ここで、吐出ジョイント 70 の段差面 701 は、リリーフシート部材 85、中間部材 81、吐出シート部材 71 を加圧室 200 側へ付勢

している。そのため、リリーフシート部材 8 5 と中間部材 8 1 と吐出シート部材 7 1 とは互いに当接しており、軸方向の移動が規制されている。また、吐出シート部材 7 1 の内側突起 7 2 2 および外側突起 7 2 3 は、吐出穴部 2 1 4 と吐出穴部 2 1 5 との間の段差面、すなわち、吐出穴部 2 1 4 の底面の吐出穴部 2 1 5 の周囲に押し付けられている。そのため、吐出穴部 2 1 4 の底面の吐出穴部 2 1 5 の周囲には、内側突起 7 2 2 および外側突起 7 2 3 から加圧室 2 0 0 側へ向かう軸力が作用している。

[0151] 吐出ジョイント 7 0 には、多角筒面 7 0 3 が形成されている。多角筒面 7 0 3 は、略六角筒状に形成されている。多角筒面 7 0 3 は、吐出ジョイント 7 0 の外周壁の軸方向において概ね段差面 7 0 1 の径方向外側の位置に形成されている。吐出ジョイント 7 0 を上ハウジング 2 1 の吐出穴部 2 1 4 にねじ結合するとき、吐出ジョイント 7 0 の多角筒面 7 0 3 に対応する工具を用いれば、吐出ジョイント 7 0 を吐出穴部 2 1 4 に比較的容易にねじ結合することができる。

[0152] カバー 2 6 の外側において吐出ジョイント 7 0 の径方向外側には、溶接リング 7 0 9 が設けられている。溶接リング 7 0 9 は、例えば金属により略円筒状に形成されている。溶接リング 7 0 9 は、加圧室 2 0 0 側の端部が径方向外側に拡がるよう形成され、カバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 のカバー穴部 2 6 7 の周囲に当接している。溶接リング 7 0 9 は、加圧室 2 0 0 側の端部が周方向の全範囲に亘りカバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 に溶接され、加圧室 2 0 0 とは反対側の部位が周方向の全範囲に亘り吐出ジョイント 7 0 の外周壁に溶接されている。これにより、燃料室 2 6 0 の燃料がカバー穴部 2 6 7 と吐出ジョイント 7 0 の外周壁との間の隙間を経由してカバー 2 6 の外部に漏れることが抑制されている。

[0153] 吐出ジョイント 7 0 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端部には、高圧燃料配管 8 が接続される。これにより、供給燃料配管 7 から高圧ポンプ 1 0 の供給通路部 2 9 を経由して燃料室 2 6 0 に流入した燃料は、加圧室 2 0 0 で加圧され、吐出ジョイント 7 0 の内側の吐出通路 7 0 5 を経由して高圧燃料配管 8

に吐出される。高圧燃料配管 8 に吐出された高圧の燃料は、高圧燃料配管 8 を経由して燃料レール 1 3 7 に供給される。

[0154] 吐出弁 7 5 は、吐出シート部材 7 1 と中間部材 8 1 との間に設けられている。吐出弁 7 5 は、例えば金属により形成されている。吐出弁 7 5 は、吐出弁当接部 7 6、吐出弁摺動部 7 7 を有している。

[0155] 吐出弁当接部 7 6 は、略円板状に形成されている。吐出弁当接部 7 6 の外径は、吐出凹部 7 2 1 の内径より小さく、中間凹部 8 2 1 の内径より大きい。吐出弁当接部 7 6 は、一方の面の外縁部が吐出弁座 7 4 に当接、または、吐出弁座 7 4 から離間可能なよう吐出凹部 7 2 1 の内側に設けられている。

[0156] 吐出弁 7 5 は、吐出弁当接部 7 6 が吐出弁座 7 4 から離間すると開弁し吐出孔 7 3 における燃料の流れを許容し、吐出弁座 7 4 に当接すると閉弁し吐出孔 7 3 における燃料の流れを規制可能である。

[0157] 吐出弁摺動部 7 7 は、吐出弁当接部 7 6 の他方の面から略円筒状に突出するよう吐出弁当接部 7 6 と一体に形成されている。吐出弁摺動部 7 7 は、吐出弁当接部 7 6 と略同軸に形成されている。吐出弁摺動部 7 7 の外径は、中間凹部 8 2 1 の内径よりやや小さい。

[0158] 吐出弁 7 5 は、吐出弁摺動部 7 7 の外周壁が中間凹部 8 2 1 の内周壁と摺動しつつ軸方向に往復移動可能に設けられている。吐出弁摺動部 7 7 の吐出弁当接部 7 6 とは反対側の端部は、中間凹部 8 2 1 の底面の外縁部に当接、または、中間凹部 8 2 1 の底面の外縁部から離間可能である。中間部材 8 1 は、吐出弁 7 5 の吐出弁摺動部 7 7 が中間凹部 8 2 1 の底面に当接したとき、吐出弁 7 5 の開弁方向への移動を規制可能である。

[0159] 吐出弁摺動部 7 7 には、孔部 7 7 1 が形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の内周壁と外周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の周方向に等間隔で複数形成されている。本実施形態では、孔部 7 7 1 は、例えば 4 つ形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の内側の空間と外側の空間とを連通している。そのため、吐出弁 7 5 は、軸方向に円滑に往復移動することができる。また、孔

部 7 7 1 は、吐出弁 7 5 が中間部材 8 1 の中間凹部 8 2 1 の底面に当接している状態であっても、少なくとも一部が中間部材 8 1 の加圧室 2 0 0 側の端面よりも加圧室 2 0 0 側にある。すなわち、往復移動可能な吐出弁 7 5 が吐出シート部材 7 1 と中間部材 8 1 との間のいかなる位置にある場合においても、孔部 7 7 1 は必ず少なくとも一部が中間部材 8 1 の加圧室 2 0 0 側の端面よりも加圧室 2 0 0 側にあり、吐出弁摺動部 7 7 の内側の空間と外側の空間とを連通している。

[0160] スプリング 7 9 は、例えばコイルスプリングであり、吐出弁摺動部 7 7 の内側に設けられている。スプリング 7 9 は、一端が中間凹部 8 2 1 の底面の中央に形成された凹状のばね座に当接し、他端が吐出弁当接部 7 6 の吐出弁摺動部 7 7 側の端面に当接している。スプリング 7 9 は、吐出弁 7 5 を吐出弁座 7 4 側に付勢している。

[0161] 加圧室 2 0 0 内の燃料の圧力が所定値以上に高まると、吐出弁 7 5 は、スプリング 7 9 の付勢力に抗して、高圧燃料配管 8 側に移動する。これにより、吐出弁 7 5 が吐出弁座 7 4 から離間し、開弁する。そのため、吐出シート部材 7 1 に対し加圧室 2 0 0 側の燃料は、吐出孔 7 3、吐出弁座 7 4、吐出凹部 7 2 1、第 1 流路 8 3、環状溝 8 0 0、第 2 流路 8 9 を経由して高圧燃料配管 8 側に吐出される。

[0162] リリーフ弁 9 1 は、リリーフ部材筒部 8 6 1 の内側に設けられている。リリーフ弁 9 1 は、例えば金属により形成されている。リリーフ弁 9 1 は、リリーフ弁当接部 9 2、リリーフ弁摺動部 9 3、リリーフ弁突出部 9 4 を有している。

[0163] リリーフ弁当接部 9 2 は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁当接部 9 2 は、一方の端部の外周壁が、他方から一方に向かうに従い軸に近づくようテーパ状に形成されている。リリーフ弁当接部 9 2 は、一方の端部がリリーフ弁座 8 8 に当接、または、リリーフ弁座 8 8 から離間可能なよう設けられている。

[0164] リリーフ弁 9 1 は、リリーフ弁当接部 9 2 がリリーフ弁座 8 8 から離間す

ると開弁しリリーフ孔 8 7 における燃料の流れを許容し、リリーフ弁座 8 8 に当接すると閉弁しリリーフ孔 8 7 における燃料の流れを規制可能である。

[0165] リリーフ弁摺動部 9 3 は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 は、一端がリリーフ弁当接部 9 2 の他端に接続するようリリーフ弁当接部 9 2 と一体に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 は、リリーフ弁当接部 9 2 と略同軸に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 の外径は、リリーフ部材筒部 8 6 1 の内径よりやや小さい。リリーフ弁摺動部 9 3 は、外周壁がリリーフ部材筒部 8 6 1 の内周壁と摺動可能である。

[0166] リリーフ弁摺動部 9 3 の外周壁とリリーフ部材筒部 8 6 1 の内周壁との間のクリアランスが大き過ぎると、当該クリアランスを通じて燃圧が抜けてリリーフ弁 9 1 が閉じてしまうおそれがある。そこで、本実施形態では、当該クリアランスの大きさを、当該クリアランスを通じて燃圧が抜けない程度に設定している。

[0167] リリーフ弁摺動部 9 3 は、リリーフ弁当接部 9 2 側の端部の外周壁が、リリーフ弁当接部 9 2 とは反対側からリリーフ弁当接部 9 2 側へ向かうに従い軸に近づくようテーパ状に形成されている。なお、リリーフ弁当接部 9 2 がリリーフ弁座 8 8 に当接しているとき、リリーフシート部材 8 5 の逃がし横穴 8 5 2 は、リリーフ弁摺動部 9 3 の外周壁により閉塞されている（図 6 参照）。

[0168] リリーフ弁突出部 9 4 は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁突出部 9 4 は、一端がリリーフ弁摺動部 9 3 のリリーフ弁当接部 9 2 とは反対側の端面の中央に接続するようリリーフ弁摺動部 9 3 と一体に形成されている。リリーフ弁突出部 9 4 は、リリーフ弁摺動部 9 3 と略同軸に形成されている。リリーフ弁突出部 9 4 の外径は、リリーフ弁摺動部 9 3 の外径より小さい。なお、リリーフ弁当接部 9 2 がリリーフ弁座 8 8 に当接しているとき、リリーフ弁突出部 9 4 の加圧室 2 0 0 側の端面は、リリーフ部材筒部 8 6 1 の加圧室 2 0 0 側の端面よりもリリーフ部材底部 8 6 2 側に位置している（図 6 参照）。

- [0169] 係止部材 95 は、例えば金属により略円筒状に形成されている。係止部材 95 の外径は、リリーフ部材筒部 861 の内径よりやや大きい。係止部材 95 は、外周壁がリリーフ部材筒部 861 の内周壁に嵌合するようリリーフ部材筒部 861 の内側に設けられている。すなわち、係止部材 95 は、リリーフ部材筒部 861 と略同軸に設けられている。係止部材 95 は、リリーフ部材筒部 861 の軸方向においてリリーフ部材筒部 861 の加圧室 200 側の端部の近傍に位置している。ここで、係止部材 95 は、中間部材 81 との間に隙間を形成している。
- [0170] 係止部材 95 の内径は、リリーフ弁突出部 94 の外径より大きい。リリーフ弁当接部 92 がリリーフ弁座 88 に当接しているとき、リリーフ弁突出部 94 の加圧室 200 側の端面は、係止部材 95 の内側に位置している（図 6 参照）。ここで、係止部材 95 の内周壁とリリーフ弁突出部 94 の外周壁との間には、略円筒状の隙間が形成されている。つまり、係止部材 95 の内周壁とリリーフ弁突出部 94 の外周壁とは摺動しない。
- [0171] リリーフ弁 91 は、リリーフ弁摺動部 93 の外周壁がリリーフ部材筒部 861 の内周壁と摺動しつつ軸方向に往復移動可能に設けられている。リリーフ弁突出部 94 のリリーフ弁摺動部 93 とは反対側の端部は、中間部材 81 のリリーフシート部材 85 側の端面に当接、または、中間部材 81 のリリーフシート部材 85 側の端面から離間可能である。中間部材 81 は、リリーフ弁突出部 94 が中間部材 81 に当接したとき、リリーフ弁 91 の開弁方向への移動を規制可能である。
- [0172] リリーフ弁当接部 92 がリリーフ弁座 88 から所定距離離間すると、リリーフ弁摺動部 93 の外周壁による逃がし横穴 852 の閉塞が解除される。これにより、リリーフ孔 87 は、逃がし横穴 852、リリーフ外周凹部 851、横穴部 702 を経由して燃料室 260 に連通する。
- [0173] また、リリーフ弁 91 がリリーフ部材筒部 861 の内側で軸方向に往復移動するとき、リリーフ部材筒部 861 の内側の燃料は、横穴 853 を経由してリリーフ外周凹部 851 との間を行き来可能である。そのため、リリーフ

弁 9 1 は、軸方向に円滑に往復移動することができる。

[0174] スプリング 9 9 は、例えばコイルスプリングであり、リリーフ弁突出部 9 4 の径方向外側に設けられている。スプリング 9 9 は、一端がリリーフ弁摺動部 9 3 の加圧室 2 0 0 側の端面の外縁部に当接し、他端が係止部材 9 5 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端面に当接している。すなわち、係止部材 9 5 は、スプリング 9 9 の他端を係止している。スプリング 9 9 は、リリーフ弁 9 1 をリリーフ弁座 8 8 側に付勢している。

[0175] 本実施形態では、スプリング 9 9 の一端の内周部は、リリーフ弁突出部 9 4 のリリーフ弁摺動部 9 3 側の端部の外周壁によりガイドされる。また、リリーフ部材筒部 8 6 1 の内周壁は、リリーフ弁摺動部 9 3 との摺動部位の内径より、前記摺動部位に対し加圧室 2 0 0 側の部位の内径が大きくなるよう形成されている（図 6 参照）。これにより、スプリング 9 9 の外周部がリリーフ部材筒部 8 6 1 の内周壁に接触するのを抑制し、スプリング 9 9 およびリリーフ弁 9 1 の挙動を安定させることができる。

[0176] 吐出通路 7 0 5 のうちリリーフ部材底部 8 6 2 に対し高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力が異常な値にまで上昇すると、リリーフ弁 9 1 は、スプリング 9 9 の付勢力に抗して、加圧室 2 0 0 側に移動する。これにより、リリーフ弁 9 1 がリリーフ弁座 8 8 から離間し、開弁する。そのため、吐出通路 7 0 5 のうちリリーフ部材底部 8 6 2 に対し高圧燃料配管 8 側の燃料は、リリーフ孔 8 7、逃がし横穴 8 5 2、リリーフ外周凹部 8 5 1、横穴部 7 0 2 を経由して燃料室 2 6 0 側に戻される。このようなリリーフ弁 9 1 の作動により、高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力が異常な値になるのを抑制することができる。

[0177] 上述のように、本実施形態では、吐出通路 7 0 5 のうちリリーフ部材底部 8 6 2 に対し高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力が異常な値になると、当該燃料を、高圧となる加圧室 2 0 0 側ではなく、低圧の燃料室 2 6 0 側へ逃がす。

[0178] 本実施形態では、横穴部 7 0 2 の流路面積は、リリーフ弁 9 1 全開時のリリーフ孔 8 7 の流路面積よりも大きい。また、逃がし横穴 8 5 2 の流路面積

は、逃がし横穴 852 に対するリリーフ弁摺動部 93 の位置により変動する。つまり、逃がし横穴 852 は、可変オリフィスとして機能する。本実施形態では、可変オリフィスとして機能する逃がし横穴 852 に対し下流側の横穴部 702 の流路面積は、逃がし横穴 852 に対し上流側のリリーフ孔 87 の流路面積より大きい。そのため、高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力が異常な値になったとき、高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力を速やかに低下させることができるとともに、より低い圧力となる値に安定させることができる。

[0179] 本実施形態では、吐出シート部材 71、中間部材 81、リリーフシート部材 85 が、この順で加圧室 200 から外部へ向かって並ぶよう配置されている（図 6 参照）。そのため、吐出弁 75 がリリーフ弁 91 に対し加圧室 200 側に配置されている。これにより、加圧室 200 に連通するデッドボリュームを小さくできる。

[0180] 本実施形態では、吐出ジョイント 70、吐出シート部材 71、中間部材 81、リリーフシート部材 85、吐出弁 75、スプリング 79、リリーフ弁 91、スプリング 99、係止部材 95 は、予め一体に組み付けられて吐出通路部 700 を構成するようサブアセンブリ化されている。

[0181] 吐出通路部 700 の組み付けの工程は、以下の通りである。

[0182] まず、リリーフ弁 91 およびスプリング 99 をリリーフシート部材 85 の内側に挿入する。続いて、係止部材 95 をリリーフシート部材 85 の内周壁に嵌合または圧入し、開弁圧を調整する。

[0183] 続いて、リリーフ弁 91、スプリング 99、係止部材 95 を組み付けた上記リリーフシート部材 85 を吐出ジョイント 70 の内側に挿入する。続いて、中間部材 81 を吐出ジョイント 70 の内側に挿入する。

[0184] 続いて、スプリング 79 および吐出弁 75 を中間部材 81 の中間凹部 821 に設ける。続いて、吐出シート部材 71 を吐出ジョイント 70 の内周壁に嵌合または圧入させる。

[0185] 以上により、吐出通路部 700 の組み付け、すなわち、サブアセンブリ化が完了する。サブアセンブリ化後の吐出通路部 700 において、吐出ジョイ

ント 70 は、内側に吐出シート部材 71、中間部材 81、リリーフシート部材 85、吐出弁 75、スプリング 79、リリーフ弁 91、スプリング 99、係止部材 95 を收容している。また、吐出ジョイント 70 の段差面 701 とリリーフシート部材 85 と中間部材 81 と吐出シート部材 71 とは互いに当接している。

[0186] 図 2～4 に示すように、電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c1$ と吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c2$ とは、同一平面上に位置している。そのため、高圧ポンプ 10 がシリンダ 23 の筒状内周壁 230 の軸 $A \times 1$ 方向に大型化することを抑制することができる。ここで、電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c1$ は、筒部材 51 の軸に一致する。また、吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c2$ は、吐出ジョイント 70 の軸に一致する。

[0187] 本実施形態では、高圧ポンプ 10 は、パルセーションダンパ 15、支持部材 16、上支持体 171、下支持体 172 をさらに備えている。パルセーションダンパ 15 は、例えば円形皿状の金属薄板を 2 枚合わせ、外縁部を溶接により接合することによって形成されている。パルセーションダンパ 15 の内側には、窒素またはアルゴン等、所定圧の気体が封入されている。

[0188] 支持部材 16 は、例えば金属により有底筒状に形成されている。支持部材 16 は、底部の外縁部がカバー底部 262 の外縁部に当接し、筒部の外周壁がカバー筒部 261 の内周壁に当接するよう燃料室 260 に設けられている。支持部材 16 の底部の中央には、底部を板厚方向に貫く穴部が形成されている。

[0189] 上支持体 171、下支持体 172 は、それぞれ、例えば金属により環状に形成されている。上支持体 171 および下支持体 172 は、それぞれの外縁部がパルセーションダンパ 15 の外縁部に当接するようパルセーションダンパ 15 を挟み込んでいる。上支持体 171 および下支持体 172 は、外縁部が互いに溶接されている。これにより、パルセーションダンパ 15、上支持体 171 および下支持体 172 は、予め一体に組み付けられてダンパユニット 170 を構成するようサブアセンブリ化されている。

[0190] ダンプユニット１７０は、上支持体１７１が支持部材１６の底部に当接し、下支持体１７２が上ハウジング２１のカバー底部２６２側の面に当接するようにして、上ハウジング２１と支持部材１６との間に設けられている。ここで、支持部材１６、上支持体１７１および下支持体１７２は、燃料室２６０においてパルセーションダンパ１５を支持している。なお、下支持体１７２は、上ハウジング２１の下ハウジング２２とは反対側の端面に形成された凹部に配置されている。また、支持部材１６は、カバー２６の剛性を高め、NVの低減に寄与する。また、下支持体１７２には、周方向に複数の穴が形成されており、当該穴を経由してパルセーションダンパ１５の上下に燃料が行き渡る。

[0191] なお、本実施形態では、加圧室２００を形成するシリンダ２３と上ハウジング２１との接合部、上ハウジング２１と筒部材５１との接合部、および、上ハウジング２１と吐出ジョイント７０との接合部が燃料室２６０内に位置するよう、カバー２６が各接合部を覆っているため、加圧室２００から高压の燃料が漏れたとしても燃料室２６０に留めておくことができる。

[0192] プランジャ１１の摺動により加圧される、弁部材４０から吐出弁７５までの「高压室」がシリンダ２３、上ハウジング２１、ストッパ３５、弁部材４０、吐出シート部材７１によって形成されている。また、上記「高压室」を覆うようにして、下ハウジング２２、カバー２６、溶接リング５１９、７０９、吐出ジョイント７０の外周面、シールホルダ１４、シール１４１によって「低压室」が形成されている。したがって、「高压室」の燃料がリークしたとしても、「低压室」へ繋がり、外部への燃料漏れに至らない。また、「低压室」と外部とは、溶接によりシールされている。よって、外部への燃料漏れに至らない。また、「高压室」は、筒部材５１および吐出ジョイント７０のねじによる締め付け力にてシールされている。したがって、「低压室」と外部とをシールする溶接部に、高压による過大な外力が作用することはない。

[0193] 次に、本実施形態のシリンダ２３について、より具体的に説明する。

- [0194] 図7～9に示すように、シリンダ23は、テーパ面234、外周凹部235、外周凹部236を有している。
- [0195] テーパ面234は、吸入穴232の加圧室200とは反対側の端部に形成されている。テーパ面234は、加圧室200側から加圧室200とは反対側へ向かうに従い吸入穴232の軸から離れるようテーパ状に形成されている。
- [0196] シリンダ穴部231の内周壁である筒状内周壁230は、摺動面230a、拡径面230bの他に、内側テーパ面230c、230dを有している。内側テーパ面230cは、摺動面230aと拡径面230bとを接続するよう形成されている。内側テーパ面230cは、摺動面230a側から拡径面230b側へ向かうに従い軸A×1から離れるようテーパ状に形成されている。
- [0197] 内側テーパ面230dは、摺動面230aと筒状内周壁230の開口部とを接続するよう形成されている。内側テーパ面230dは、摺動面230a側から筒状内周壁230の開口部側へ向かうに従い軸A×1から離れるようテーパ状に形成されている。
- [0198] 図9に示すように、プランジャ11が下死点から上死点までのどの位置にあっても、プランジャ11の大径部111の外周壁の小径部112とは反対側の端部は、摺動面230aの拡径面230b側の端部に対し拡径面230b側に位置し、プランジャ11の大径部111の外周壁の小径部112側の端部は、摺動面230aの拡径面230bとは反対側の端部に対し拡径面230bとは反対側に位置している。すなわち、摺動面230aは、プランジャ11の位置にかかわらず、軸方向の全ての範囲において大径部111の外周壁と摺動可能である。
- [0199] 筒状内周壁230内にプランジャ11が設けられた状態において、プランジャ11の大径部111の外周壁と内側テーパ面230cおよび内側テーパ面230dとの間には、環状の隙間が形成される。そのため、筒状内周壁230の内側においてプランジャ11が往復移動するとき、当該隙間内の燃料

は、大径部 1 1 1 の外周壁と摺動面 2 3 0 a との間に導かれる。これにより、大径部 1 1 1 の外周壁と摺動面 2 3 0 a との間に油膜が形成され易くなり、大径部 1 1 1 の外周壁と摺動面 2 3 0 a との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0200] ここで、軸 A x 1 および大径部 1 1 1 の外周壁に対する内側テーパ面 2 3 0 c、2 3 0 d の角度は、例えば 1 0 度以下に設定されている。なお、プランジャ 1 1 の大径部 1 1 1 の軸方向両端部の角部は、面取りされている。

[0201] 外周凹部 2 3 5、外周凹部 2 3 6 は、それぞれ、シリンダ 2 3 の外周壁から径方向内側へ所定の深さで凹むよう形成されている。外周凹部 2 3 5 は、シリンダ 2 3 の周方向において、吸入穴 2 3 2 すなわちテーパ面 2 3 4 を全て含む範囲に形成されている。また、外周凹部 2 3 5 は、吸入穴 2 3 2 の軸方向から見たとき、シリンダ 2 3 の軸方向において、吸入穴 2 3 2 の軸に対しややシリンダ 2 3 の底部側の位置から、テーパ面 2 3 4 の下端に対しシリンダ 2 3 の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている。外周凹部 2 3 5 は、吸入穴 2 3 2 の軸方向から見たとき、略矩形状となるよう形成されている。なお、外周凹部 2 3 5 は、吸入穴 2 3 2 の軸方向から見たとき、シリンダ 2 3 の軸方向の下方部において、摺動面 2 3 0 a とかかる範囲に少なくとも一部が形成されている（図 7 参照）。

[0202] 外周凹部 2 3 6 は、シリンダ 2 3 の周方向において、吐出穴 2 3 3 を全て含む範囲に形成されている。また、外周凹部 2 3 6 は、吐出穴 2 3 3 の軸方向から見たとき、シリンダ 2 3 の軸方向において、吐出穴 2 3 3 の軸に対しややシリンダ 2 3 の底部側の位置から、吐出穴 2 3 3 の下端に対しシリンダ 2 3 の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている。外周凹部 2 3 6 は、吐出穴 2 3 3 の軸方向から見たとき、略矩形状となるよう形成されている。なお、外周凹部 2 3 6 は、吐出穴 2 3 3 の軸方向から見たとき、シリンダ 2 3 の軸方向の下方部において、摺動面 2 3 0 a とかかる範囲に少なくとも一部が形成されている（図 8 参照）。

[0203] また、外周凹部 2 3 5、2 3 6 は、吸入穴 2 3 2 または吐出穴 2 3 3 の軸

方向から見たとき、シリンダ２３の軸方向の上方部において、上ハウジング２１との嵌合部すなわち焼き嵌め部を残すような範囲に形成されている（図７、８参照）。

[0204] 上述したように、電磁駆動部５００の筒部材５１を上ハウジング２１の吸入穴部２１２にねじ結合すると、吸入穴部２１３と吸入穴部２１２との間の段差面には、ストッパ小径部３６とストッパ大径部３７との間の段差面から加圧室２００側へ向かう軸力が作用する。そのため、吸入穴部２１３の周囲において上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ僅かに変形するおそれがある。しかしながら、本実施形態では、シリンダ２３の外周壁の吸入穴部２１３に対応する位置に外周凹部２３５が形成されているため、上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシリンダ２３の外周壁に作用するのを抑制することができる。これにより、シリンダ穴部２３１の筒状内周壁２３０が径方向内側へ変形するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0205] さらに、上述の軸力の作用として、上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ変形することにより、シリンダ２３の外周凹部２３５の境界の面圧が上昇し、加圧室２００の高圧化にも対応し易くなる。

[0206] また、吐出通路部７００の吐出ジョイント７０を上ハウジング２１の吐出穴部２１４にねじ結合すると、吐出穴部２１４の底面の吐出穴部２１５の周囲には、内側突起７２２および外側突起７２３から加圧室２００側へ向かう軸力が作用する。そのため、吐出穴部２１５の周囲において上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ僅かに変形するおそれがある。しかしながら、本実施形態では、シリンダ２３の外周壁の吐出穴部２１５に対応する位置に外周凹部２３６が形成されているため、上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシ

シリンダ２３の外周壁に作用するのを抑制することができる。これにより、シリンダ穴部２３１の筒状内周壁２３０が径方向内側へ変形するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0207] さらに、上述の軸力の作用として、上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ変形することにより、シリンダ２３の外周凹部２３６の境界の面圧が上昇し、加圧室２００の高圧化にも対応し易くなる。

[0208] 次に、高圧ポンプ１０の組み付けについて説明する。

[0209] 高圧ポンプ１０は、例えば以下の工程で組み付けられる。

[0210] まず、シリンダ２３を下ハウジング２２の穴部２２１に挿入する。

[0211] 続いて、吸入穴２３２が吸入穴部２１３に対応し、吐出穴２３３が吐出穴部２１５に対応するよう、シリンダ２３を下ハウジング２２と一緒に上ハウジング２１の穴部２１１に挿入する。ここで、上ハウジング２１を予め加熱し穴部２１１の内径が拡大した状態でシリンダ２３を穴部２１１に挿入する。上ハウジング２１が冷えると、穴部２１１の内径が縮小し、上ハウジング２１とシリンダ２３とが固定される。また、同様に、下ハウジング２２の上方側の外径部は、上ハウジング２１の下方側の内径部が縮小し、上ハウジング２１と固定される。すなわち、シリンダ２３と下ハウジング２２は、上ハウジング２１に焼き嵌めまたは冷やし嵌めにより固定される。このとき、シリンダ２３の最外径の上方側の端部と上ハウジング２１の最下方の端部との間に下ハウジング２２に係止されることで、上ハウジング２１、下ハウジング２２、シリンダ２３の鉛直方向の位置が規定され、上ハウジング２１と一体に組み付けられる。

[0212] 続いて、ストッパ３５を吸入穴部２１３、吸入穴部２１２に挿入する。続いて、スプリング３９をストッパ凹部３５２に配置し、弁部材４０をストッパ凹部３５１に配置する。続いて、シート部材３１を吸入穴部２１２のストッパ３５に対し加圧室２００とは反対側に圧入し、ストッパ３５の両端面を

上ハウジング２１の凹部とシート部材３１に当接させる。ここで、弁部材４０の摺動部４３０は、スプリング３９が自然長の状態において、ストッパ凹部３５１の内周壁とラップしている。そのため、組み付け性を向上できる。

[0213] 続いて、パルセーションダンパ１５、上支持体１７１、下支持体１７２からなるダンパユニット１７０を上ハウジング２１の凹部、すなわち下ハウジング２２とは反対側に配置する。

[0214] 続いて、予め支持部材１６を設けたカバー２６を上ハウジング２１に被せる。ここで、カバー２６は、カバー穴部２６６が吸入穴部２１２に対応し、カバー穴部２６７が吐出穴部２１４に対応するよう配置する。

[0215] 続いて、サブアセンブリ化された第１電磁駆動部５０１をカバー穴部２６６に挿入し、筒部材５１を上ハウジング２１の吸入穴部２１２にねじ結合する。このとき、筒部材５１の第２筒部５１２に対応する図示しない工具を用いて筒部材５１と吸入穴部２１２とをねじ結合する。これにより、シート部材３１、ストッパ３５、上ハウジング２１の吸入穴部２１２と吸入穴部２１３との間の段差面には、筒部材５１から加圧室２００側への軸力が作用する。

[0216] 続いて、サブアセンブリ化された吐出通路部７００をカバー穴部２６７に挿入し、吐出ジョイント７０を上ハウジング２１の吐出穴部２１４にねじ結合する。このとき、吐出ジョイント７０の多角筒面７０３に対応する図示しない工具を用いて吐出ジョイント７０と吐出穴部２１４とをねじ結合する。これにより、リリースシート部材８５、中間部材８１、吐出シート部材７１、上ハウジング２１の吐出穴部２１４と吐出穴部２１５との間の段差面には、吐出ジョイント７０の段差面７０１から加圧室２００側への軸力が作用する。

[0217] 続いて、カバー筒部２６１のカバー底部２６２とは反対側の端部と下ハウジング２２とをカバー筒部２６１の周方向の全域に亘り溶接する。続いて、溶接リング７０９を吐出ジョイント７０の径方向外側に配置し、溶接リング７０９とカバー外周壁２８０および吐出ジョイント７０の外周壁とを溶接リ

ング709の周方向の全域に亘り溶接する。続いて、溶接リング519を筒部材51の第1筒部511の径方向外側に配置し、溶接リング519とカバー外周壁280および第1筒部511の外周壁とを溶接リング519の周方向の全域に亘り溶接する。

[0218] 続いて、シール141、中間筒部材241、プランジャ11を、この順でシールホルダ14に挿入し、シールホルダ14をホルダ支持部24の内側に組み付けた後、周方向の全域に亘り溶接する。続いて、オイルシール142をシールホルダ14に組み付ける。

[0219] 続いて、ホルダ支持部24にシール部材240を組み付ける。続いて、スペーサ140をシールホルダ14に配置し、スプリング13をシールホルダ14の上ハウジング21とは反対側に配置し、スプリングシート12をプランジャ11に組み付ける。

[0220] 続いて、供給通路部29の一端がカバー底部262のカバー穴部265の外周部に当接するように配置し、供給通路部29とカバー底部262とを供給通路部29の周方向の全域に亘り溶接する。

[0221] 続いて、コイル60の内側に磁気絞り部56および固定コア57が位置するように、サブアセンブリ化された第2電磁駆動部502を第1電磁駆動部501の加圧室200とは反対側の端部に設ける。ここで、第2電磁駆動部502は、コネクタ65が被固定部25とは反対側を向き、シリンダ23の筒状内周壁230の軸A×1に対し略平行となるよう配置する。

[0222] 続いて、ヨーク645の中央を固定コア57の加圧室200とは反対側の端面572に溶接する。以上により、高圧ポンプ10の組み付けが完了する。

[0223] 次に、高圧ポンプ10のエンジン1への取り付けについて説明する。

[0224] 本実施形態では、高圧ポンプ10は、ホルダ支持部24がエンジンヘッド2の取付穴部3に挿入されるようにしてエンジン1に取り付けられる（図2参照）。高圧ポンプ10は、被固定部25がボルト100によりエンジンヘッド2に固定されることにより、エンジン1に固定される。ここで、高圧ポ

ンプ１０は、シリンダ２３の筒状内周壁２３０の軸Ａ×１が鉛直方向に沿うような姿勢でエンジン１に取り付けられる。

[0225] 高圧ポンプ１０は、例えば以下の工程でエンジン１に取り付けられる。まず、リフタ５をエンジンヘッド２の取付穴部３に挿入する。続いて、高圧ポンプ１０のホルダ支持部２４をエンジンヘッド２の取付穴部３に挿入する。ここで、被固定部２５のボルト孔２５０の位置とエンジンヘッド２の固定穴部１２０の位置とを対応させる。

[0226] 続いて、ボルト１００をボルト孔２５０に挿通し、固定穴部１２０にねじ結合する。このとき、ボルト１００の頭部１０２に対応する図示しない工具を用いてボルト１００と固定穴部１２０とをねじ結合する。これにより、被固定部２５がエンジンヘッド２に固定される。以上により、高圧ポンプ１０のエンジン１への取り付けが完了する。

[0227] 次に、本実施形態の高圧ポンプ１０の作動について、図２～６に基づき説明する。

[0228] 「吸入工程」

電磁駆動部５００のコイル６０への電力の供給が停止されているとき、弁部材４０は、スプリング５４およびニードル５３により加圧室２００側へ付勢されている。よって、弁部材４０は、弁座３１０から離間、すなわち、開弁している。この状態で、プランジャ１１が加圧室２００とは反対側に移動すると、加圧室２００の容積が増大し、弁座３１０に対し加圧室２００とは反対側すなわち燃料室２６０側の燃料は、連通路３３を経由して加圧室２００側に吸入される。

[0229] 「調量工程」

弁部材４０が開弁した状態で、プランジャ１１が加圧室２００側に移動すると、加圧室２００の容積が減少し、弁座３１０に対し加圧室２００側の燃料は、弁座３１０に対し燃料室２６０側に戻される。調量工程の途中、コイル６０に電力を供給すると、可動コア５５がニードル５３とともに固定コア５７側に吸引され、弁部材４０がスプリング３９に付勢され弁座３１０に当

接し閉弁する。プランジャ１１が加圧室２００側に移動するとき、弁部材４０を閉弁することにより、加圧室２００側から燃料室２６０側に戻される燃料の量が調整される。その結果、加圧室２００で加圧される燃料の量が決定される。弁部材４０が閉弁することにより、燃料を加圧室２００から燃料室２６０側に戻す調量工程は終了する。

[0230] なお、燃料噴射弁１３８が燃料を噴射しないとき、すなわち燃料カット時には、コイル６０に通電せず、高圧ポンプ１０からの燃料の吐出は０である。このとき、弁部材４０は開弁した状態のため、加圧室２００の燃料は、プランジャ１１の往復移動に伴い、加圧室２００と燃料室２６０側との間を行き来する。

[0231] 「加圧工程」

弁部材４０が閉弁した状態でプランジャ１１が加圧室２００側にさらに移動すると、加圧室２００の容積が減少し、加圧室２００内の燃料は、圧縮され加圧される。加圧室２００内の燃料の圧力が吐出弁７５の開弁圧以上になると、吐出弁７５が開弁し、燃料が加圧室２００から高圧燃料配管８側、すなわち、燃料レール１３７側に吐出される。

[0232] コイル６０への電力の供給が停止され、プランジャ１１が加圧室２００とは反対側に移動すると、弁部材４０は再び開弁する。これにより、燃料を加圧する加圧工程が終了し、燃料室２６０側から加圧室２００側に燃料が吸入される吸入工程が再開する。

[0233] 上記の「吸入工程」、「調量工程」、「加圧工程」を繰り返すことにより、高圧ポンプ１０は、加圧室２００に吸入した燃料室２６０内の燃料を加圧、吐出し、燃料レール１３７に供給する。高圧ポンプ１０から燃料レール１３７への燃料の供給量は、電磁駆動部５００のコイル６０への電力の供給タイミング等を制御することにより調節される。

[0234] なお、上述の「吸入工程」、「調量工程」等、弁部材４０が開弁しているときにプランジャ１１が往復移動すると、燃料室２６０内の燃料に、加圧室２００の容積の増減に起因する圧力脈動が生じることがある。燃料室２６０

に設けられたパルセーションダンパ15は、燃料室260内の燃圧の変化に応じて弾性変形することで、燃料室260内の燃料の圧力脈動を低減可能である。

[0235] また、プランジャ11が往復移動しているとき、可変容積室201の容積の増減に起因する圧力脈動が生じることがある。この場合も、パルセーションダンパ15は、燃料室260内の燃圧の変化に応じて弾性変形することで、燃料室260内の燃料の圧力脈動を低減可能である。

[0236] なお、プランジャ11が下降するときには、プランジャ11の下降速度に追従して可変容積室201の容積が減少し、燃料室260側に燃料が押し出される。その結果、プランジャ11が下降するときに燃料室260の燃料が加圧室200に容易に導入される。また、プランジャ11が上昇するときには、上述した可変容積室201の容積が増大するので、調量時、加圧室200から戻された燃料が可変容積室201に容易に排出される。上記の働きのため、燃料室260の脈動が低減される。

[0237] また、プランジャ11が往復移動すると可変容積室201の容積が増減するため、燃料室260と穴部222、環状空間202、可変容積室201との間で燃料が行き来する。これにより、プランジャ11とシリンダ23との摺動による熱、および、加圧室200での燃料の加圧による熱で高温になったシリンダ23およびプランジャ11を、低温の燃料により冷却することができる。これにより、プランジャ11およびシリンダ23の焼き付きを抑制することができる。

[0238] また、加圧室200で高圧となった燃料の一部は、プランジャ11とシリンダ23とのクリアランスを經由して可変容積室201に流入する。これにより、プランジャ11とシリンダ23との間に油膜が形成され、プランジャ11およびシリンダ23の焼き付きを効果的に抑制することができる。なお、加圧室200から可変容積室201に流入した燃料は、環状空間202、穴部222を經由して燃料室260に戻る。

[0239] < A - 1 > 次に、吸入弁部300について、詳細に説明する。

- [0240] 図10、11に示すように、シート部材31は、略円板状に形成されている。シート部材31は、吸入穴部212の内側において吸入穴部212と略同軸となるよう吸入通路216に設けられている。ここで、シート部材31の外周壁は、吸入穴部212の内周壁に圧入されている。
- [0241] シート部材31は、連通路32、連通路33、弁座310を有している。連通路32は、シート部材31の中央においてシート部材31の一方の面と他方の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。ここで、連通路32は、シート部材31と略同軸となるよう形成されている。また、連通路32の内径は、ニードル本体531の加圧室200側の端部の外径より大きい。そのため、連通路32の内周壁とニードル本体531の外周壁との間には、略円筒状の隙間が形成され、当該隙間を燃料が流通可能である。
- [0242] 連通路33は、連通路32の径方向外側においてシート部材31の一方の面と他方の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。連通路33は、シート部材31の周方向に12個が等間隔に形成されている。連通路33が等間隔に形成されているため、燃料流れが均一になり、弁部材40の挙動が安定する。なお、連通路33は、シート部材31の軸を中心とする仮想円VC11上に配置されている（図11参照）。また、連通路33の内径は、連通路32の内径より小さい。
- [0243] ここで、連通路32は「内側連通路」に対応し、連通路33は「外側連通路」に対応している。
- [0244] 弁座310は、シート部材31の加圧室200側の面において、連通路32、および、複数の連通路33それぞれの周囲に環状に形成されている。すなわち、弁座310は、シート部材31の加圧室200側の面において、複数形成されている。具体的には、弁座310は、連通路32と連通孔44との間に1つ、連通孔44と連通路33との間に1つ、連通路33の径方向外側に1つ、計3つ形成されている。ここで、3つの弁座310は、同心円状に形成されている。
- [0245] シート部材31には、環状凹部311が形成されている。環状凹部311

は、複数の連通路 3 3 に対しシート部材 3 1 の径方向外側においてシート部材 3 1 の加圧室 2 0 0 側の端面から筒部材 5 1 側へ凹むよう略円環状に形成されている。環状凹部 3 1 1 は、シート部材 3 1 と略同軸に形成されている（図 1 0、1 1 参照）。このように、環状凹部 3 1 1 が複数の連通路 3 3 に対しシート部材 3 1 の径方向外側に形成されているため、調量時の燃料の流れ性を向上させることができる。また、環状凹部 3 1 1 内の燃料の圧力は、弁部材 4 0 に対して開弁方向に作用する。そのため、動圧の影響で閉弁することを抑制できる。

[0246] 図 1 0、1 2 に示すように、ストッパ 3 5 は、ストッパ小径部 3 6、ストッパ大径部 3 7、ストッパ凹部 3 5 1、ストッパ凹部 3 5 2、ストッパ凸部 3 5 3、連通穴 3 8 等を有している。

[0247] ストッパ小径部 3 6 は、略円柱状に形成されている。ストッパ小径部 3 6 の外径は、吸入穴部 2 1 3 の内径よりやや小さい。ストッパ大径部 3 7 は、略円柱状に形成されている。ストッパ大径部 3 7 の外径は、ストッパ小径部 3 6 の外径より大きく、吸入穴部 2 1 2 の内径よりやや小さい。ストッパ大径部 3 7 は、ストッパ小径部 3 6 の加圧室 2 0 0 とは反対側においてストッパ小径部 3 6 と同軸となるようストッパ小径部 3 6 と一体に形成されている。

[0248] ストッパ 3 5 は、ストッパ小径部 3 6 が吸入穴部 2 1 3 の内側に位置し、ストッパ大径部 3 7 が吸入穴部 2 1 2 の内側に位置するよう吸入通路 2 1 6 に設けられている。ここで、ストッパ小径部 3 6 とストッパ大径部 3 7 との間の環状の段差面は、吸入穴部 2 1 2 と吸入穴部 2 1 3 との間の環状の段差面に当接している。これにより、ストッパ 3 5 は、加圧室 2 0 0 側への移動が規制されている。

[0249] また、ストッパ 3 5 のストッパ大径部 3 7 の加圧室 2 0 0 とは反対側の面は、シート部材 3 1 の加圧室 2 0 0 側の面に当接している。これにより、ストッパ 3 5 は、加圧室 2 0 0 とは反対側への移動が規制されている。

[0250] ストッパ凹部 3 5 1 は、ストッパ大径部 3 7 のシート部材 3 1 側の面から

加圧室２００側へ略円筒状に凹むよう形成されている。ここで、ストッパ凹部３５１は、ストッパ大径部３７と略同軸となるよう形成されている。ストッパ凹部３５１の内径は、ストッパ大径部３７の外径より小さく、ストッパ小径部３６の外径より大きい。

[0251] ストッパ凹部３５２は、ストッパ凹部３５１の底面から加圧室２００側へ略円筒状に凹むよう形成されている。ここで、ストッパ凹部３５２は、ストッパ凹部３５１と略同軸となるよう形成されている。ストッパ凹部３５２の内径は、ストッパ凹部３５１の内径およびストッパ小径部３６の外径より小さい。なお、ストッパ凹部３５２の底面は、ストッパ小径部３６とストッパ大径部３７との間の段差面よりも加圧室２００側に位置している。

[0252] ストッパ凸部３５３は、ストッパ凹部３５２の底面の中央からシート部材３１側へ略円柱状に突出するよう形成されている。ここで、ストッパ凸部３５３は、ストッパ凹部３５２と略同軸となるよう形成されている。また、ストッパ凸部３５３のシート部材３１側の端面は、ストッパ凹部３５１の底面よりもシート部材３１側に位置している。

[0253] 連通穴３８は、ストッパ凸部３５３の径方向外側においてストッパ凹部３５２の底面とストッパ小径部３６の加圧室２００側の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。連通穴３８は、ストッパ小径部３６の周方向に等間隔で４個形成されている。なお、連通穴３８は、ストッパ小径部３６の軸を中心とする仮想円ＶＣ１２上に配置されている（図１２参照）。ここで、仮想円ＶＣ１２の径は、仮想円ＶＣ１１の径より小さい。

[0254] シート部材３１の連通路３２、連通路３３、ストッパ３５のストッパ凹部３５１、ストッパ凹部３５２、連通穴３８には吸入通路２１６が形成されている。そのため、燃料室２６０の燃料は、連通路３２、連通路３３、ストッパ凹部３５１、ストッパ凹部３５２、連通穴３８に形成された吸入通路２１６、および、吸入穴２３２を経由して加圧室２００に流入可能である。ここで、シート部材３１およびストッパ３５は、「吸入通路形成部」に対応している。

- [0255] 図10に示すように、弁部材40は、ストッパ凹部351の内側、すなわち、吸入通路216においてシート部材31の加圧室200側に設けられている。図10、13～16に示すように、弁部材40は、バルブ本体41、テーパ部42、ガイド部43、連通孔44を有している。
- [0256] バルブ本体41、テーパ部42、ガイド部43は、例えばステンレス等の金属により一体に形成されている。バルブ本体41は、略円板状に形成されている。
- [0257] テーパ部42は、バルブ本体41の径方向外側においてバルブ本体41と一体に略円環状に形成されている。テーパ部42は、加圧室200側の面がシート部材31側から加圧室200側へ向かうに従いバルブ本体41の軸A×2に近づくようテーパ状に形成されている（図10、15、16参照）。
- [0258] ガイド部43は、テーパ部42を周方向において複数に分断するようバルブ本体41から径方向外側に突出し、バルブ本体41およびテーパ部42と一体に形成されている。本実施形態では、ガイド部43は、テーパ部42を周方向において3つに分断するようバルブ本体41の周方向に等間隔で3つ形成されている。ここで、ガイド部43のバルブ本体41とは反対側の端部は、テーパ部42の外縁部よりも径方向外側に位置している（図13、14参照）。ガイド部43は、バルブ本体41とは反対側の端部に形成された摺動部430が、吸入通路形成部としてのストッパ35のストッパ凹部351の内周壁と摺動することで、弁部材40の軸方向の移動を案内可能である。
- [0259] 連通孔44は、バルブ本体41の一方の面と他方の面とを連通するよう形成されている。連通孔44は、バルブ本体41の周方向に等間隔で9個形成されている。連通孔44は、バルブ本体41の軸A×2を中心とする仮想円VC1上に配置されている（図13、14参照）。
- [0260] 図13に示すように、3つのテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1は、仮想円VC1に対する同心円CC1に沿うよう形成されている。
- [0261] 図13に示すように、連通孔44は、バルブ本体41のうちバルブ本体4

1 の中心から延びてガイド部 4 3 の中心を通る 3 つの直線 L 1 1 により区画された第 1 領域 T 1、第 2 領域 T 2、第 3 領域 T 3 のそれぞれに 3 つずつ形成されている。

[0262] ここで、連通孔 4 4 の数を $h = 9$ 、ガイド部 4 3 の数を $g = 3$ とすると、ガイド部 4 3 により複數に分断されたテーパ部 4 2 のうちの 1 つのテーパ部 4 2 の内縁部に対向する連通孔 4 4 の数は、 $h / g = 9 / 3 = 3$ である。

[0263] また、第 1 領域 T 1、第 2 領域 T 2、第 3 領域 T 3 のそれぞれに形成された 3 つの連通孔 4 4 を、仮想円 VC 1 の周方向に向かって順番に連通孔 4 4 1、連通孔 4 4 2、連通孔 4 4 3 とすると、バルブ本体 4 1 の第 1 領域 T 1 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1 は、第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 1 の外縁、および、第 1 領域 T 1 と第 2 領域 T 2 との間の直線 L 1 1 に対し第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 1 と線対称となる位置に形成された第 2 領域 T 2 の連通孔 4 4 3 の外縁を通る 2 つの接線のうち第 3 領域 T 3 側の接線である接線 L T 1 1 と、第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 3 の外縁、および、第 1 領域 T 1 と第 3 領域 T 3 との間の直線 L 1 1 に対し第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 3 と線対称となる位置に形成された第 3 領域 T 3 の連通孔 4 4 1 の外縁を通る 2 つの接線のうち第 2 領域 T 2 側の接線である接線 L T 1 1 と、の間の範囲に形成されている。

[0264] バルブ本体 4 1 の第 2 領域 T 2 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1、および、バルブ本体 4 1 の第 3 領域 T 3 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1 についても、上記と同様に形成されている。

[0265] すなわち、本実施形態では、2 つのガイド部 4 3 により挟まれた 1 つのテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1 は、1 つのテーパ部 4 2 の内縁部が対向する複數の連通孔 4 4 のうち両端の連通孔 4 4 である端部連通孔 (4 4 1、4 4 3) の外縁、および、バルブ本体 4 1 の中心から延びてガイド部 4 3 の中心を通る直線 L 1 1 に対し端部連通孔 (4 4 1、4 4 3) と線対称となる位置に形成された連通孔 4 4 (4 4 3、4 4 1)

の外縁を通る２つの接線ＬＴ１１の間の範囲に形成されている。

[0266] 図１０に示すように、本実施形態では、弁部材４０の一方の面４０１、すなわち、バルブ本体４１の加圧室２００とは反対側の面、ガイド部４３の加圧室２００とは反対側の面およびテーパ部４２の加圧室２００とは反対側の面は、同一平面上において平面状に形成されている。また、弁部材４０の他方の面４０２、すなわち、バルブ本体４１の加圧室２００側の面およびガイド部４３の加圧室２００側の面は、同一平面上において平面状に形成されている。

[0267] また、図１０に示すように、本実施形態では、弁部材４０のバルブ本体４１およびガイド部４３における板厚、すなわち、弁部材４０の一方の面４０１と他方の面４０２との距離は、シート部材３１の加圧室２００側の面とストッパ凸部３５３のシート部材３１側の端面との距離より小さい。

[0268] 弁部材４０は、シート部材３１側の面である一方の面４０１がシート部材３１の加圧室２００側の面、すなわち、複数の弁座３１０に当接可能であり、ストッパ３５側の面である他方の面４０２の中央がストッパ凸部３５３のシート部材３１側の端面に当接可能である。

[0269] 弁部材４０は、バルブ本体４１およびガイド部４３における板厚、すなわち、一方の面４０１と他方の面４０２との距離と、シート部材３１の加圧室２００側の面とストッパ凸部３５３のシート部材３１側の端面との距離と、の差分ＤＤ１の範囲で軸方向に往復移動可能である。

[0270] 弁部材４０は、シート部材３１側の面である一方の面４０１がシート部材３１の加圧室２００側の面、すなわち、複数の弁座３１０から離間すると開弁し連通路３２、連通路３３における燃料の流れを許容し、シート部材３１側の面である一方の面４０１が複数の弁座３１０に当接すると閉弁し連通路３３における燃料の流れを規制可能である。

[0271] 弁部材４０が開弁すると、連通路３２および連通路３３とストッパ凹部３５１との間の燃料の流れが許容され、燃料室２６０側の燃料は、連通路３２、連通路３３、ストッパ凹部３５１、ストッパ凹部３５２、連通穴３８、吸

入穴 232 を経由して加圧室 200 側に流れることができる。また、加圧室 200 側の燃料は、吸入穴 232、連通路 38、ストッパ凹部 352、ストッパ凹部 351、連通路 33、連通路 32 を経由して燃料室 260 側に流れることができる。このとき、燃料は、弁部材 40 の連通孔 44、弁部材 40 の周囲、弁部材 40 の表面、および、テーパ部 42 の内縁部とバルブ本体 41 の外縁部との境界線 B1 を流れる。

[0272] 弁部材 40 が閉弁すると、連通路 32 および連通路 33 とストッパ凹部 351 との間の燃料の流れが規制され、燃料室 260 側の燃料は、連通路 32、連通路 33、ストッパ凹部 351、ストッパ凹部 352、連通穴 38、吸入穴 232 を経由して加圧室 200 側に流れることが規制される。また、加圧室 200 側の燃料は、吸入穴 232、連通穴 38、ストッパ凹部 352、ストッパ凹部 351、連通路 33、連通路 32 を経由して燃料室 260 側に流れることが規制される。

[0273] 図 10 に示すように、スプリング 39 は、ストッパ凸部 353 の径方向外側に設けられている。スプリング 39 は、一端がストッパ凹部 352 の底面に当接し、他端が弁部材 40 の加圧室 200 側の面である他方の面 402 に当接している。スプリング 39 は、弁部材 40 をシート部材 31 側に付勢している。

[0274] 弁部材 40 には、シート部材 31 に形成された弁座 310 に対応する位置に複数のシール部 410 が形成されている。シール部 410 は、内側連通路としての連通路 32 と連通孔 44 との間をシールする環状の第 1 シール部 411、外側連通路としての連通路 33 と連通孔 44 との間をシールする環状の第 2 シール部 412、および、弁部材 40 のバルブ本体 41 の径外方向でありバルブ本体 41 とストッパ凹部 351 との間に形成される径外流路 45 と連通路 33 との間をシールする環状の第 3 シール部 413 を含む。

[0275] ここで、シート部材 31 に形成される連通路 32、連通路 33、および、弁部材 40 に形成される連通孔 44 の流路面積の関係について説明する。

[0276] 弁部材 40 がストッパ 35 に当接しているとき、すなわちフルリフト時、

図10、11に示すように、シート部材31の弁部材40側の壁面のうちシート部材31に形成された複数の連通路33の全てを囲う最小円により規定される壁面と、弁部材40の壁面（第3シール部413）との間に形成される環状流路の面積を第1流路面積 S_1 とし、連通路33の総流路面積を第2流路面積 S_2 とし、弁部材40のシート部材31側の壁面のうち弁部材40に形成された複数の連通孔44の全てを囲う最小円により規定される壁面（第2シール部412）と、シート部材31の壁面との間に形成される環状流路の面積を第3流路面積 S_3 とすると、第2流路面積 S_2 は、第1流路面積 S_1 および第3流路面積 S_3 の合計よりも大きい。

[0277] また、連通路32の弁部材40側開口の壁面と弁部材40の壁面（第1シール部411）との間に形成される環状流路の面積を第4流路面積 S_4 とし、弁部材40に形成された連通孔44の総流路面積を第5流路面積 S_5 とすると、第5流路面積 S_5 は、第3流路面積 S_3 および第4流路面積 S_4 の合計よりも大きい。

[0278] さらに、シート部材31に形成された連通路32の流路面積を第6流路面積 S_6 とすると、第6流路面積 S_6 は、第4流路面積 S_4 よりも大きい。

[0279] シート部材31に形成される連通路32、連通路33、および、弁部材40に形成される連通孔44の流路面積を上記のような関係とすることにより、弁部材40とシート部材31との間に形成される流路が絞りとなる。

[0280] 次に、弁部材40の板厚について説明する。

[0281] 図10に示すように、弁部材40のバルブ本体41の板厚は、シート部材31の板厚より小さい。これにより、バルブ本体41がシート部材31にならって変形するため、シール性を向上できる。なお、バルブ本体41の形状は、受圧時のシート部材31への面圧が均一になる形状が望ましい。

[0282] 本実施形態では、燃料噴射弁138により噴射される燃料の最大噴射圧すなわち、燃料供給システム9のシステム燃圧は20MPa以上であり、加圧室200の圧力は、圧損によりピーク燃圧が約40MPaまで上昇することがある。このような高燃圧環境において弁部材40の強度とシール性を確保

するためには、板厚比 t/D を下記式 1 のようにすることが望ましい。

$$0.06 \leq t/D \leq 0.13 \quad \cdots \text{式 1}$$

[0283] 上記式 1 において、 D は、径外流路 45 と連通路 33 との間をシールする第 3 シール部 413 の直径である（図 11、14 参照）。また、 t は、バルブ本体 41 の板厚である（図 10 参照）。本実施形態では、 t は、例えば 1 (mm) である。

[0284] 板厚比 t/D を上記式 1 のようにすることの意義を図 17 に基づき説明する。図 17 のグラフは、板厚比 t/D とシール面圧（二点鎖線）および限界圧力（材料強度、一点鎖線）との関係を示すものである。

[0285] 図 17 に示すように、板厚比 t/D が 0.06 以上であれば、所望の材料強度、すなわち、加圧室 200 のピーク燃圧である約 40 MPa を確保できる。また、板厚比 t/D が 0.13 以下であれば、所望のシール面圧（40 MPa 以上）を確保できる。

[0286] 高燃圧環境においてはバルブ本体 41 が変形し易いため、強度を高めるためにバルブ本体 41 の板厚 t は大きくすることが望ましい。しかし、本実施形態のように、複数のシール部 410 を有する弁部材 40 の場合、複数の流路をシールする必要があるため、シール性を確保する必要もある。シール性を高めるには、板厚 t を小さくする必要がある。そこで、本実施形態では、弁部材 40 の強度を確保しつつ、シール性を高めるため、図 17 に示すグラフに基づき、板厚比 t/D を上記式 1 のとおりとしている。なお、シール性をより高めるため、例えばシール面圧を 60 MPa 以上とするには、板厚比 t/D は下記式 2 のようにすることが望ましい。

$$0.06 \leq t/D \leq 0.12 \quad \cdots \text{式 2}$$

[0287] 以上説明したように、(A1) 本実施形態の高圧ポンプ 10 は、加圧室形成部としてのシリンダ 23 と吸入通路形成部としての上ハウジング 21 およびストッパ 35 とシート部材 31 と弁部材 40 とを備えている。

[0288] シリンダ 23 は、燃料が加圧される加圧室 200 を形成している。上ハウジング 21 およびストッパ 35 は、加圧室 200 に吸入される燃料が流れる

吸入通路 216 を形成している。

[0289] シート部材 31 は、吸入通路 216 に設けられ、吸入通路 216 の径内方向に位置し一方の面と他方の面とを連通する連通路 32 と、連通路 32 よりも径外方向に位置し一方の面と他方の面とを連通する連通路 33 とが設けられている。弁部材 40 は、シート部材 31 の加圧室 200 側に設けられ、シート部材 31 から離間し開弁またはシート部材 31 に当接し閉弁することで連通路 32 および連通路 33 における燃料の流れを許容または規制可能である。

[0290] 弁部材 40 は、板状のバルブ本体 41、バルブ本体 41 の一方の面と他方の面とを連通し連通路 33 と連通路 32 との間に形成された複数の連通孔 44、バルブ本体 41 の径方向外側に設けられ加圧室 200 側の面がシート部材 31 側から加圧室 200 側へ向かうに従いバルブ本体 41 の軸 A×2 に近付くようテーパ状に形成されたテーパ部 42、および、テーパ部 42 を周方向において複数に分断するようバルブ本体 41 から径方向外側に突出しストッパ 35 のストッパ凹部 351 と摺動することで弁部材 40 の移動を案内可能な複数のガイド部 43 を有している。複数の連通孔 44 は、バルブ本体 41 の軸 A×2 を中心とする仮想円 VC1 上に配置されている。

[0291] 本実施形態では、シート部材 31 は、シート部材 31 の径内側方向の連通路 32、および、連通路 32 の径外側方向に設けられた連通路 33 を有する。弁部材 40 は、シート部材 31 に当接および離間可能であり、径方向で連通路 32 と連通路 33 との間に位置する連通孔 44 を有する。燃料は、弁部材 40 の径外側方向であり弁部材 40 とストッパ凹部 351 との間を通過してシート部材 31 の連通路 33 へ至る経路と、弁部材 40 の連通孔 44 を通過してシート部材 31 の連通路 32 に通る経路と、弁部材 40 の連通孔 44 を通過してシート部材 31 の連通路 33 を通る経路とを流れる。

[0292] そのため、弁部材 40 とストッパ凹部 351 との間の流路しか持たない構成のもとと比較して、弁部材 40 のシート部材 31 からのリフト量を小さくしても、弁部材 40 とストッパ凹部 351 との間の流路しか持たない構成のも

と同等の流路面積を確保することができる。したがって、弁部材40のシート部材31からのリフト量を小さくすることができ、弁部材40をシート部材31からリフトさせるための駆動力を小さく設定することができ、電磁駆動部500による最大出力を小さくすることができる。これにより、電磁駆動部500の小型化が実現する。さらには、リフト量を小さくすることにより、弁部材40とニードル本体531との衝突音を抑制することができる。また、リフト量を小さくすることにより、電磁駆動部500の応答性を高めることができる。これにより、調量時に過剰な燃料の逆流を抑制し、高速作動時の吐出効率を高くできる。

[0293] さらに、本実施形態では、テーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1は、仮想円VC1に対する同心円CC1に沿うよう形成されている。そのため、各境界線B1の両端と連通孔44との距離を小さくすることができる。これにより、各境界線B1の両端近傍の部位が、弁部材40の表面を流れる燃料の抵抗となるのを抑制することができる。したがって、加圧室200に吸入される燃料の流量を十分に確保することができる。また、加圧室200から燃料室260側へ戻される燃料の流量についても十分に確保することができる。

[0294] また、(A2)本実施形態では、連通孔44の数を h 、ガイド部43の数を g とすると、ガイド部43により複数に分断されたテーパ部42のうちの1つのテーパ部42の内縁部に対向する連通孔44の数は等しく、 h/g である。そのため、1つのテーパ部42に対応して連通孔44をバランスよく配置することができる。これにより、弁部材40を通過する燃料の流れを安定にすることができる。

[0295] また、(A3)本実施形態では、2つのガイド部43により挟まれた1つのテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1は、1つのテーパ部42の内縁部が対向する複数の連通孔44のうち両端の連通孔44である端部連通孔(441、443)の外縁、および、バルブ本体41の中心から延びてガイド部43の中心を通る直線L11に対し端部連通孔(4

4 1、4 4 3) と線対称となる位置に形成された連通孔 4 4 (4 4 3、4 4 1) の外縁を通る 2 つの接線 L T 1 の間の範囲に形成されている。そのため、各境界線 B 1 の長さを確保しつつ各境界線 B 1 の両端と連通孔 4 4 との距離を小さくすることができ、各境界線 B 1 の両端近傍の部位が燃料の流れの抵抗となるのを抑制することができる。

[0296] また、(A 9) 本実施形態の高圧ポンプ 1 0 は、エンジン 1 に燃料を供給する燃料噴射弁 1 3 8 を有する燃料供給システム 9 に適用される。燃料噴射弁 1 3 8 により噴射される燃料の最大噴射圧が 2 0 M P a 以上の燃料供給システム 9 において、弁部材 4 0 は、弁部材 4 0 に対して径外方向に位置する径外流路 4 5 と連通路 3 3 との間をシールする環状の第 3 シール部 4 1 3 を有し、第 3 シール部 4 1 3 の直径を D 、弁部材 4 0 の板厚を t 、板厚比を t/D とすると、 $0.06 \leq t/D \leq 0.13$ である。

[0297] そのため、高燃圧環境において、複数のシール部 4 1 0 を有する弁部材 4 0 の強度を確保しつつ、シール性を高めることができる。

[0298] < B - 1 > 次に、電磁駆動部 5 0 0 について、詳細に説明する。

[0299] 図 1 8 に示すように、筒部材 5 1 の第 2 筒部 5 1 2 の外周壁は、略六角筒状に形成されている。具体的には、第 2 筒部 5 1 2 の外周壁の周方向の 6 つの角部は、第 2 筒部 5 1 2 の軸を中心とする仮想円筒面上に位置するよう曲面状に形成されている。また、第 2 筒部 5 1 2 の外周壁の平面部とスプール 6 1 の内周壁との間には隙間が形成されている。

[0300] 本実施形態では、筒部材 5 1 を上ハウジング 2 1 の吸入穴部 2 1 2 にねじ結合するとき、工具の壁面を第 2 筒部 5 1 2 の外周壁に当てて回転させることにより、筒部材 5 1 を吸入穴部 2 1 2 にねじ結合する。

[0301] 図 5、1 8 に示すように、本実施形態では、筒部材 5 1 の第 2 筒部 5 1 2 は、コイル 6 0 の内側筒状面 6 0 2 の内側、すなわち、スプール 6 1 の加圧室 2 0 0 側の端部の内側に位置している。そのため、筒部材 5 1 を吸入穴部 2 1 2 にねじ結合するときに工具の壁面を当てる六角筒状の外周壁を、筒部材 5 1 の外周壁のうちスプール 6 1 に対し加圧室 2 0 0 側に形成する場合と

比べ、筒部材 5 1 およびニードル 5 3 の軸方向の長さを短くすることができる。これにより、慣性マスを小さくすることができ、応答性の向上、および、N V の低減を図ることができる。

[0302] また、本実施形態では、コイル 6 0 が互いに径の異なる内側筒状面 6 0 1 および内側筒状面 6 0 2 を有し、当該内側筒状面 6 0 1 および内側筒状面 6 0 2 の径方向外側に巻線 6 2 0 が巻き回されている。また、上述のように、筒部材 5 1 の第 2 筒部 5 1 2 は、コイル 6 0 の内側筒状面 6 0 2 の内側に位置している。そのため、第 2 筒部 5 1 2 の径方向の厚みを大きくでき、第 2 筒部 5 1 2 が磁気絞りとなるのを抑制することができる。

[0303] 一方、仮に、コイル 6 0 が内側筒状面 6 0 1 を有さず、内側筒状面 6 0 2 のみ有し、内側筒状面 6 0 2 の径方向外側に本実施形態と同じだけ巻線 6 2 0 を巻き回そうとすると、巻線部 6 2 の軸方向の長さが長くなるとともに、固定コア 5 7 およびニードル 5 3 の軸方向の長さが長くなる。そのため、N V が増大するとともに、巻線部 6 2 の抵抗が増大するためコイル 6 0 の消費電力が増大するおそれがある。

[0304] また、仮に、コイル 6 0 が内側筒状面 6 0 2 を有さず、内側筒状面 6 0 1 のみ有し、内側筒状面 6 0 1 の径方向外側に本実施形態と同じだけ巻線 6 2 0 を巻き回そうとすると、上記と同様の問題が生じる他、筒部材 5 1 の第 2 筒部 5 1 2 の径方向の厚みが小さくなり、第 2 筒部 5 1 2 が磁気絞りとなるおそれがある。この場合、固定コア 5 7 と可動コア 5 5 との間の吸引力が不十分となり、必要な応答性を確保することができなくなるおそれがある。

[0305] 図 1 9 は、本実施形態のコイル 6 0 の一部を簡略化して模式的に示したものである。そのため、コイル 6 0 を構成する各部材および各部位間の相対的な長さや大きさ等は、実際と異なる。また、スプール 6 1 の外周壁に巻き回された巻線 6 2 0 の巻き数についても、実際のものよりも少なくし簡略化して表示している。

[0306] 図 1 9 に示すように、コイル 6 0 は、内側筒状面 6 0 1 と内側筒状面 6 0 2 とを連結する仮想的な連結面 6 0 5 を有している。連結面 6 0 5 は、略円

環状に形成されている。内側筒状面 601、内側筒状面 602 および連結面 605 は、スプール 61 の外周壁に位置している。連結面 605 は、少なくとも一部が加圧室 200 側から加圧室 200 とは反対側へ向かうに従いスプール 61 の軸に近付くようテーパ状に形成されている。

[0307] より具体的には、連結面 605 は、内側筒状面 601 および内側筒状面 602 のうち最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601 との接続部分がテーパ状に形成されており、それ以外の部分、すなわち、内側筒状面 602 側の部分は、スプール 61 の軸に対し垂直となるよう形成されている。連結面 605 のうち内側筒状面 601 との接続部分であるテーパ状の部分をテーパ面部 691 とし、それ以外の部分であるスプール 61 の軸に対し垂直となる平面状の部分を垂直面部 692 とする。

[0308] また、図 19 に示すように、スプール 61 の軸を含む仮想平面 VP1 による断面において、内側筒状面 601 と連結面 605 とのなす角、すなわち、内側筒状面 601 とテーパ面部 691 とのなす角のうち劣角 θ は、120 度である。

[0309] なお、本実施形態では、巻線部 62 の加圧室 200 側の端面 621 は、内側筒状面 602 との接続部分がテーパ状に形成されている。当該接続部分と内側筒状面 602 とのなす角 θ は、120 度である。

[0310] また、図 19 に示すように、巻線 620 は、内側筒状面 601 および内側筒状面 602 のうち最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601 から径方向外側へ向かって N 層巻き回されている。本実施形態では、N は、偶数である。図 19 においては、 $N=10$ 、すなわち、内側筒状面 601 から径方向外側へ向かって 10 層巻き回された巻線 620 を示している。

[0311] 本実施形態では、スプール 61 の外周壁に巻線 620 を巻き回すとき、1 層目において巻線 620 をスプール 61 の軸方向の加圧室 200 側へ向かって巻き回し、2 層目において巻線 620 をスプール 61 の軸方向の加圧室 200 とは反対側へ向かって巻き回し、3 層目において巻線 620 をスプール 61 の軸方向の加圧室 200 側へ向かって巻き回し、これを N 層目まで繰り返す。

返す。上述のように、 N を偶数とすることにより、巻線620の巻き始めの位置と巻き終わりの位置とを、例えばスプール61の軸方向の端部のうち加圧室200とは反対側に設定することができる。よって、端子651への接続を容易にできる（図22、23参照）。

[0312] また、図19に示すように、巻線620は、内側筒状面601から径方向外側へ向かう1層目における軸方向の巻き回数と2層目における軸方向の巻き回数とが同じである。図19においては、実際のものより簡略化し、巻線620の1層目における軸方向の巻き回数、および、2層目における軸方向の巻き回数がいずれも5であることを示している。ここで、1層目において軸方向に隣り合う巻線620の間に2層目の巻線620が位置している。

[0313] なお、本実施形態では、テーパ面部691は、1層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620、および、2層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620に当接している。また、垂直面部692のテーパ面部691との接続部分は、2層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620に当接している。すなわち、テーパ面部691と垂直面部692との境界は、内側筒状面601から径方向外側へ向かって巻き回される巻線620の2層目に位置している。

[0314] また、図19に示すように、巻線620は、内側筒状面601および内側筒状面602のうち最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面601と最も径の大きい内側筒状面である内側筒状面602との間TB1において、1層毎の巻線620の軸方向の巻き回数は、全ての層で同一である。図19においては、内側筒状面601と内側筒状面602との間TB1において、巻線620は径方向外側へ向かって4層巻き回され、巻線620の1層毎の軸方向の巻き回数が、全ての層（1～4層目）で5であることを示している。ここで、 m 層目において軸方向に隣り合う巻線620の間に $m+1$ 層目の巻線620が位置している。

[0315] 次に、本実施形態によるコイル60と比較形態によるコイル60とを比較

し、比較形態に対する本実施形態の効果上の優位性を明らかにする。

[0316] 図20に第1比較形態によるコイル60を示し、図21に第2比較形態によるコイル60を示す。

[0317] 図20に示すように、第1比較形態によるコイル60は、連結面605の形状が、本実施形態によるコイル60と異なる。第1比較形態によるコイル60では、連結面605は、全ての部位がスプール61の軸に対し垂直となるよう平面状に形成されており、内側筒状面601と連結面605とのなす角のうち劣角 θ は、90度である。そのため、1層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620と連結面605との間に隙間Sp1が形成されている。これにより、1層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620が隙間Sp1側へ位置ずれするおそれがある。その結果、1層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620に接触する2層目の巻線620がスプール61の径方向に位置ずれするおそれがある。したがって、スプール61に巻き回される巻線620の状態が不安定になるおそれがある。

[0318] 一方、本実施形態によるコイル60は、図19に示すように、スプール61の軸を含む仮想平面VP1による断面において、内側筒状面601と連結面605とのなす角、すなわち、内側筒状面601とテーパ面部691とのなす角のうち劣角 θ は、120度である。そのため、テーパ面部691は、1層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620、および、2層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620に当接している。よって、本実施形態によるコイル60では、第1比較形態によるコイル60において形成される隙間Sp1は形成されていない。また、垂直面部692のテーパ面部691との接続部分は、2層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620に当接している。この構成により、本実施形態によるコイル60では、1層目の巻線620のうちスプール

61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620、および、当該巻線620に接触する2層目の巻線620の位置ずれを抑制し、スプール61に巻き回される巻線620の状態を安定にすることができる。

[0319] 図21に示すように、第2比較形態によるコイル60では、内側筒状面601と内側筒状面602との間TB1において、各層の巻線620の軸方向の巻き回数が、本実施形態によるコイル60と異なる。第2比較形態によるコイル60では、1層目および3層目の巻線620の軸方向の巻き回数は5、2層目および4層目の巻線620の軸方向の巻き回数は4である。そのため、2層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620と連結面605との間に隙間Sp2が形成されている。また、4層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620と連結面605との間に隙間Sp3が形成されている。これにより、3層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620が隙間Sp2側へ位置ずれするおそれがある。また、隙間Sp3に面する5層目の巻線620が隙間Sp3側へ位置ずれするおそれがある。したがって、スプール61に巻き回される巻線620の状態が不安定になるおそれがある。

[0320] 一方、本実施形態によるコイル60では、図19に示すように、巻線620は、内側筒状面601と内側筒状面602との間TB1において、1層毎の巻線620の軸方向の巻き回数は、全ての層で同一である。そのため、本実施形態によるコイル60では、第2比較形態によるコイル60において形成される隙間Sp2、隙間Sp3は形成されていない。この構成により、本実施形態によるコイル60では、3層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620、および、5層目の巻線620の位置ずれを抑制し、スプール61に巻き回される巻線620の状態を安定にすることができる。

[0321] 図24に示すように、スプール61の外周壁には、スプール溝部611、612が形成されている。図24の上段にはスプール61の外周壁の展開図

を示し、図24の下段にはスプール61の断面図を示している。

- [0322] スプール溝部611は、スプール61の外周壁のうち内側筒状面601に対応する部位から径方向内側へ凹みつつスプール61の周方向へ延びるよう形成されている。スプール溝部611は、スプール61の周方向において一部形成されていないものの、スプール61の周方向の略全範囲に形成されている。
- [0323] スプール溝部612は、スプール61の外周壁のうち内側筒状面602に対応する部位から径方向内側へ凹みつつスプール61の周方向へ延びるよう形成されている。スプール溝部612は、スプール61の周方向において約90～360度の範囲に形成されている。すなわち、スプール61の外周壁のうち内側筒状面602に対応する部位の周方向の一部（0～約90度の範囲）には、スプール溝部612は形成されていない。
- [0324] スプール61の外周壁のうち内側筒状面601に対応する部位の周方向の一部（0～約90度の範囲）においては、スプール溝部611は、前記周方向の一部以外（約90～360度の範囲）の部位におけるスプール溝部611に対し傾斜するよう形成されている。
- [0325] 巻線620は、一部がスプール溝部611、612に入り込むようにしてスプール61に巻き回される。これにより、スプール61に対し巻線620を安定させることができる。なお、スプール61の外周壁のうち内側筒状面601に対応する部位に巻き回された巻線620が内側筒状面602に対応する部位に巻き回される、切り替わりの時点では、スプール61に対する巻線620の位置がばらつくおそれがある。本実施形態では、上述のように、スプール61の外周壁のうち内側筒状面602に対応する部位の周方向の一部には、スプール溝部612は形成されていない。そのため、上記巻線620の位置のばらつきを、スプール61の外周壁のうちスプール溝部612が形成されていない部位で吸収することができる。
- [0326] 以上説明したように、（B1）本実施形態の高圧ポンプ10は、加圧室形成部としてのシリンダ23と吸入通路形成部としての上ハウジング21とシ

ート部材 31 と弁部材 40 と筒部材 51 とニードル 53 と可動コア 55 と付勢部材としてのスプリング 54 と固定コア 57 とコイル 60 とを備えている。シリンダ 23 は、燃料が加圧される加圧室 200 を形成している。

[0327] 上ハウジング 21 は、加圧室 200 に吸入される燃料が流れる吸入通路 216 を形成している。シート部材 31 は、吸入通路 216 に設けられ、一方の面と他方の面とを連通する連通路 32 および連通路 33 を有している。弁部材 40 は、シート部材 31 の加圧室 200 側に設けられ、シート部材 31 から離間し開弁またはシート部材 31 に当接し閉弁することで連通路 32 および連通路 33 における燃料の流れを許容または規制可能である。

[0328] 筒部材 51 は、シート部材 31 の加圧室 200 とは反対側に設けられている。ニードル 53 は、筒部材 51 の内側において軸方向に往復移動可能に設けられ、一端が弁部材 40 の加圧室 200 とは反対側の面に当接可能である。可動コア 55 は、ニードル 53 の他端に設けられている。

[0329] スプリング 54 は、ニードル 53 を加圧室 200 側へ付勢可能である。固定コア 57 は、筒部材 51 の加圧室 200 とは反対側に設けられている。コイル 60 は、巻線 620 をスプール 61 に巻き回すことで筒状に形成された巻線部 62 を有し、巻線部 62 への通電により固定コア 57 と可動コア 55 との間に吸引力を生じさせ、可動コア 55 およびニードル 53 を閉弁方向へ移動させることが可能である。

[0330] コイル 60 は、巻線部 62 の外周面を通る 1 つの外側筒状面 600、および、巻線部 62 の内周面を通り互いに径の異なる内側筒状面 601 および内側筒状面 602 を有している。内側筒状面 601 および内側筒状面 602 は、加圧室 200 側ほど径が大きい。

[0331] 少なくともコイル 60 への非通電時、可動コア 55 の固定コア 57 側の端面 551 は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601 の軸方向の中心 C_{i1} と外側筒状面 600 の軸方向の中心 C_{o1} との間に位置している。そのため、コイル 60 への通電時、可動コア 55 に作用する吸引力を大きくすることができる。これにより、可動コア 55 の応答性を向上させること

ができる。また、可動コア 55 の応答性が高いため、可動コア 55 に作用する吸引力を低下させることなく、コイル 60 へ流す電流を低減することができる。したがって、コイル 60 を含む電磁駆動部の消費電力を低減することができる。

[0332] また、(B2) 本実施形態では、可動コア 55 の加圧室 200 側の端面 552 は、巻線部 62 の加圧室 200 側の端面 621 に対し固定コア 57 側に位置している。そのため、可動コア 55 の軸方向の長さを短くでき、可動コア 55 を軽くすることができる。これにより、可動コア 55 の応答性を向上するとともに、NV を低減することができる。

[0333] また、(B3) 本実施形態では、コイル 60 は、内側筒状面 601 と内側筒状面 602 とを連結する連結面 605 を有している。内側筒状面 601、内側筒状面 602 および連結面 605 は、スプール 61 の外周壁に位置している。連結面 605 は、少なくとも一部、すなわち、垂直面部 692 がスプール 61 の軸に対し垂直となるよう形成されている。そのため、内側筒状面 601 の径方向外側に巻き回す巻線 620 の位置ずれを抑制することができる。これにより、コイル 60 を容易に製造することができる。

[0334] また、(B4) 本実施形態では、連結面 605 は、少なくとも一部、すなわち、テーパ面部 691 が加圧室 200 側から加圧室 200 とは反対側へ向かうに従いスプール 61 の軸に近付くようテーパ状に形成されている。そのため、連結面 605 のテーパ面部 691 を、各層の巻線 620 のうちスプール 61 の軸方向の最も加圧室 200 側に位置する巻線 620 に当接させることができる。これにより、巻線 620 の位置ずれを抑制することができる。

[0335] また、(B5) 本実施形態では、連結面 605 は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601 との接続部分、すなわち、テーパ面部 691 がテーパ状に形成されている。スプール 61 の軸を含む仮想平面 VP1 による断面において、内側筒状面 601 と連結面 605 のテーパ面部 691 とのなす角は 120 度である。そのため、連結面 605 のテーパ面部 691 を、1 層目の巻線 620 のうちスプール 61 の軸方向の最も加圧室 200 側に位置

する巻線 620、および、2層目の巻線 620のうちスプール 61の軸方向の最も加圧室 200側に位置する巻線 620に当接させることができる。これにより、特に内側筒状面 601と連結面 605との接続部分において、巻線 620の位置ずれを抑制することができる。したがって、スプール 61に巻き回される巻線 620の状態を安定にすることができる。

[0336] また、(B7)本実施形態では、巻線 620は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601から径方向外側へ向かってN層巻き回されている。Nは、偶数である。そのため、巻線 620の巻き始めの位置と巻き終わりの位置とを、例えばスプール 61の軸方向の端部のうち加圧室 200とは反対側に設定することができる。これにより、巻線 620をスプール 61に沿わせて固定できる。したがって、スプール 61が熱により変形しても、巻線 620に過度のテンションが作用することを抑制し、巻線 620が冷熱疲労により断線するのを抑制することができる。また、Nを偶数とすることにより、端子 651と巻線 620との接続が容易となる。

[0337] また、(B8)本実施形態では、巻線 620は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601から径方向外側へ向かう1層目における軸方向の巻き回数と2層目における軸方向の巻き回数とが同じである。そのため、1層目において軸方向に隣り合う巻線 620の間に2層目の巻線 620を位置させることができる。また、2層目の巻線 620のうちスプール 61の軸方向の最も加圧室 200側に位置する巻線 620と連結面 605とを当接させることができる。これにより、特に3層目の巻線 620のうちスプール 61の軸方向の最も加圧室 200側に位置する巻線 620の位置ずれを抑制することができる。したがって、スプール 61に巻き回される巻線 620の状態を安定にすることができる。

[0338] また、(B9)本実施形態では、巻線 620は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面 601と最も径の大きい内側筒状面である内側筒状面 602との間TB1において、巻線 620の1層毎の軸方向の巻き回数は、全ての層で同一である。そのため、N層目において軸方向に隣り合う巻線 62

0の間にN+1層目の巻線620を位置させることができる。また、偶数層目の巻線620のうちスプール61の軸方向の最も加圧室200側に位置する巻線620と連結面605とを当接させることができる。これにより、巻線620の位置ずれを抑制することができる。したがって、スプール61に巻き回される巻線620の状態を安定にすることができる。

[0339] <C-1>次に、吐出通路部700を構成する吐出ジョイント70、吐出シート部材71、中間部材81、リリースシート部材85、吐出弁75、リリース弁91、スプリング79、スプリング99について、個別に説明する。

[0340] 図25～27に示すように、吐出ジョイント70は、略円筒状に形成されている。吐出ジョイント70の内側には、略円環状の段差面701が形成されている。吐出ジョイント70は、内側に吐出通路705を形成している。吐出ジョイント70には、内周壁と外周壁とを連通する横穴部702が形成されている。横穴部702は、吐出ジョイント70の周方向に1つ形成されている。吐出ジョイント70には、略六角筒状の多角筒面703が形成されている。多角筒面703は、吐出ジョイント70の外周壁の軸方向において概ね段差面701の径方向外側の位置に形成されている。

[0341] 図28～30に示すように、吐出シート部材71は、吐出部材本体72、吐出孔73、吐出弁座74を有している。吐出部材本体72は、略円板状に形成されている。吐出部材本体72の外径は、吐出ジョイント70の一方の端部の内径よりやや大きい。吐出部材本体72は、外周壁が吐出ジョイント70の一方の端部の内周壁に嵌合するようにして吐出ジョイント70の内側に設けられる。

[0342] 吐出部材本体72には、吐出凹部721、内側突起722、外側突起723が形成されている。吐出凹部721は、吐出部材本体72の一方の端面の中央から他方の端面側へ略円筒状に凹むようにして形成されている。内側突起722は、吐出部材本体72の他方の端面から略円環状に突出するよう形成されている。外側突起723は、内側突起722の径方向外側において吐

出部材本体 7 2 の他方の端面から略円環状に突出するよう形成されている。

[0343] 吐出孔 7 3 は、内側突起 7 2 2 の径方向内側における吐出部材本体 7 2 の端面と吐出凹部 7 2 1 の底面とを連通するよう略円筒状に形成されている。吐出弁座 7 4 は、吐出凹部 7 2 1 の底面において吐出孔 7 3 の周囲に略円環状に形成されている。吐出凹部 7 2 1、内側突起 7 2 2、外側突起 7 2 3、吐出孔 7 3、吐出弁座 7 4 は、吐出部材本体 7 2 と略同軸となるよう形成されている。

[0344] 図 3 1 ～ 3 3 に示すように、中間部材 8 1 は、中間部材本体 8 2、第 1 流路 8 3 を有している。中間部材本体 8 2 は、略円板状に形成されている。中間部材本体 8 2 は、吐出ジョイント 7 0 の一方の端部の内側において吐出シート部材 7 1 に当接するようにして設けられる。中間部材本体 8 2 の外径は、吐出ジョイント 7 0 の一方の端部の内径よりやや小さい。

[0345] 中間部材本体 8 2 には、中間凹部 8 2 1 が形成されている。中間凹部 8 2 1 は、中間部材本体 8 2 の一方の端面の中央から他方の端面側へ略円筒状に凹むようにして形成されている。中間凹部 8 2 1 は、中間部材本体 8 2 と略同軸となるよう形成されている。

[0346] 第 1 流路 8 3 は、中間凹部 8 2 1 の径方向外側において中間部材本体 8 2 の一方の端面と他方の端面とを連通するよう略円筒状に形成されている。第 1 流路 8 3 は、中間部材本体 8 2 の周方向に等間隔で 5 つ形成されている。

[0347] 本実施形態では、中間部材 8 1 に環状溝 8 0 0 が形成されている。環状溝 8 0 0 は、中間部材本体 8 2 の他方の端面から一方の端面側へ凹むよう略円環状に形成されている。環状溝 8 0 0 は、中間部材本体 8 2 と略同軸に形成されている。また、環状溝 8 0 0 は、全ての第 1 流路 8 3 の端部に接続している。

[0348] 図 3 4 ～ 3 6 に示すように、リリーフシート部材 8 5 は、リリーフ部材本体 8 6、リリーフ孔 8 7、リリーフ弁座 8 8、第 2 流路 8 9、リリーフ外周凹部 8 5 1、逃がし横穴 8 5 2、横穴 8 5 3 を有している。リリーフ部材本体 8 6 は、リリーフ部材筒部 8 6 1、リリーフ部材底部 8 6 2 を有している

。リリーフ部材筒部 861 は、略円筒状に形成されている。リリーフ部材底部 862 は、リリーフ部材筒部 861 の一方の端部を塞ぐようにしてリリーフ部材筒部 861 と一体に形成されている。

[0349] リリーフ部材筒部 861 の内周壁は、リリーフ弁摺動部 93 との摺動部位 805 の内径より、摺動部位 805 に対し加圧室 200 側の部位 806 の内径が大きくなるよう形成されている。また、リリーフ部材筒部 861 の内周壁は、部位 806 の内径より、部位 806 に対し加圧室 200 側の部位 807 の内径が大きくなるよう形成されている（図 34 参照）。

[0350] リリーフ部材本体 86 は、吐出ジョイント 70 の内側において中間部材 81 の吐出シート部材 71 とは反対側に設けられる。リリーフ部材筒部 861 の外径は、吐出ジョイント 70 の段差面 701 に対し吐出シート部材 71 側の部位の内径と略同じである。リリーフ部材本体 86 は、リリーフ部材筒部 861 のリリーフ部材底部 862 とは反対側の端面が中間部材本体 82 の端面の外縁部に当接し、リリーフ部材筒部 861 のリリーフ部材底部 862 側の端面の外縁部が吐出ジョイント 70 の段差面 701 に当接するよう、吐出ジョイント 70 の内側に設けられる。

[0351] リリーフ孔 87 は、リリーフ部材底部 862 の中央の一方の面と他方の面とを連通するよう略円筒状に形成されている。リリーフ弁座 88 は、リリーフ部材底部 862 の一方の面においてリリーフ孔 87 の周囲に環状に形成されている。ここで、リリーフ弁座 88 は、リリーフ部材筒部 861 の軸方向の一方側から他方側へ向かうに従いリリーフ部材筒部 861 の軸に近づくようテーパ状に形成されている。リリーフ孔 87 およびリリーフ弁座 88 は、リリーフ部材本体 86 と略同軸となるよう形成されている。

[0352] 第 2 流路 89 は、リリーフ部材筒部 861 の一方の端面と他方の端面とを連通するよう略円筒状に形成されている。第 2 流路 89 は、リリーフ部材筒部 861 の周方向に等間隔で 4 つ形成されている。

[0353] リリーフ外周凹部 851 は、リリーフ部材筒部 861 の外周壁から径方向内側へ凹むよう略円筒状に形成されている。逃がし横穴 852 は、リリーフ

外周凹部 851 とリリース部材筒部 861 の内周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。逃がし横穴 852 は、リリース部材筒部 861 の周方向に 90 度の間隔で 2 つ形成されている（図 35 参照）。2 つの逃がし横穴 852 を周方向に均等に配置しないことで、開弁作動時にリリース弁 91 を片側に寄せて流れを安定させることができる。なお、仮に、2 つの逃がし横穴 852 を周方向に均等に配置した場合、負圧バランスのばらつきによって片寄る方向が一定にならないため、リリース弁 91 の挙動が不安定になるおそれがある。

[0354] 横穴 853 は、逃がし横穴 852 のリリース部材底部 862 とは反対側においてリリース外周凹部 851 とリリース部材筒部 861 の内周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。横穴 853 は、リリース部材筒部 861 の周方向に 1 つ形成されている。横穴 853 の内径と逃がし横穴 852 の内径は、同じである。

[0355] なお、リリース部材本体 86 が、吐出ジョイント 70 の内側において中間部材 81 の吐出シート部材 71 とは反対側に設けられた状態では、環状溝 800 は、中間部材 81 の第 1 流路 83 とリリースシート部材 85 の第 2 流路 89 とを接続する。また、本実施形態では、第 2 流路 89 が形成されたリリース部材筒部 861 の軸方向の長さは、第 1 流路 83 が形成された中間部材本体 82 の軸方向の長さより長い。

[0356] 図 37～39 に示すように、吐出弁 75 は、吐出弁当接部 76、吐出弁摺動部 77 を有している。吐出弁当接部 76 は、略円板状に形成されている。吐出弁当接部 76 の外径は、吐出シート部材 71 の吐出凹部 721 の内径より小さく、中間部材 81 の中間凹部 821 の内径より大きい。吐出弁当接部 76 は、一方の面の外縁部が吐出弁座 74 に当接、または、吐出弁座 74 から離間可能なよう吐出凹部 721 の内側に設けられる。

[0357] 吐出弁摺動部 77 は、吐出弁当接部 76 の他方の面から略円筒状に突出するよう吐出弁当接部 76 と一体に形成されている。吐出弁摺動部 77 は、吐出弁当接部 76 と略同軸に形成されている。吐出弁摺動部 77 の外径は、中

間凹部 8 2 1 の内径よりやや小さい。吐出弁 7 5 は、吐出弁摺動部 7 7 の外周壁が中間凹部 8 2 1 の内周壁と摺動しつつ軸方向に往復移動可能に設けられる。

[0358] 吐出弁摺動部 7 7 には、孔部 7 7 1 が形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の内周壁と外周壁とを連通するよう略円筒状に形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の周方向に等間隔で 4 つ形成されている。孔部 7 7 1 は、吐出弁摺動部 7 7 の内側の空間と外側の空間とを連通している。

[0359] 本実施形態では、吐出弁摺動部 7 7 の内周壁は、吐出弁当接部 7 6 側から吐出弁当接部 7 6 とは反対側へ向かうに従い内径が大きくなるようテーパ状に形成されている（図 3 7 参照）。そのため、スプリング 7 9 の外周部が吐出弁摺動部 7 7 の内周壁に接触するのを抑制できる。また、吐出弁摺動部 7 7 の内周壁に段差が形成されていないため、バリ取りを簡素化できる。また、本実施形態では、加工性の観点から、吐出弁当接部 7 6 の端面と孔部 7 7 1 とを離間させている。

[0360] 図 4 0 ～ 4 2 に示すように、リリーフ弁 9 1 は、リリーフ弁当接部 9 2、リリーフ弁摺動部 9 3、リリーフ弁突出部 9 4 を有している。リリーフ弁当接部 9 2 は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁当接部 9 2 は、一方の端部の外周壁が、他方から一方に向かうに従い軸に近づくようテーパ状に形成されている。リリーフ弁当接部 9 2 は、一方の端部がリリーフ弁座 8 8 に当接、または、リリーフ弁座 8 8 から離間可能なようリリーフ部材筒部 8 6 1 の内側に設けられる。

[0361] リリーフ弁摺動部 9 3 は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 は、一端がリリーフ弁当接部 9 2 の他端に接続するようリリーフ弁当接部 9 2 と一体に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 は、リリーフ弁当接部 9 2 と略同軸に形成されている。リリーフ弁摺動部 9 3 の外径は、リリーフ部材筒部 8 6 1 の内径よりやや小さい。リリーフ弁摺動部 9 3 は、リリーフ部材筒部 8 6 1 の内側に設けられた状態では、外周壁がリリーフ部材筒部

８６１の内周壁と摺動可能である。

[0362] リリーフ弁摺動部９３は、リリーフ弁当接部９２側の端部の外周壁が、リリーフ弁当接部９２とは反対側からリリーフ弁当接部９２側へ向かうに従い軸に近づくようテーパ状に形成されている。なお、リリーフ弁当接部９２がリリーフ弁座８８に当接しているとき、リリーフシート部材８５の逃がし横穴８５２は、リリーフ弁摺動部９３の外周壁により閉塞される（図６参照）。

[0363] リリーフ弁突出部９４は、略円柱状に形成されている。リリーフ弁突出部９４は、一端がリリーフ弁摺動部９３のリリーフ弁当接部９２とは反対側の端面の中央に接続するようリリーフ弁摺動部９３と一体に形成されている。リリーフ弁突出部９４は、リリーフ弁摺動部９３と略同軸に形成されている。リリーフ弁突出部９４の外径は、リリーフ弁摺動部９３の外径より小さい。なお、リリーフ弁当接部９２がリリーフ弁座８８に当接しているとき、リリーフ弁突出部９４のリリーフ弁摺動部９３とは反対側の端面は、リリーフ部材筒部８６１のリリーフ部材底部８６２とは反対側の端面よりもリリーフ部材底部８６２側に位置する（図６参照）。

[0364] 図６に示すように、係止部材９５は、略円筒状に形成されている。係止部材９５の外径は、リリーフ部材筒部８６１の内周壁の部位８０７の内径よりやや大きい。係止部材９５は、外周壁がリリーフ部材筒部８６１の内周壁の部位８０７に嵌合するようリリーフ部材筒部８６１の内側に圧入されている。すなわち、係止部材９５は、リリーフ部材筒部８６１と略同軸に設けられる。係止部材９５は、リリーフ部材筒部８６１の軸方向においてリリーフ部材筒部８６１のリリーフ部材底部８６２とは反対側の端部の近傍に設けられる。

[0365] 係止部材９５の内径は、リリーフ弁突出部９４の外径より大きい。リリーフ弁当接部９２がリリーフ弁座８８に当接しているとき、リリーフ弁突出部９４のリリーフ弁摺動部９３とは反対側の端面は、係止部材９５の内側に位置する。ここで、係止部材９５の内周壁とリリーフ弁突出部９４の外周壁と

の間には、略円筒状の隙間 S_{q1} が形成される。つまり、係止部材 95 の内周壁とリリーフ弁突出部 94 の外周壁とは摺動しない。

[0366] 図 43、44 に示すように、スプリング 79 は、金属製の線材 790 を巻くことによりコイル状に形成されている。スプリング 79 は、スプリング端面 791、スプリング端面 792 を有している。スプリング端面 791 は、スプリング 79 の軸方向の一方の端部において平面状に形成されている。スプリング端面 792 は、スプリング 79 の軸方向の他方の端部において平面状に形成されている。

[0367] スプリング 79 は、スプリング端面 791 が中間部材 81 の中間凹部 821 の底面に当接し、スプリング端面 792 が吐出弁 75 の吐出弁当接部 76 の吐出弁摺動部 77 側の端面に当接するよう吐出弁摺動部 77 の内側に設けられる。この状態で、スプリング 79 は、吐出弁 75 を中間部材 81 とは反対側へ付勢可能である。なお、線材 790 の線径は、リリーフシート部材 85 の横穴 853 の内径より小さい。

[0368] 図 45、46 に示すように、スプリング 99 は、金属製の線材 990 を巻くことによりコイル状に形成されている。ここで、線材 990 の線径は、線材 790 の線径より大きい。スプリング 99 は、スプリング端面 991、スプリング端面 992 を有している。スプリング端面 991 は、スプリング 99 の軸方向の一方の端部において平面状に形成されている。スプリング端面 992 は、スプリング 99 の軸方向の他方の端部において平面状に形成されている。

[0369] スプリング 99 は、スプリング端面 991 がリリーフ弁摺動部 93 のリリーフ弁突出部 94 側の端面に当接し、スプリング端面 992 が係止部材 95 のリリーフ部材底部 862 側の端面に当接するようリリーフ部材筒部 861 の内側に設けられる。この状態で、スプリング 99 は、リリーフ弁 91 をリリーフ部材底部 862 側へ付勢可能である。なお、リリーフ部材筒部 861 の内周壁の部位 807 に対する係止部材 95 の軸方向の位置を調整することにより、スプリング 99 の付勢力を調整することができる。

[0370] 上述したように、本実施形態では、中間部材 8 1 には、第 1 流路 8 3 が周方向に等間隔で 5 つ、すなわち、奇数個形成されている。また、リリーフシート部材 8 5 には、第 2 流路 8 9 が周方向に等間隔で 4 つ、すなわち、偶数個形成されている。また、第 1 流路 8 3 の個数と第 2 流路 8 9 の個数とは、互いに素の関係である。そのため、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 とが軸回りにどのように相対回転したとしても、中間部材 8 1 の軸方向から見たときの第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 との重なり面積の変動を小さくすることができる。これにより、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 との相対的な回転方向の位置関係に応じて燃料の流れに変動が生じるのを抑制することができる。したがって、製品毎の吐出量のばらつきを抑制することができる。

[0371] また、本実施形態では、吐出弁 7 5 は、吐出弁座 7 4 に当接可能な吐出弁当接部 7 6、および、吐出弁当接部 7 6 の中間部材 8 1 側に形成され中間部材 8 1 と摺動可能な吐出弁摺動部 7 7 を有している。吐出弁摺動部 7 7 の外径は、吐出弁当接部 7 6 の外径より小さい。

[0372] 吐出弁 7 5 が開弁しているとき、プランジャ 1 1 が加圧室 2 0 0 とは反対側に移動し加圧室 2 0 0 の容積が増大すると、吐出凹部 7 2 1 の燃料は、吐出孔 7 3 側へ流れる。このときの燃料の流れが吐出弁当接部 7 6 の吐出弁摺動部 7 7 側の面の外縁部に当たることで、吐出弁 7 5 を速やかに閉弁することができる。

[0373] また、本実施形態では、吐出シート部材 7 1 は、吐出孔 7 3 の径方向外側において吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 側の面から加圧室 2 0 0 側へ環状に突出し吐出通路形成部としての上ハウジング 2 1 の吐出穴部 2 1 4 の底面に当接する内側突起 7 2 2、および、内側突起 7 2 2 の径方向外側において吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 側の面から加圧室 2 0 0 側へ環状に突出し上ハウジング 2 1 の吐出穴部 2 1 4 の底面に当接する外側突起 7 2 3 を有している。

[0374] 仮に、内側突起 7 2 2 が形成されず、外側突起 7 2 3 のみ形成されている

場合、吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 側の端面の内縁部と吐出穴部 2 1 4 の底面との間に隙間が形成される。この場合、吐出弁 7 5 が吐出弁座 7 4 に当接したとき、吐出部材本体 7 2 の内縁部が加圧室 2 0 0 側へ変形するように傾き、吐出シート部材 7 1 と吐出弁 7 5 との間に滑りが生じ、摩耗するおそれがある。

[0375] 一方、本実施形態では、外側突起 7 2 3 の径方向内側に内側突起 7 2 2 が形成されているため、吐出弁 7 5 が吐出弁座 7 4 に当接したとき、吐出部材本体 7 2 の内縁部が加圧室 2 0 0 側へ変形するように傾くのを抑制することができる。したがって、吐出シート部材 7 1 と吐出弁 7 5 との摩耗を抑制することができる。

[0376] 吐出弁 7 5 によるシール部の軸方向に重なる位置に内側突起 7 2 2 を配置することで、吐出シート部材 7 1 の変形を抑制できる（図 6 参照）。

[0377] また、吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 側の端面を吐出穴部 2 1 4 の底面に当接させず、内側突起 7 2 2 および外側突起 7 2 3 が吐出穴部 2 1 4 の底面に当接する構成とすることにより、吐出穴部 2 1 4 の底面に対する吐出シート部材 7 1 の面圧を確保することができる。

[0378] 本実施形態では、吐出シート部材 7 1、中間部材 8 1、リリースシート部材 8 5 は、硬度が同じに設定されている。ここで、中間部材 8 1 の硬度を、吐出シート部材 7 1 およびリリースシート部材 8 5 の硬度より低くしてもよい。この場合、シール性を向上できる。

[0379] また、本実施形態では、リリース弁 9 1 は、リリース弁座 8 8 に当接可能なリリース弁当接部 9 2、および、リリース弁当接部 9 2 の中間部材 8 1 側に形成されリリース部材本体 8 6 と摺動可能なリリース弁摺動部 9 3 を有している。リリース弁 9 1 の重心は、リリース弁摺動部 9 3 に設定されている。そのため、リリース弁摺動部 9 3 のリリース部材本体 8 6 との摺動箇所を研削する際、リリース弁 9 1 が倒れにくいため、研削が容易である。また、リリース部材本体 8 6 と摺動する部位であるリリース弁摺動部 9 3 に重心が設定されていると、重心のある箇所に力が加わるため、リリース弁 9 1 の移

動が安定する。

[0380] また、本実施形態では、リリーフ部材本体 86 は、筒状に形成されている。リリーフシート部材 85 は、リリーフ部材本体 86 の内周壁と外周壁とを接続する横穴 853 を有している。本実施形態は、リリーフ弁付勢部材としてのスプリング 99 をさらに備えている。スプリング 99 は、線材 990 を巻くことによりコイル状に形成され、リリーフ部材本体 86 の内側に設けられ、リリーフ弁 91 をリリーフ弁座 88 側に付勢する。線材 990 の線径は、横穴 853 の内径より小さい。そのため、スプリング 99 の線材 990 により横穴 853 が閉塞されるのを抑制することができる。

[0381] また、本実施形態では、リリーフ部材本体 86 は、筒状に形成されている。リリーフ弁 91 は、リリーフ弁座 88 に当接可能なリリーフ弁当接部 92、リリーフ弁当接部 92 の中間部材 81 側に形成されリリーフ部材本体 86 の内周壁と摺動可能なリリーフ弁摺動部 93、および、リリーフ弁摺動部 93 から中間部材 81 側へ突出するリリーフ弁突出部 94 を有している。本実施形態は、リリーフ弁付勢部材としてのスプリング 99、係止部材 95 をさらに備えている。スプリング 99 は、リリーフ部材本体 86 の内側に設けられ、リリーフ弁 91 をリリーフ弁座 88 側に付勢する。係止部材 95 は、筒状に形成され、内側にリリーフ弁突出部 94 の一部が位置するようリリーフ部材本体 86 の内側に設けられ、スプリング 99 の端部を係止する。リリーフ弁突出部 94 の外周壁と係止部材 95 の内周壁との間には、筒状の隙間 Sq1 が形成されている。そのため、リリーフ弁 91 が開弁し加圧室 200 側へ移動するとき、係止部材 95 とリリーフ弁摺動部 93 との間の燃料は、隙間 Sq1 を経由して加圧室 200 側へ流れることができる。これにより、係止部材 95 とリリーフ弁摺動部 93 との間の空間の燃料にダンパ作用が生じリリーフ弁 91 の開弁方向の移動の抵抗となるのを抑制することができる。

[0382] また、本実施形態では、中間部材 81 は、リリーフ弁 91 に当接したとき、リリーフ弁 91 の加圧室 200 側への移動を規制可能である。また、本実施形態では、加圧室 200 から燃料が吐出されるとき、吐出通路 705 のう

ち中間部材 8 1 に対し加圧室 2 0 0 側の空間の圧力は、吐出通路 7 0 5 のうち中間部材 8 1 に対しリリーフシート部材 8 5 側の空間の圧力より高くなる。そのため、中間部材 8 1 には、加圧室 2 0 0 側からリリーフシート部材 8 5 側へ向かって圧力が作用する。これにより、中間部材 8 1 のリリーフ弁 9 1 との当接面の応力が高くなる。したがって、リリーフ弁 9 1 が中間部材 8 1 に当接したとしても、中間部材 8 1 が加圧室 2 0 0 側へ移動するのを抑制することができる。

[0383] 以上説明したように、(C 1) 本実施形態の高圧ポンプ 1 0 は、加圧室形成部としてのシリンダ 2 3 と吐出通路形成部としての上ハウジング 2 1 と吐出シート部材 7 1 と中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 と吐出弁 7 5 とリリーフ弁 9 1 とを備えている。

[0384] シリンダ 2 3 は、燃料が加圧される加圧室 2 0 0 を形成している。上ハウジング 2 1 は、加圧室 2 0 0 から吐出される燃料が流れる吐出通路 2 1 7 を形成している。吐出シート部材 7 1 は、吐出通路 2 1 7 に設けられた吐出部材本体 7 2、吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 側の面と加圧室 2 0 0 とは反対側の面とを連通する吐出孔 7 3、および、吐出部材本体 7 2 の加圧室 2 0 0 とは反対側の面において吐出孔 7 3 の周囲に形成された吐出弁座 7 4 を有している。

[0385] 中間部材 8 1 は、吐出シート部材 7 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられた中間部材本体 8 2、中間部材本体 8 2 の加圧室 2 0 0 側の面と加圧室 2 0 0 とは反対側の面とを連通する第 1 流路 8 3 を有している。リリーフシート部材 8 5 は、中間部材 8 1 の加圧室 2 0 0 とは反対側に設けられたリリーフ部材本体 8 6、リリーフ部材本体 8 6 の加圧室 2 0 0 側の面と加圧室 2 0 0 とは反対側の面とを連通するリリーフ孔 8 7、リリーフ部材本体 8 6 の加圧室 2 0 0 側の面においてリリーフ孔 8 7 の周囲に形成されたリリーフ弁座 8 8、および、リリーフ部材本体 8 6 の加圧室 2 0 0 側の面と加圧室 2 0 0 とは反対側の面とを連通する第 2 流路 8 9 を有している。

[0386] 吐出弁 7 5 は、吐出シート部材 7 1 の中間部材 8 1 側に設けられ、吐出弁

座 7 4 から離間し開弁または吐出弁座 7 4 に当接し閉弁することで吐出孔 7 3 における燃料の流れを許容または規制可能である。リリーフ弁 9 1 は、リリーフシート部材 8 5 の中間部材 8 1 側に設けられ、リリーフ弁座 8 8 から離間し開弁またはリリーフ弁座 8 8 に当接し閉弁することでリリーフ孔 8 7 における燃料の流れを許容または規制可能である。

[0387] 中間部材 8 1 またはリリーフシート部材 8 5 の少なくとも一方は、中間部材本体 8 2 とリリーフ部材本体 8 6 との互いに対向する面において環状に形成され第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 とを接続する環状溝 8 0 0 を有している。そのため、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 とが軸回りにどのように相対回転したとしても、第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 とは、環状溝 8 0 0 を経由して互いに連通可能である。これにより、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 との相対位置に関係なく、加圧室 2 0 0 からエンジン 1 側へ吐出される燃料の流路を確保することができる。

[0388] 本実施形態では、吐出弁 7 5 を加圧室 2 0 0 の近傍に配置し、リリーフ弁 9 1 を吐出弁 7 5 に対し加圧室 2 0 0 とは反対側に配置している。そのため、加圧室 2 0 0 に連通し加圧時に高圧の空間となるデッドボリュームを低減することができる。これにより、高圧ポンプ 1 0 から高圧の燃料を吐出可能である。

[0389] また、本実施形態では、吐出弁 7 5 とリリーフ弁 9 1 とを同軸上に配置しつつ、所定の範囲に集約して一体に設けることが可能である。これにより、吐出弁 7 5 およびリリーフ弁 9 1 を含む部位である吐出通路部 7 0 0 を小型化し、結果的に高圧ポンプ 1 0 を小型化することができる。

[0390] また、(C 2) 本実施形態では、第 1 流路 8 3 は、中間部材本体 8 2 の周方向に複数形成されている。第 2 流路 8 9 は、リリーフ部材本体 8 6 の周方向に複数形成されている。そのため、加圧室 2 0 0 からエンジン 1 側へ吐出される燃料の流量を確保することができる。

[0391] なお、第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 とがそれぞれ複数形成されている場合、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 との相対位置によっては、中間部

材 8 1 の軸方向から見たときの第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 との重なり面積が極端に小さくなるおそれがある。しかしながら、本実施形態では、中間部材 8 1 に、第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 とを接続する環状溝 8 0 0 が形成されているため、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 との相対位置に関係なく、加圧室 2 0 0 からエンジン 1 側へ吐出される燃料の流量を確保することができる。

[0392] また、(C 3) 本実施形態では、第 1 流路 8 3 の数と第 2 流路 8 9 の数とは異なる。そのため、第 1 流路 8 3 の中心と第 2 流路 8 9 の中心とのずれ角を小さくすることができる。

[0393] また、(C 4) 本実施形態では、第 1 流路 8 3 の数は、第 2 流路 8 9 の数より多い。環状溝 8 0 0 は、中間部材本体 8 2 に形成されている。すなわち、中間部材 8 1 およびリリーフシート部材 8 5 のうち流路数の多い方の部材である中間部材 8 1 に環状溝 8 0 0 が形成されている。

[0394] 一般に、部材を切削して溝を形成する歯具の先端は角部が R 形状となっているため、歯具を用いて切削により部材に溝を形成する場合、溝の角部は R 状に形成される。環状溝 8 0 0 の R 状の角部に第 1 流路 8 3 が交差すると、当該交差部に鋭い角部が形成され、当該角部に応力が集中する。そのため、強度の関係上、第 1 流路 8 3 が環状溝 8 0 0 の R 状の角部に交差しないよう、第 1 流路 8 3 の流路面積を小さくする必要がある。本実施形態では、第 1 流路 8 3 の流路面積を小さくしても、第 1 流路 8 3 を流れる燃料の流量を確保するため、第 1 流路 8 3 の数を、第 2 流路 8 9 の数より多くしている。

[0395] また、(C 5) 本実施形態では、第 1 流路 8 3 の数と、第 2 流路 8 9 の数とは、互いに素の関係である。そのため、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 とが軸回りにどのように相対回転したとしても、中間部材 8 1 の軸方向から見たときの第 1 流路 8 3 と第 2 流路 8 9 との重なり面積の変動を小さくすることができる。これにより、中間部材 8 1 とリリーフシート部材 8 5 との相対的な回転方向の位置関係に応じて燃料の流れに変動が生じるのを抑制することができる。したがって、製品毎の吐出量のばらつきを抑制するこ

とができる。

[0396] また、(C 6) 本実施形態では、第 1 流路 8 3 の数は、第 2 流路 8 9 の数より多い。第 1 流路 8 3 の長さは、第 2 流路 8 9 の長さより短い。第 1 流路 8 3 の数が第 2 流路 8 9 の数より多いため、第 1 流路 8 3 の 1 つあたりの流路面積を小さくしても流量を確保できる。例えば第 1 流路 8 3 の流路面積を小さくすると、第 1 流路 8 3 を形成する孔の径が小さくなり、加工が困難となるおそれがある。しかしながら、本実施形態では、第 1 流路 8 3 の長さは、第 2 流路 8 9 の長さより短い。そのため、第 1 流路 8 3 の流路面積を小さくしても、第 1 流路 8 3 の加工が容易である。

[0397] また、(C 7) 本実施形態では、吐出ジョイント 7 0 をさらに備えている。吐出ジョイント 7 0 は、筒状に形成され、内側に吐出シート部材 7 1、中間部材 8 1、リリーフシート部材 8 5、吐出弁 7 5、および、リリーフ弁 9 1 を收容し、外周壁が上ハウジング 2 1 に結合されている。そのため、吐出ジョイント 7 0、吐出シート部材 7 1、中間部材 8 1、リリーフシート部材 8 5、吐出弁 7 5、リリーフ弁 9 1 を、予め一体に組み付け、サブアセンブリ化することができる。これにより、高圧ポンプ 1 0 全体の組み付けが容易になり、高圧ポンプ 1 0 を容易に製造することができる。

[0398] (第 2 実施形態)

< A - 2 > 第 2 実施形態による高圧ポンプの一部を図 4 7、4 8 に示す。第 2 実施形態は、弁部材 4 0 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0399] 本実施形態では、バルブ本体 4 1 の第 1 領域 T 1 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1 は、バルブ本体 4 1 の中心から延びて第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 1 の中心を通る直線 L C 1 1 と、バルブ本体 4 1 の中心から延びて第 1 領域 T 1 の連通孔 4 4 3 の中心を通る直線 L C 1 1 と、の間の範囲に形成されている。

[0400] バルブ本体 4 1 の第 2 領域 T 2 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1、および、バルブ本体 4 1 の第 3 領域 T 3 の径方向外側のテーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境

界線B 1についても、上記と同様に形成されている。

[0401] すなわち、(A 4) 本実施形態では、2つのガイド部4 3により挟まれた1つのテーパ部4 2の内縁部とバルブ本体4 1の外縁部との境界線B 1は、バルブ本体4 1の中心から延びてテーパ部4 2の内縁部が対向する複数の連通孔4 4のうち両端の連通孔4 4である端部連通孔(4 4 1、4 4 3)の中心を通る2つの直線L C 1 1の間の範囲に形成されている。そのため、各境界線B 1の長さを確保しつつ各境界線B 1の両端と連通孔4 4との距離を小さくすることができ、各境界線B 1の両端近傍の部位が燃料の流れの抵抗となるのを抑制することができる。

[0402] (第3実施形態)

< A - 3 > 第3実施形態による高圧ポンプの一部を図4 9、5 0に示す。
第3実施形態は、弁部材4 0の構成が第2実施形態と異なる。

[0403] 本実施形態では、第1領域T 1と第2領域T 2との間の直線L 1 1が通るガイド部4 3は、吸入通路形成部としてのストッパ3 5のストッパ凹部3 5 1の内周壁と摺動する部位である摺動部4 3 0が、バルブ本体4 1の中心から延びて第1領域T 1の連通孔4 4 3の外縁を通る2つの接線のうち第2領域T 2の連通孔4 4 1側の接線である接線L T 2 1と、バルブ本体4 1の中心から延びて第2領域T 2の連通孔4 4 1の外縁を通る2つの接線のうち第1領域T 1の連通孔4 4 3側の接線である接線L T 2 1と、の間の範囲に形成されている。

[0404] 第2領域T 2と第3領域T 3との間の直線L 1 1が通るガイド部4 3、および、第3領域T 3と第1領域T 1との間の直線L 1 1が通るガイド部4 3についても、上記と同様に形成されている。

[0405] すなわち、(A 5) 本実施形態では、ガイド部4 3は、ストッパ3 5のストッパ凹部3 5 1と摺動する部位である摺動部4 3 0が、バルブ本体4 1の中心から延びて隣り合う2つの連通孔4 4の互いに対向する外縁を通る2つの接線L T 2 1の間の範囲に形成されている。そのため、隣り合う連通孔4 4の間の距離に応じてガイド部4 3の摺動部4 3 0の大きさを設定でき、摺

動部 430 が燃料の流れの妨げとなるのを抑制することができる。

[0406] (第 4 実施形態)

< A - 4 > 第 4 実施形態による高圧ポンプの一部を図 5 1、5 2 に示す。

第 4 実施形態は、弁部材 40 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0407] 本実施形態では、ガイド部 43 は、テーパ部 42 を周方向において 4 つに分断するようにバルブ本体 41 の周方向に等間隔で 4 つ形成されている。また、連通孔 44 は、バルブ本体 41 の周方向に等間隔で 8 個形成されている。連通孔 44 は、バルブ本体 41 の軸 $A \times 2$ を中心とする仮想円 $VC1$ 上に配置されている (図 5 1、5 2 参照)。図 5 1 に示すように、4 つのテーパ部 42 の内縁部とバルブ本体 41 の外縁部との境界線 $B1$ は、仮想円 $VC1$ に対する同心円 $CC1$ に沿うよう形成されている。

[0408] 図 5 1 に示すように、連通孔 44 は、バルブ本体 41 のうちバルブ本体 41 の中心から延びてガイド部 43 の中心を通る 4 つの直線 $L11$ により区画された第 1 領域 $T1$ 、第 2 領域 $T2$ 、第 3 領域 $T3$ 、第 4 領域 $T4$ のそれぞれに 2 つずつ形成されている。

ここで、連通孔 44 の数を $h = 8$ 、ガイド部 43 の数を $g = 4$ とすると、ガイド部 43 により複数に分断されたテーパ部 42 のうちの 1 つのテーパ部 42 の内縁部に対向する連通孔 44 の数は、 $h / g = 8 / 4 = 2$ である。

[0409] また、第 1 領域 $T1$ 、第 2 領域 $T2$ 、第 3 領域 $T3$ 、第 4 領域 $T4$ のそれぞれに形成された 2 つの連通孔 44 を、仮想円 $VC1$ の周方向に向かって順番に連通孔 441、連通孔 442 とすると、バルブ本体 41 の第 1 領域 $T1$ の径方向外側のテーパ部 42 の内縁部とバルブ本体 41 の外縁部との境界線 $B1$ は、第 1 領域 $T1$ の連通孔 441 の外縁、および、第 1 領域 $T1$ と第 2 領域 $T2$ との間の直線 $L11$ に対し第 1 領域 $T1$ の連通孔 441 と線対称となる位置に形成された第 2 領域 $T2$ の連通孔 442 の外縁を通る 2 つの接線のうち第 3 領域 $T3$ および第 4 領域 $T4$ とは反対側の接線である接線 $LT31$ と、第 1 領域 $T1$ の連通孔 442 の外縁、および、第 1 領域 $T1$ と第 4 領域 $T4$ との間の直線 $L11$ に対し第 1 領域 $T1$ の連通孔 442 と線対称とな

る位置に形成された第4領域T4の連通孔441の外縁を通る2つの接線のうち第2領域T2および第3領域T3とは反対側の接線である接線LT31と、の間の範囲に形成されている。

[0410] バルブ本体41の第2領域T2の径方向外側のテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1、バルブ本体41の第3領域T3の径方向外側のテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1、および、バルブ本体41の第4領域T4の径方向外側のテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1についても、上記と同様に形成されている。

[0411] すなわち、(A3)本実施形態では、2つのガイド部43により挟まれた1つのテーパ部42の内縁部とバルブ本体41の外縁部との境界線B1は、1つのテーパ部42の内縁部が対向する複数の連通孔44のうち両端の連通孔44である端部連通孔(441、442)の外縁、および、バルブ本体41の中心から延びてガイド部43の中心を通る直線L11に対し端部連通孔(441、442)と線対称となる位置に形成された連通孔44(442、441)の外縁を通る2つの接線LT31の間の範囲に形成されている。そのため、各境界線B1の長さを確保しつつ各境界線B1の両端と連通孔44との距離を小さくすることができ、各境界線B1の両端近傍の部位が燃料の流れの抵抗となるのを抑制することができる。

[0412] また、本実施形態では、ガイド部43が弁部材40の周方向に4つ形成されている。そのため、ガイド部43が3つの第1実施形態と比べ、偏心が少なくなり、弁部材40の傾斜を抑制する効果を奏することができる。

[0413] (第5実施形態)

<A-5>第5実施形態による高圧ポンプの一部を図53に示す。第5実施形態は、吐出通路部700の構成が第1実施形態と異なる。

[0414] 本実施形態では、吐出通路部700は、吐出シート部材71、中間部材81、吐出弁75、スプリング79に代えて、シート部材31、ストッパ35、弁部材40、スプリング39を有している。

- [0415] 本実施形態では、吐出ジョイント70は、加圧室200側の端面が、第1実施形態の吐出ジョイント70の加圧室200側の端面よりも加圧室200とは反対側に位置するように形成されている。すなわち、本実施形態の吐出ジョイント70の軸方向の長さは、第1実施形態の吐出通路部700の軸方向の長さより短い。
- [0416] シート部材31は、一方の面が吐出穴部214の底面に当接するよう吐出通路217に設けられている。ここで、シート部材31には、シート部材凹部312が形成されている。シート部材凹部312は、シート部材31の加圧室200側の面から加圧室200とは反対側へ凹むよう略円筒状に形成されている。シート部材凹部312は、シート部材31と略同軸に形成されている。連通路32および連通路33は、シート部材凹部312の底面とシート部材31の加圧室200とは反対側の面とを連通している。
- [0417] 吐出通路部700のストッパ35は、構成自体は吸入弁部300のストッパ35と同様である。ストッパ35は、シート部材31の加圧室200とは反対側に設けられている。ここで、ストッパ大径部37のストッパ小径部36とは反対側の面は、シート部材31の加圧室200とは反対側の面の外縁部に当接している。また、ストッパ小径部36は、吐出ジョイント70の加圧室200側の端部の内側に位置している。また、ストッパ小径部36とストッパ大径部37との間の段差面は、吐出ジョイント70の加圧室200側の端面に対向している。また、ストッパ小径部36のストッパ大径部37とは反対側の面の外縁部は、リリーフ部材筒部861の加圧室200側の端面に当接している。
- [0418] ここで、吐出ジョイント70の段差面701は、リリーフシート部材85、ストッパ35、シート部材31を加圧室200側へ付勢している。そのため、リリーフシート部材85とストッパ35とシート部材31とは互いに当接しており、軸方向の移動が規制されている。また、シート部材31の加圧室200側の面は、吐出穴部214と吐出穴部215との間の段差面、すなわち、吐出穴部214の底面の吐出穴部215の周囲に押し付けられている。

。そのため、吐出穴部 214 の底面の吐出穴部 215 の周囲には、シート部材 31 から加圧室 200 側へ向かう軸力が作用している。これにより、簡素な構造で、高圧下でのシールを可能としている。

[0419] なお、ストッパ 35 は、連通穴 38 とリリースシート部材 85 の第 2 流路 89 とが連通するよう設けられている。本実施形態では、加圧室 200 は、吐出穴 233、吐出穴部 215、シート部材凹部 312、連通路 32、連通路 33、ストッパ凹部 351、ストッパ凹部 352、連通穴 38、第 2 流路 89 を経由して高圧燃料配管 8 に連通可能である。

[0420] 吐出通路部 700 の弁部材 40 およびスプリング 39 は、構成自体は吸入弁部 300 の弁部材 40 およびスプリング 39 と同様である。弁部材 40 は、吸入弁部 300 の弁部材 40 と同様、ストッパ凹部 351 の内側に設けられている。スプリング 39 も、吸入弁部 300 のスプリング 39 と同様、ストッパ凸部 353 の径方向外側に設けられている。

[0421] 加圧室 200 内の燃料の圧力が所定値以上に高まると、弁部材 40 は、スプリング 39 の付勢力に抗して、高圧燃料配管 8 側に移動する。これにより、弁部材 40 が弁座 310 から離間し、開弁する。そのため、シート部材 31 に対し加圧室 200 側の燃料は、シート部材凹部 312、連通路 32、連通路 33、弁座 310、ストッパ凹部 351、ストッパ凹部 352、連通穴 38、第 2 流路 89 を経由して高圧燃料配管 8 側に吐出される。

[0422] 以上説明したように、本実施形態は、加圧室形成部としてのシリンダ 23 と吐出通路形成部としての上ハウジング 21 とシート部材 31 と弁部材 40 とを備えている。シリンダ 23 は、燃料が加圧される加圧室 200 を形成している。上ハウジング 21 は、加圧室 200 から吐出される燃料が流れる吐出通路 217 を形成している。

[0423] シート部材 31 は、吐出通路 217 に設けられ、一方の面と他方の面とを連通する連通路 32 および連通路 33 を有している。弁部材 40 は、シート部材 31 の加圧室 200 とは反対側に設けられ、シート部材 31 から離間すると開弁し連通路 32 および連通路 33 における燃料の流れを許容し、シー

ト部材 3 1 に当接すると閉弁し連通路 3 2 および連通路 3 3 における燃料の流れを規制可能である。

[0424] 弁部材 4 0 は、シート部材 3 1 から離間またはシート部材 3 1 に当接可能な板状のバルブ本体 4 1、バルブ本体 4 1 の一方の面と他方の面とを連通する複数の連通孔 4 4、バルブ本体 4 1 の径方向外側に設けられ加圧室 2 0 0 とは反対側の面が加圧室 2 0 0 とは反対側から加圧室 2 0 0 側へ向かうに従いバルブ本体 4 1 の軸 A x 2 に近付くようテーパ状に形成されたテーパ部 4 2、および、テーパ部 4 2 を周方向において複数の分断するようバルブ本体 4 1 から径方向外側に突出しストッパ 3 5 のストッパ凹部 3 5 1 と摺動することで弁部材 4 0 の移動を案内可能な複数のガイド部 4 3 を有している。複数の連通孔 4 4 は、バルブ本体 4 1 の軸 A x 2 を中心とする仮想円 V C 1 上に配置されている。

[0425] テーパ部 4 2 の内縁部とバルブ本体 4 1 の外縁部との境界線 B 1 は、仮想円 V C 1 に対する同心円 C C 1 に沿うよう形成されている。そのため、各境界線 B 1 の両端と連通孔 4 4 との距離を小さくすることができる。これにより、各境界線 B 1 の両端近傍の部位が、弁部材 4 0 の表面を流れる燃料の抵抗となるのを抑制することができる。したがって、加圧室 2 0 0 から吐出される燃料の流量を十分に確保することができる。また、弁部材 4 0 のリフト量を小さくすることで、閉弁応答性が向上し、逆流量が小さくなり、高圧ポンプ 1 0 の吐出量を確保できる。

[0426] このように、本実施形態は、マルチシートタイプの弁部材 4 0 を吐出通路 2 1 7 における吐出弁として適用した例を示すものである。

[0427] (第 6 実施形態)

< A - 6 > 第 6 実施形態による高圧ポンプの一部を図 5 4 に示す。第 6 実施形態は、弁部材 4 0 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0428] 本実施形態では、弁部材 4 0 は、バルブ本体 4 1 の軸 A x 2 を含む仮想平面 V P 1 による断面において、軸方向の一方の面 4 0 1 すなわちシート部材 3 1 側の面、および、他方の面 4 0 2 すなわち加圧室 2 0 0 側の面が湾曲す

るよう形成されている。ここで、弁部材40の一方の面401および他方の面402は、シート部材31側に向かって凸となるよう形成されている。すなわち、弁部材40は、中央から径方向外側へ向かうに従い加圧室200側へ湾曲するよう形成されている。

[0429] 弁部材40は、軸方向の一方の面401の湾曲量QC1、および、他方の面402の湾曲量QC2が、弁部材40がシート部材31から離間したときの弁部材40とシート部材31との距離の最小値DL1より小さく設定されている。ここで、最小値DL1は、弁部材40の他方の面402がストッパ凸部353に当接しているときのバルブ本体41の軸A×2における弁部材40の一方の面401とシート部材31の加圧室200側の面との距離に等しい(図54参照)。なお、本実施形態では、湾曲量QC1と湾曲量QC2とは同じである。

[0430] 本実施形態では、プランジャ11が加圧室200側へ移動し、加圧室200の容積が減少しているとき、電磁駆動部500のコイル60に通電すると、ニードル53が加圧室200とは反対側へ移動し、弁部材40が閉弁方向へ移動する。このとき、弁部材40の他方の面402には、加圧室200内の燃料の圧力が作用する。そのため、図54において破線で示すように、弁部材40の外縁部は、シート部材31側へ変形し、一方の面401がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、複数の弁座310に密着する。これにより、弁部材40が閉弁する。

[0431] 上述のように、本実施形態では、弁部材40の一方の面401が湾曲しシート部材31側に向かって凸となるよう形成されている。そのため、前記最小値DL1を弁部材40のリフト量QL1とすると、弁部材40の外縁部において、弁部材40の見かけ上のリフト量がリフト量QL1より湾曲量QC1分大きくなる。これにより、加圧室200への燃料の吸入量、加圧室200から燃料室260側への燃料の戻し量、および、弁部材40の自閉限界を向上することができる。

[0432] 以上説明したように、(A6)本実施形態では、弁部材40は、バルブ本

体 4 1 の軸 $A \times 2$ を含む仮想平面 $VP1$ による断面において、シート部材 3 1 側の面である一方の面 4 0 1 が湾曲するよう形成されている。そのため、弁部材 4 0 の一部において、弁部材 4 0 の見かけ上のリフト量が一方の面 4 0 1 の湾曲量分大きくなる。これにより、加圧室 2 0 0 への燃料の吸入量、加圧室 2 0 0 から燃料室 2 6 0 側への燃料の戻し量、および、弁部材 4 0 の自閉限界を向上することができる。したがって、同一の性能を確保するための弁部材 4 0 のリフト量を小さくすることができ、電磁駆動部 5 0 0 の消費電力の低減、および、 NV の低減を図ることができる。

[0433] また、(A 7) 本実施形態では、弁部材 4 0 は、シート部材 3 1 側の面である一方の面 4 0 1 の湾曲量 $QC1$ が、弁部材 4 0 がシート部材 3 1 から離間したときの弁部材 4 0 とシート部材 3 1 との距離の最小値 $DL1$ より小さく設定されている。

[0434] また、(A 8) 本実施形態では、弁部材 4 0 は、シート部材 3 1 側の面である一方の面 4 0 1 がシート部材 3 1 側に向かって凸となるよう形成されている。本実施形態は、弁部材 4 0 の具体的な構成の一例を示すものである。

[0435] (第 7 実施形態)

<A-7> 第 7 実施形態による高圧ポンプの一部を図 5 5 に示す。第 7 実施形態は、弁部材 4 0 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0436] 本実施形態では、弁部材 4 0 は、バルブ本体 4 1 の軸 $A \times 2$ を含む仮想平面 $VP1$ による断面において、軸方向の一方の面 4 0 1 すなわちシート部材 3 1 側の面、および、他方の面 4 0 2 すなわち加圧室 2 0 0 側の面が湾曲するよう形成されている。ここで、弁部材 4 0 の一方の面 4 0 1 および他方の面 4 0 2 は、加圧室 2 0 0 側に向かって凸となるよう形成されている。すなわち、弁部材 4 0 は、中央から径方向外側へ向かうに従いシート部材 3 1 側へ湾曲するよう形成されている。

[0437] 弁部材 4 0 は、軸方向の一方の面 4 0 1 の湾曲量 $QC1$ 、および、他方の面 4 0 2 の湾曲量 $QC2$ が、弁部材 4 0 がシート部材 3 1 から離間したときの弁部材 4 0 とシート部材 3 1 との距離の最小値 $DL1$ より小さく設定され

ている。ここで、最小値DL1は、弁部材40の他方の面402がストッパ凸部353に当接しているときの弁部材40の一方の面401の外縁部とシート部材31の加圧室200側の面との距離に等しい（図55参照）。なお、本実施形態では、湾曲量QC1と湾曲量QC2とは同じである。

[0438] 本実施形態では、プランジャ11が加圧室200側へ移動し、加圧室200の容積が減少しているとき、電磁駆動部500のコイル60に通電すると、ニードル53が加圧室200とは反対側へ移動し、弁部材40が閉弁方向へ移動する。このとき、弁部材40の他方の面402には、加圧室200内の燃料の圧力が作用する。そのため、図55において破線で示すように、弁部材40の中央部は、シート部材31側へ変形し、一方の面401がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、複数の弁座310に密着する。これにより、弁部材40が閉弁する。

[0439] 上述のように、本実施形態では、弁部材40の一方の面401が湾曲し加圧室200側に向かって凸となるよう形成されている。そのため、前記最小値DL1を弁部材40のリフト量QL1とすると、弁部材40の中央部において、弁部材40の見かけ上のリフト量がリフト量QL1より湾曲量QC1分大きくなる。これにより、加圧室200への燃料の吸入量、加圧室200から燃料室260側への燃料の戻し量、および、弁部材40の自閉限界を向上することができる。

[0440] (第8実施形態)

<A-8>第8実施形態による高圧ポンプの一部を図56に示す。第8実施形態は、弁部材40の構成が第6実施形態と異なる。

[0441] 本実施形態では、弁部材40の加圧室200側の面である他方の面402は、平面状に形成されている。すなわち、他方の面402の湾曲量は0である。

[0442] 本実施形態では、プランジャ11が加圧室200側へ移動し、加圧室200の容積が減少しているとき、電磁駆動部500のコイル60に通電すると、ニードル53が加圧室200とは反対側へ移動し、弁部材40が閉弁方向

へ移動する。このとき、弁部材４０の他方の面４０２には、加圧室２００内の燃料の圧力が作用する。そのため、図５６において破線で示すように、弁部材４０の外縁部は、シート部材３１側へ変形し、一方の面４０１がシート部材３１の加圧室２００側の面、すなわち、複数の弁座３１０に密着する。これにより、弁部材４０が閉弁する。

[0443] 本実施形態では、第６実施形態と同様、弁部材４０の一方の面４０１が湾曲しシート部材３１側に向かって凸となるよう形成されている。そのため、第６実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0444] (第９実施形態)

<Ａ－９>第９実施形態による高圧ポンプの一部を図５７に示す。第９実施形態は、弁部材４０の構成が第７実施形態と異なる。

[0445] 本実施形態では、弁部材４０の加圧室２００側の面である他方の面４０２は、平面状に形成されている。すなわち、他方の面４０２の湾曲量は０である。

[0446] 本実施形態では、プランジャ１１が加圧室２００側へ移動し、加圧室２００の容積が減少しているとき、電磁駆動部５００のコイル６０に通電すると、ニードル５３が加圧室２００とは反対側へ移動し、弁部材４０が閉弁方向へ移動する。このとき、弁部材４０の他方の面４０２には、加圧室２００内の燃料の圧力が作用する。そのため、図５７において破線で示すように、弁部材４０の中央部は、シート部材３１側へ変形し、一方の面４０１がシート部材３１の加圧室２００側の面、すなわち、複数の弁座３１０に密着する。これにより、弁部材４０が閉弁する。

[0447] 本実施形態では、第７実施形態と同様、弁部材４０の一方の面４０１が湾曲し加圧室２００側に向かって凸となるよう形成されている。そのため、第７実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0448] (第１０実施形態)

<Ａ－１０>第１０実施形態による高圧ポンプの一部を図５８に示す。第１０実施形態は、弁部材４０の構成が第１実施形態と異なる。

- [0449] 本実施形態では、弁部材40のガイド部43は、バルブ本体41の軸A×2を含む仮想平面VP1による断面において、シート部材31側の面および加圧室200側の面が、バルブ本体41から加圧室200側へ向かって湾曲するように形成されている。すなわち、ガイド部43は、バルブ本体41から径方向外側へ向かうに従い加圧室200側へ湾曲するように形成されている。
- [0450] ガイド部43は、シート部材31側の面の湾曲量QC3、および、加圧室200側の面の湾曲量QC4が、弁部材40がシート部材31から離間したときの弁部材40とシート部材31との距離の最小値DL1より小さく設定されている。ここで、最小値DL1は、弁部材40の他方の面402がストッパ凸部353に当接しているときのバルブ本体41の軸A×2における弁部材40の一方の面401とシート部材31の加圧室200側の面との距離に等しい(図58参照)。なお、本実施形態では、湾曲量QC3と湾曲量QC4とは同じである。
- [0451] 本実施形態では、プランジャ11が加圧室200側へ移動し、加圧室200の容積が減少しているとき、電磁駆動部500のコイル60に通電すると、ニードル53が加圧室200とは反対側へ移動し、弁部材40が閉弁方向へ移動する。このとき、ガイド部43の加圧室200側の面には、加圧室200内の燃料の圧力が作用する。そのため、図58において破線で示すように、弁部材40のガイド部43は、シート部材31側へ変形し、シート部材31側の面がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、弁座310に密着する。これにより、弁部材40が閉弁する。
- [0452] 上述のように、本実施形態では、弁部材40のガイド部43のシート部材31側の面がバルブ本体41から加圧室200側へ向かって湾曲するように形成されている。そのため、前記最小値DL1を弁部材40のリフト量QL1とすると、弁部材40のガイド部43において、弁部材40の見かけ上のリフト量がリフト量QL1より湾曲量QC3分大きくなる。これにより、加圧室200への燃料の吸入量、加圧室200から燃料室260側への燃料の戻し量、および、弁部材40の自閉限界を向上することができる。

[0453] (第11実施形態)

<A-11>第11実施形態による高圧ポンプの一部を図59に示す。第11実施形態は、弁部材40の構成が第10実施形態と異なる。

[0454] 本実施形態では、弁部材40のガイド部43は、バルブ本体41の軸A×2を含む仮想平面VP1による断面において、シート部材31側の面および加圧室200側の面が、バルブ本体41からシート部材31側へ向かって湾曲するように形成されている。すなわち、ガイド部43は、バルブ本体41から径方向外側へ向かうに従いシート部材31側へ湾曲するように形成されている。

[0455] ガイド部43は、シート部材31側の面の湾曲量QC3、および、加圧室200側の面の湾曲量QC4が、弁部材40がシート部材31から離間したときの弁部材40とシート部材31との距離の最小値DL1より小さく設定されている。ここで、最小値DL1は、弁部材40の他方の面402がストッパ凸部353に当接しているときのガイド部43のシート部材31側の面のバルブ本体41とは反対側の端部とシート部材31の加圧室200側の面との距離に等しい(図59参照)。なお、本実施形態では、湾曲量QC3と湾曲量QC4とは同じである。

[0456] 本実施形態では、プランジャ11が加圧室200側へ移動し、加圧室200の容積が減少しているとき、電磁駆動部500のコイル60に通電すると、ニードル53が加圧室200とは反対側へ移動し、弁部材40が閉弁方向へ移動する。このとき、ガイド部43の加圧室200側の面には、加圧室200内の燃料の圧力が作用する。そのため、図59において破線で示すように、弁部材40のガイド部43は、加圧室200側へ変形し、バルブ本体41のシート部材31側の面がシート部材31の加圧室200側の面、すなわち、複数の弁座310に密着する。これにより、弁部材40が閉弁する。

[0457] 上述のように、本実施形態では、弁部材40のガイド部43のシート部材31側の面がバルブ本体41からシート部材31側へ向かって湾曲するように形成されている。そのため、前記最小値DL1を弁部材40のリフト量QL

1とすると、弁部材40のバルブ本体41において、弁部材40の見かけ上のリフト量がリフト量 Q_L1 より湾曲量 Q_C3 分大きくなる。これにより、加圧室200への燃料の吸入量、加圧室200から燃料室260側への燃料の戻し量、および、弁部材40の自閉限界を向上することができる。

[0458] (第12実施形態)

<A-12>第12実施形態による高圧ポンプの一部を図60、61に示す。第12実施形態は、シリンダ23の構成が第1実施形態と異なる。

[0459] 本実施形態では、外周凹部235は、吸入穴232の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向において、テーパ面234の上端に対しややシリンダ23の底部側の位置から、テーパ面234の下端に対しシリンダ23の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている。すなわち、本実施形態の外周凹部235は、吸入穴232の軸方向から見たとき、内側にテーパ面234の全てを含むよう形成され、シリンダ23の軸方向において第1実施形態の外周凹部235より大きい。なお、外周凹部235は、第1実施形態と同様、吸入穴232の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向の下方部において、摺動面230aとかかる範囲に少なくとも一部が形成されている(図60参照)。

[0460] 外周凹部236は、吐出穴233の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向において、吐出穴233の上端に対しややシリンダ23の底部側の位置から、吐出穴233の下端に対しシリンダ23の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている。すなわち、本実施形態の外周凹部236は、吐出穴233の軸方向から見たとき、内側に吐出穴233の全てを含むよう形成され、シリンダ23の軸方向において第1実施形態の外周凹部236より大きい。なお、外周凹部236は、第1実施形態と同様、吐出穴233の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向の下方部において、摺動面230aとかかる範囲に少なくとも一部が形成されている(図61参照)。

[0461] また、外周凹部235、236は、第1実施形態と同様、吸入穴232ま

たは吐出穴 233 の軸方向から見たとき、シリンダ 23 の軸方向の上方部において、上ハウジング 21 との嵌合部すなわち焼き嵌め部を残すような範囲に形成されている（図 60、61 参照）。ただし、上ハウジング 21 との嵌合部の大きさは、第 1 実施形態と比べ、小さい。

[0462] 本実施形態では、第 1 実施形態と同様、シリンダ 23 の外周壁に外周凹部 235 および外周凹部 236 が形成されているため、電磁駆動部 500 の筒部材 51 を上ハウジング 21 の吸入穴部 212 にねじ結合するとき、および、吐出通路部 700 の吐出ジョイント 70 を上ハウジング 21 の吐出穴部 214 にねじ結合するとき、上ハウジング 21 の穴部 211 の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシリンダ 23 の外周壁に作用するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁 230 とプランジャ 11 の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁 230 とプランジャ 11 の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0463] なお、本実施形態の外周凹部 235 および外周凹部 236 は、第 1 実施形態の外周凹部 235 および外周凹部 236 より大きいため、本実施形態による「筒状内周壁 230 とプランジャ 11 の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制する」効果はより高い。

[0464] 本実施形態では、外周凹部 235 および外周凹部 236 は、弁座 310 および吐出弁座 74 に対応する部位の上部および下部を含むよう形成されている。そのため、外周凹部 235 および外周凹部 236 が、弁座 310 および吐出弁座 74 に対応する部位の上部または下部の一方のみ含むよう形成される場合と比べ、弁座 310 および吐出弁座 74 の変形を均等化できる。これにより、弁座 310 および吐出弁座 74 の上下の変形の差を抑制し、弁部材 40 および吐出弁 75 の偏摩耗を抑制できる。

[0465] （第 13 実施形態）

< A-01 > 第 13 実施形態による高圧ポンプの一部を図 62 に示す。第 13 実施形態は、ストッパ 35 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0466] 本実施形態では、ストッパ凹部 351 の内径は、ストッパ大径部 37 の外径およびストッパ小径部 36 の外径より小さい。これにより、ストッパ凹部 351 の底面に対し加圧室 200 側のストッパ 35 の肉厚を確保できる。

[0467] (第 14 実施形態)

< A - 02 > 第 14 実施形態による高圧ポンプの一部を図 63 に示す。第 14 実施形態は、ストッパ 35 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0468] 本実施形態では、連通穴 38 は、ストッパ 35 の周方向に等間隔で 6 個形成されている。そのため、組み付け時や作動時に生じるストッパ 35 と弁部材 40 およびシート部材 31 との相対角度差による燃料流れのばらつきが小さくなる。これにより、弁部材 40 の連通孔 44 への燃料の流れ込みが安定し、弁部材 40 の挙動が安定する。

[0469] (第 15 実施形態)

< B - 2 > 第 15 実施形態による高圧ポンプの一部を図 64 に示す。第 15 実施形態は、コイル 60 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0470] 本実施形態では、コイル 60 は、巻線部 62 の外周面を通る仮想的な 1 つの外側筒状面 600、および、巻線部 62 の内周面を通り互いに径の異なる仮想的な内側筒状面 601、内側筒状面 602、内側筒状面 603 を有している。

[0471] 外側筒状面 600 は、略円筒状に形成されている。内側筒状面 601 は、略円筒状に形成され、外側筒状面 600 の加圧室 200 とは反対側の部位の内側に位置している。内側筒状面 602 は、略円筒状に形成され、外側筒状面 600 の内側において内側筒状面 601 に対し加圧室 200 側に位置している。内側筒状面 603 は、略円筒状に形成され、外側筒状面 600 の加圧室 200 側の部位の内側において内側筒状面 602 に対し加圧室 200 側に位置している。

[0472] 内側筒状面 602 の径は、内側筒状面 601 の径より大きい。また、内側筒状面 603 の径は、内側筒状面 602 の径より大きい。内側筒状面 601、内側筒状面 602 および内側筒状面 603 は、スプール 61 の外周壁に位

置している。すなわち、スプール61は、軸方向の加圧室200側の部位と加圧室200とは反対側の部位とで外径が異なる。

[0473] コイル60は、内側筒状面601と内側筒状面602とを連結する仮想的な連結面605、および、内側筒状面602と内側筒状面603とを連結する仮想的な連結面606を有している。連結面605および連結面606は、スプール61の外周壁に位置し、少なくとも一部がスプール61の軸に対し垂直となるよう形成されている。巻線620は、スプール61の外周壁、すなわち、内側筒状面601、内側筒状面602、内側筒状面603、連結面605、連結面606の径方向外側において巻き回され、筒状の巻線部62を形成している。

[0474] 本実施形態では、コイル60への非通電時、可動コア55の加圧室200とは反対側すなわち固定コア57側の端面551は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面601の軸方向の中心C_i1と外側筒状面600の軸方向の中心C_o1との間に位置している。また、可動コア55の加圧室200側の端面552は、巻線部62の加圧室200側の端面621に対し固定コア57側に位置している。

[0475] また、本実施形態では、筒部材51の第1筒部511の第2筒部512側の端部は、内側筒状面603の内側に位置している。第2筒部512は、連結面606の内側に位置している。第3筒部513は、内側筒状面602の内側に位置している。

[0476] 第15実施形態においても、第1実施形態と同様の効果を奏することができる。なお、第15実施形態では、第1実施形態に対し、外側筒状面600の径を大きくすることなく、巻線620の巻き回数を増やすことができる。

[0477] (第16実施形態)

<B-3>第16実施形態による高圧ポンプの一部を図65に示す。第16実施形態は、コイル60の構成が第1実施形態と異なる。

[0478] 本実施形態では、コイル60は、第1実施形態で示した連結面605を有していない。内側筒状面601の加圧室200側の端部と内側筒状面602

の加圧室200とは反対側の端部とは連結している。

[0479] 内側筒状面602は、全ての部位が、加圧室200側から加圧室200とは反対側へ向かうに従いスプール61の軸に近付くようテーパ状に形成されている。すなわち、内側筒状面602は、加圧室200側ほど径が大きい。

[0480] 内側筒状面601および内側筒状面602は、スプール61の外周壁に位置している。

巻線620は、スプール61の外周壁、すなわち、内側筒状面601、内側筒状面602の径方向外側において巻き回され、筒状の巻線部62を形成している。

[0481] 本実施形態では、コイル60への非通電時、可動コア55の加圧室200とは反対側すなわち固定コア57側の端面551は、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面601の軸方向の中心C_i1と外側筒状面600の軸方向の中心C_o1との間に位置している。また、可動コア55の加圧室200側の端面552は、巻線部62の加圧室200側の端面621に対し固定コア57側に位置している。

[0482] また、本実施形態では、筒部材51の第2筒部512の第3筒部513側の部位は、内側筒状面602の内側に位置している。第3筒部513は、内側筒状面601と内側筒状面602との接続部分の内側に位置している。なお、第2筒部512の第3筒部513側の部位の外周壁は、加圧室200側から加圧室200とは反対側へ向かうに従い第2筒部512の軸に近付くようテーパ状に形成されている。

[0483] 第16実施形態においても、第1実施形態と同様の効果を奏することができる。なお、第16実施形態では、第1実施形態および第15実施形態に対し、外側筒状面600の径を大きくすることなく、巻線620の巻き回数を増やすことができる。

[0484] (第17実施形態)

<B-4>第17実施形態による高圧ポンプの一部を図66に示す。第17実施形態は、固定コア57の構成等が第1実施形態と異なる。

[0485] 本実施形態では、固定コア５７は、固定コア穴部５７５を有している。固定コア穴部５７５は、固定コア５７の加圧室２００側の端面５７１の中央から加圧室２００とは反対側へ延びるよう略円筒状に形成されている。固定コア穴部５７５は、固定コア小径部５７３および固定コア大径部５７４と略同軸に形成されている。

[0486] ニードル５３は、第１実施形態で示した係止部５３２を有していない。スプリング５４は、固定コア穴部５７５に設けられている。スプリング５４は、一端が固定コア穴部５７５の底面に当接し、他端がニードル本体５３１の加圧室２００とは反対側の端面に当接している。すなわち、固定コア穴部５７５の底面は、スプリング５４の一端に係止している。スプリング５４は、ニードル５３を加圧室２００側に付勢している。本実施形態では、ニードル５３においてスプリング５４の端部に係止するための係止部５３２が不要なため、ニードル５３を軽量化できる。これにより、ＮＶを低減できる。

[0487] (第１８実施形態)

<Ｂ－５>第１８実施形態による高圧ポンプの一部を図６７に示す。第１８実施形態は、スプリング５４の近傍の構成が第１７実施形態と異なる。

[0488] 本実施形態は、係止部材５７６をさらに備えている。係止部材５７６は、固定コア５７より硬度の高い材料により、略円柱状に形成されている。係止部材５７６の硬度は、例えばＨＲｃ５６～６４の範囲に設定されている。

[0489] 係止部材５７６の外径は、固定コア穴部５７５の内径よりやや小さい。係止部材５７６は、一方の端面が固定コア穴部５７５の底面に当接するよう固定コア穴部５７５と略同軸に設けられている。スプリング５４は、一端が係止部材５７６の他方の端面に当接している。すなわち、係止部材５７６は、スプリング５４の一端に係止している。

[0490] 可動コア５５およびニードル５３の往復移動等により、固定コア穴部５７５の加圧室２００側に圧力変動が生じる。この圧力変動は、固定コア穴部５７５の加圧室２００とは反対側の端部へ遅れて伝達する。そのため、固定コア穴部５７５の加圧室２００とは反対側の端部には、キャビテーションが発

生し易い。

[0491] 本実施形態では、固定コア穴部 575 の底面に係止部材 576 が設けられている。そのため、固定コア穴部 575 の加圧室 200 とは反対側の端部でキャビテーションが発生しても、係止部材 576 により、固定コア穴部 575 の底面およびその周囲がキャビテーションエロージョンによって浸食されるのを抑制することができる。

[0492] (第 19 実施形態)

<C-01> 第 19 実施形態による高圧ポンプの一部を図 68 に示す。第 19 実施形態は、吐出ジョイント 70 の構成が第 1 実施形態と異なる。

[0493] 本実施形態では、横穴部 702 の流路面積は、リリーフ弁 91 全開時のリリーフ孔 87 の流路面積よりも小さい。つまり、本実施形態では、可変オリフィスとして機能する逃がし横穴 852 に対し下流側の横穴部 702 の流路面積は、逃がし横穴 852 に対し上流側のリリーフ孔 87 の流路面積より小さい。そのため、高圧燃料配管 8 側の燃料の圧力が異常な値になったとき、高圧燃料配管 8 側の燃料が燃料室 260 側へ流れ過ぎるのを抑制できる。これにより、低圧の燃料室 260 側に圧力スパイクが生じるのを抑制できる。また、これにより、リリーフ弁 91 の挙動が不安定になるのを抑制できる。

[0494] なお、可変オリフィスとして機能する逃がし横穴 852 に対し下流側の流路面積を小さくする手段としては、上記のように横穴部 702 の内径を小さくすることの他、リリーフ外周凹部 851 の深さを小さくしたり、逃がし横穴 852 にオリフィス部材を設けること等が考えられる。

[0495] (第 20 実施形態)

<D-1> 第 20 実施形態による高圧ポンプを図 69 に示す。第 20 実施形態は、供給通路部 29、電磁駆動部 500、吐出通路部 700 の配置等が第 1 実施形態と異なる。

[0496] 本実施形態では、吸入穴部 212 および吸入穴部 213 の軸と吐出穴部 214 および吐出穴部 215 の軸とは直交している（図 72 参照）。また、吸入穴 232 の軸および吐出穴 233 の軸は、シリンダ穴部 231 の筒状内周

壁 2 3 0 の軸 A × 1 と直交している。また、吸入穴 2 3 2 の軸と吐出穴 2 3 3 の軸とは直交している。

[0497] カバー穴部 2 6 5、カバー穴部 2 6 6、カバー穴部 2 6 7 は、それぞれ、カバー筒部 2 6 1 の内周壁と外周壁すなわちカバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 とを接続するよう略円筒状に形成されている。

[0498] ここで、カバー穴部 2 6 5 は、カバー穴部 2 6 6 が形成された平面部 2 8 1 と、カバー穴部 2 6 7 が形成された平面部 2 8 1 との間の平面部 2 8 1 に形成されている。すなわち、カバー穴部 2 6 6、カバー穴部 2 6 5、カバー穴部 2 6 7 は、この順でカバー外周壁 2 8 0 の周方向に並ぶようカバー 2 6 に形成されている（図 7 2 参照）。

[0499] 本実施形態では、供給通路部 2 9 は、一端がカバー筒部 2 6 1 のカバー穴部 2 6 5 の周囲の外壁すなわちカバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 に接続するよう設けられている。供給通路部 2 9 は、内側の空間が、カバー穴部 2 6 5 を経由して燃料室 2 6 0 に連通するよう設けられている。ここで、供給通路部 2 9 とカバー外周壁 2 8 0 の平面部 2 8 1 とは、供給通路部 2 9 の周方向の全域に亘り溶接されている。供給通路部 2 9 の他端には、供給燃料配管 7 が接続される。これにより、燃料ポンプから吐出される燃料は、供給燃料配管 7、供給通路部 2 9 を経由して燃料室 2 6 0 に流入する。

[0500] 次に、本実施形態のシリンダ 2 3 について、より具体的に説明する。

図 7 0、7 1 に示すように、シリンダ 2 3 は、テーパ面 2 3 4、外周凹部 2 3 5 を有している。

[0501] テーパ面 2 3 4 は、吸入穴 2 3 2 の加圧室 2 0 0 とは反対側の端部に形成されている。テーパ面 2 3 4 は、加圧室 2 0 0 側から加圧室 2 0 0 とは反対側へ向かうに従い吸入穴 2 3 2 の軸から離れるようテーパ状に形成されている。

[0502] 外周凹部 2 3 5 は、シリンダ 2 3 の外周壁から径方向内側へ所定の深さで凹むよう形成されている。外周凹部 2 3 5 は、シリンダ 2 3 の周方向において、吸入穴 2 3 2 すなわちテーパ面 2 3 4 および吐出穴 2 3 3 を全て含む範

囲に形成されている（図 70、71 参照）。また、外周凹部 235 は、吸入穴 232 の軸方向から見たとき、シリンダ 23 の軸方向において、吸入穴 232 の軸に対しややシリンダ 23 の底部側の位置から、テーパ面 234 の下端に対しシリンダ 23 の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている（図 70 参照）。また、外周凹部 235 は、吐出穴 233 の軸方向から見たとき、シリンダ 23 の軸方向において、吐出穴 233 の軸に対しややシリンダ 23 の底部側の位置から吐出穴 233 の下端に対しシリンダ 23 の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている（図 71 参照）。なお、外周凹部 235 は、吸入穴 232 または吐出穴 233 の軸方向から見たとき、シリンダ 23 の軸方向の下方部において、摺動面 230a とかかる範囲に少なくとも一部が形成されている（図 70、71 参照）。

[0503] また、外周凹部 235 は、吸入穴 232 または吐出穴 233 の軸方向から見たとき、シリンダ 23 の軸方向の上方部において、上ハウジング 21 との嵌合部すなわち焼き嵌め部を残すような範囲に形成されている（図 70、71 参照）。

[0504] 上述したように、電磁駆動部 500 の筒部材 51 を上ハウジング 21 の吸入穴部 212 にねじ結合すると、吸入穴部 213 と吸入穴部 212 との間の段差面には、ストッパ小径部 36 とストッパ大径部 37 との間の段差面から加圧室 200 側へ向かう軸力が作用する。そのため、吸入穴部 213 の周囲において上ハウジング 21 の穴部 211 の内周壁が径方向内側へ僅かに変形するおそれがある。しかしながら、本実施形態では、シリンダ 23 の外周壁の吸入穴部 213 に対応する位置に外周凹部 235 が形成されているため、上ハウジング 21 の穴部 211 の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシリンダ 23 の外周壁に作用するのを抑制することができる。これにより、シリンダ穴部 231 の筒状内周壁 230 が径方向内側へ変形するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁 230 とプランジャ 11 の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁 23

0とプランジャ11の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0505] また、吐出通路部700の吐出ジョイント70を上ハウジング21の吐出穴部214にねじ結合すると、吐出穴部214の底面の吐出穴部215の周囲には、内側突起722および外側突起723から加圧室200側へ向かう軸力が作用する。そのため、吐出穴部215の周囲において上ハウジング21の穴部211の内周壁が径方向内側へ僅かに変形するおそれがある。しかしながら、本実施形態では、シリンダ23の外周壁の吐出穴部215に対応する位置に外周凹部235が形成されているため、上ハウジング21の穴部211の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシリンダ23の外周壁に作用するのを抑制することができる。これにより、シリンダ穴部231の筒状内周壁230が径方向内側へ変形するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁230とプランジャ11の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁230とプランジャ11の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0506] さらに、上述の軸力の作用として、上ハウジング21の穴部211の内周壁が径方向内側へ変形することにより、シリンダ23の外周凹部235の境界の面圧が上昇し、加圧室200の高圧化にも対応し易くなる。

[0507] 次に、電磁駆動部500および吐出通路部700の配置等について説明する。

[0508] 図72に示すように、ボルト孔250は、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ハウジング外周壁270の径方向外側において周方向に等間隔で2つ形成されている。すなわち、筒状内周壁230の軸A×1と2つのボルト孔250のそれぞれの軸とを結ぶ2つの直線のなす角は、180度である。また、ボルト孔250は、軸がシリンダ23の筒状内周壁230の軸A×1に対し略平行となるよう形成されている。

[0509] 電磁駆動部500は、ハウジング外周壁270から径方向外側へ突出するよう設けられている。吐出通路部700は、ハウジング外周壁270から径

方向外側へ突出するよう設けられている。供給通路部 29 は、カバー 26 からハウジング外周壁 270 の径方向外側へ向かって突出するよう設けられている。

[0510] 隣り合う 2 つのボルト孔 250 の軸および筒状内周壁 230 の軸 $A \times 1$ を含む仮想面 $V S 0$ で高圧ポンプ 10 を第 1 領域 $T 1$ と第 2 領域 $T 2$ との 2 つの領域に分けたとき、電磁駆動部 500、供給通路部 29、吐出通路部 700 は、いずれも、第 1 領域 $T 1$ に位置している。ここで、仮想面 $V S 0$ は、平面状に形成されている。

[0511] 本実施形態では、供給通路部 29 の軸は、仮想面 $V S 0$ に直交する。電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c 1$ と吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c 2$ とのなす角度は、約 90 度である。また、電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c 1$ および吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c 2$ と仮想面 $V S 0$ とのなす角は、約 45 度である。

[0512] また、供給通路部 29 は、ハウジング外周壁 270 の周方向において、電磁駆動部 500 から吐出通路部 700 側へ 180 度以内、または、吐出通路部 700 から電磁駆動部 500 側へ 180 度以内の範囲に位置している。

[0513] また、ハウジング外周壁 270 の平面部 271 は、第 1 領域 $T 1$ において 3 つ形成されている。すなわち、第 1 領域 $T 1$ に 3 つの平面部 271 が形成され、それぞれに対応するよう、電磁駆動部 500、吐出通路部 700、供給通路部 29 が配置されている。なお、平面部 271 は、第 2 領域 $T 2$ において 3 つ形成されている。

[0514] 本実施形態では、仮想面 $V S 0$ と平行で 2 つのボルト孔 250 に接する面 $V S 1$ を跨がない平面部 271 が、第 1 領域 $T 1$ において、3 つ形成されているということもできる。この 3 つの平面部 271 のそれぞれに対応するよう、電磁駆動部 500、吐出通路部 700、供給通路部 29 が配置されている（図 72 参照）。

[0515] 本実施形態では、2 つのボルト孔 250 のそれぞれに対向する 2 つの平面部 271 の間に、3 つの平面部 271 が形成されているということもできる

。この3つの平面部271のそれぞれに対応するよう、電磁駆動部500、吐出通路部700、供給通路部29が配置されている（図72参照）。

[0516] このように、本実施形態では、電磁駆動部500、吐出通路部700および供給通路部29を上ハウジング21の周方向の特定の箇所である第1領域T1に集約して配置している。ここで、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ボルト孔250と電磁駆動部500および吐出通路部700とは重なっていない。

[0517] 図73に、比較形態による高圧ポンプ10を示す。比較形態による高圧ポンプ10は、電磁駆動部500の配置が第20実施形態と異なる。比較形態による高圧ポンプ10では、電磁駆動部500は、吐出通路部700と同軸となるよう上ハウジング21に設けられている。すなわち、電磁駆動部500の中心軸A×c1と吐出通路部700の中心軸A×c2とは一致する。そのため、吐出通路部700は第1領域T1に位置し、電磁駆動部500は第2領域T2に位置している。

[0518] 比較形態による高圧ポンプ10では、電磁駆動部500、吐出通路部700および供給通路部29は、上ハウジング21の周方向の特定の箇所に集約して配置されていない。そのため、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、比較形態による高圧ポンプ10の全体を包含する円C1は、第20実施形態による高圧ポンプ10の全体を包含する円C0より大きい（図72、73参照）。ここで、円C0の直径を1とすると、円C1の直径は約1.1である。よって、第20実施形態による高圧ポンプ10は、比較形態の高圧ポンプ10に対し小型であることがわかる。

[0519] 次に、高圧ポンプ10のエンジン1への取り付けについて説明する。

[0520] 本実施形態では、高圧ポンプ10は、ホルダ支持部24がエンジンヘッド2の取付穴部3に挿入されるようにしてエンジン1に取り付けられる（図69参照）。高圧ポンプ10は、被固定部25がボルト100によりエンジンヘッド2に固定されることにより、エンジン1に固定される。ここで、高圧ポンプ10は、シリンダ23の筒状内周壁230の軸A×1が鉛直方向に沿

うような姿勢でエンジン 1 に取り付けられる。

[0521] 高圧ポンプ 10 は、例えば以下の工程でエンジン 1 に取り付けられる。まず、プランジャ 11 の小径部 112 の大径部 111 とは反対側の端部にリフタ 5 を取り付け。続いて、高圧ポンプ 10 のホルダ支持部 24 をリフタ 5 とともにエンジンヘッド 2 の取付穴部 3 に挿入する。ここで、被固定部 25 のボルト孔 250 の位置とエンジンヘッド 2 の固定穴部 120 の位置とを対応させる。

[0522] 続いて、ボルト 100 をボルト孔 250 に挿通し、固定穴部 120 にねじ結合する。このとき、ボルト 100 の頭部 102 に対応する図示しない工具を用いてボルト 100 と固定穴部 120 とをねじ結合する。これにより、被固定部 25 がエンジンヘッド 2 に固定される。以上により、高圧ポンプ 10 のエンジン 1 への取り付けが完了する。

[0523] 本実施形態では、電磁駆動部 500、吐出通路部 700 および供給通路部 29 を上ハウジング 21 の周方向の特定の箇所である第 1 領域 T1 に集約して配置しているため、ボルト 100 により被固定部 25 をエンジン 1 のエンジンヘッド 2 に固定し高圧ポンプ 10 をエンジン 1 に取り付けるとき、ボルト 100、および、ボルト 100 を固定穴部 120 にねじ結合するための工具が、電磁駆動部 500、吐出通路部 700 および供給通路部 29 に干渉するのを抑制することができる。

[0524] 以上説明したように、(D1) 本実施形態は、エンジン 1 に取り付けられ、燃料を加圧しエンジン 1 に吐出供給する高圧ポンプ 10 であって、加圧室形成部としてのシリンダ 23 とプランジャ 11 とハウジングとしての上ハウジング 21 と弁部材 40 と電磁駆動部 500 と吐出通路部 700 と被固定部 25 とを備えている。シリンダ 23 は、燃料が加圧される加圧室 200 を形成する筒状内周壁 230 を有している。

[0525] プランジャ 11 は、一端が加圧室 200 に位置するよう筒状内周壁 230 の内側に設けられ、軸方向に移動することで加圧室 200 内の燃料を加圧可能である。上ハウジング 21 は、少なくとも一部が加圧室 200 の径方向外

側に位置する筒状のハウジング外周壁 270 を有している。弁部材 40 は、開弁または閉弁することで加圧室 200 に吸入される燃料の流れを許容または規制可能である。

[0526] 電磁駆動部 500 は、ハウジング外周壁 270 から径方向外側へ突出するよう設けられ、弁部材 40 の開弁および閉弁を制御可能である。吐出通路部 700 は、ハウジング外周壁 270 から径方向外側へ突出するよう設けられ、加圧室 200 で加圧されエンジン 1 に吐出される燃料が流れる。被固定部 25 は、上ハウジング 21 に接続するよう設けられ、ボルト孔 250 を有し、ボルト孔 250 に対応して設けられるボルト 100 によりエンジン 1 に固定される。

[0527] ボルト孔 250 は、筒状内周壁 230 の軸 A × 1 方向から見たとき、ハウジング外周壁 270 の径方向外側において周方向に 2 つ形成されている。隣り合う 2 つのボルト孔 250 の軸および筒状内周壁 230 の軸 A × 1 を含む仮想面 V S 0 で高圧ポンプ 10 を第 1 領域 T 1 と第 2 領域 T 2 との 2 つの領域に分けたとき、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 は、いずれも、第 1 領域 T 1 に位置している。そのため、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 をハウジング外周壁 270 の周方向の特定の箇所に集約して配置することができる。これにより、高圧ポンプ 10 のエンジン 1 への取り付け位置の自由度を向上させることができる。

[0528] また、高圧ポンプ 10 の電磁駆動部 500 には配線としてのハーネス 6 が接続され、吐出通路部 700 には鋼管としての高圧燃料配管 8 が接続される。本実施形態では、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 をハウジング外周壁 270 の周方向の特定の箇所に集約して配置することができるため、エンジン 1 のプーリー等の回転物がハーネス 6 や高圧燃料配管 8 に接触しないよう高圧ポンプ 10 をエンジン 1 に取り付けるのが容易である。したがって、高圧ポンプ 10 の搭載性を向上できる。

[0529] また、(D 2) 本実施形態では、ボルト孔 250 は、ハウジング外周壁 270 の周方向に等間隔で 2 つ形成されている。筒状内周壁 230 の軸 A × 1

と2つのボルト孔250のそれぞれの軸とを結ぶ2つの直線のなす角は、180度である。そのため、高圧ポンプ10を第1領域T1と第2領域T2とに均等に2分し、電磁駆動部500および吐出通路部700を第1領域T1に配置することができる。すなわち、電磁駆動部500および吐出通路部700を、高圧ポンプ10を均等に2分した領域の片側に集約して配置することができる。したがって、高圧ポンプ10の搭載性を向上できる。

[0530] また、(D3)本実施形態では、ハウジング外周壁270は、平面状の平面部271を複数有している。平面部271は、第1領域T1において、3つ形成されている。そのため、電磁駆動部500および吐出通路部700を設けるための穴部である吸入穴部212および吐出穴部214を平面状の平面部271のそれぞれに容易に形成することができる。

[0531] また、(D4)本実施形態では、電磁駆動部500の中心軸Axc1と吐出通路部700の中心軸Axc2とは、同一平面上に位置している。そのため、高圧ポンプ10がシリンダ23の筒状内周壁230の軸Ax1方向に大型化するのを抑制することができる。

[0532] また、(D5)本実施形態は、供給通路部29をさらに備えている。供給通路部29は、ハウジング外周壁270の径方向外側へ向かって突出するよう設けられている。供給通路部29には、加圧室200に吸入される燃料が流れる。供給通路部29は、ハウジング外周壁270の周方向において、電磁駆動部500から吐出通路部700側へ180度以内、または、吐出通路部700から電磁駆動部500側へ180度以内の範囲に位置している。そのため、電磁駆動部500および吐出通路部700に加え供給通路部29を備える高圧ポンプ10において、電磁駆動部500、吐出通路部700、供給通路部29を、ハウジング外周壁270の周方向の特定の箇所、すなわち、高圧ポンプ10の片側に集約して配置することができる。

[0533] また、(D6)本実施形態では、仮想面VS0と平行で2つのボルト孔250に接する面VS1を跨がない平面部271が、第1領域T1において、3つ形成されている。そのため、電磁駆動部500、吐出通路部700、供

給通路部 29 を、ハウジング外周壁 270 の周方向の特定の箇所である第 1 領域 T1、すなわち、高圧ポンプ 10 の片側に容易に集約して配置することができる。

[0534] また、(D7) 本実施形態では、平面部 271 は、2つのボルト孔 250 のそれぞれに対向する 2つの平面部 271 の間に 3つ形成されている。そのため、電磁駆動部 500、吐出通路部 700、供給通路部 29 を、ハウジング外周壁 270 の周方向の特定の箇所、すなわち、高圧ポンプ 10 の片側に容易に集約して配置することができる。

[0535] (第 21 実施形態)

<D-2> 第 21 実施形態による高圧ポンプを図 74 に示す。第 21 実施形態は、上ハウジング 21 およびカバー 26 の構成等が第 20 実施形態と異なる。

[0536] 本実施形態では、上ハウジング 21 は、ハウジング外周壁 270 が九角筒状となるよう形成されている。また、カバー 26 は、カバー外周壁 280 がハウジング外周壁 270 に対応して九角筒状となるよう形成されている。

[0537] 電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c1$ と吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c2$ とのなす角度は、90度より小さい。そのため、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 をハウジング外周壁 270 の周方向の特定の箇所においてより狭い範囲に集約して配置することができる。

[0538] また、ハウジング外周壁 270 の平面部 271 は、第 1 領域 T1 において 3つ形成されている。すなわち、第 1 領域 T1 に 3つの平面部 271 が形成され、それぞれに対応するよう、電磁駆動部 500、吐出通路部 700、供給通路部 29 が配置されている。なお、平面部 271 は、第 2 領域 T2 において 4つ形成されている。第 21 実施形態においても、第 20 実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0539] (第 22 実施形態)

<D-3> 第 22 実施形態による高圧ポンプを図 75 に示す。第 22 実施形態は、上ハウジング 21 およびカバー 26 の構成等が第 20 実施形態と異

なる。

[0540] 本実施形態では、上ハウジング21は、ハウジング外周壁270が十角筒状となるよう形成されている。また、カバー26は、カバー外周壁280がハウジング外周壁270に対応して十角筒状となるよう形成されている。

[0541] 電磁駆動部500の中心軸Axc1と吐出通路部700の中心軸Axc2とのなす角度は、90度より小さい。そのため、電磁駆動部500および吐出通路部700をハウジング外周壁270の周方向の特定の箇所においてより狭い範囲に集約して配置することができる。

[0542] また、ハウジング外周壁270の平面部271は、第1領域T1において5つ形成されている。すなわち、第1領域T1に5つの平面部271が形成され、そのうち3つの平面部271のそれぞれに対応するよう、電磁駆動部500、吐出通路部700、供給通路部29が配置されている。なお、平面部271は、第2領域T2において5つ形成されている。第22実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0543] (第23実施形態)

<D-4>第23実施形態による高圧ポンプを図76に示す。第23実施形態は、上ハウジング21およびカバー26の構成等が第20実施形態と異なる。

[0544] 本実施形態では、上ハウジング21は、ハウジング外周壁270が第2領域T2において略円筒状となるよう形成されている。上ハウジング21の第1領域T1における形状は、第20実施形態と同様である。

[0545] カバー26は、カバー外周壁280がハウジング外周壁270に対応して第2領域T2において略円筒状となるよう形成されている。カバー26の第1領域T1における形状は、第20実施形態と同様である。

[0546] 第23実施形態は、上述した点以外は、第20実施形態の構成と同様である。第23実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0547] (第24実施形態)

＜D－５＞第２４実施形態による高圧ポンプを図７７に示す。第２４実施形態は、上ハウジング２１およびカバー２６の構成等が第２０実施形態と異なる。

[0548] 本実施形態では、上ハウジング２１は、ハウジング外周壁２７０が略円筒状となるよう形成されている。

[0549] また、カバー２６は、カバー穴部２６５、カバー穴部２６６、カバー穴部２６７が形成される箇所を除いてカバー外周壁２８０が略円筒状となるよう形成されている。なお、カバー外周壁２８０のカバー穴部２６５、カバー穴部２６６、カバー穴部２６７が形成される箇所は平面状に形成されている。

[0550] 第２４実施形態は、上述した点以外は、第２０実施形態の構成と同様である。第２４実施形態においても、第２０実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0551] (第２５実施形態)

＜D－６＞第２５実施形態による高圧ポンプを図７８に示す。第２５実施形態は、上ハウジング２１およびカバー２６の構成等が第２０実施形態と異なる。

[0552] 本実施形態では、上ハウジング２１は、ハウジング外周壁２７０が第２領域Ｔ２において矩形筒の一部となるよう形成されている。上ハウジング２１の第１領域Ｔ１における形状は、第２０実施形態と同様である。

[0553] カバー２６は、カバー外周壁２８０がハウジング外周壁２７０に対応して第２領域Ｔ２において矩形筒の一部となるよう形成されている。カバー２６の第１領域Ｔ１における形状は、第２０実施形態と同様である。

[0554] 第２５実施形態は、上述した点以外は、第２０実施形態の構成と同様である。第２５実施形態においても、第２０実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0555] (第２６実施形態)

＜D－７＞第２６実施形態による高圧ポンプを図７９に示す。第２６実施形態は、電磁駆動部５００および吐出通路部７００とボルト孔２５０との位

置関係等が第20実施形態と異なる。

[0556] 本実施形態では、第20実施形態と比較し、電磁駆動部500、吐出通路部700、供給通路部29が設けられた上ハウジング21およびカバー26が、被固定部25に対し、シリンダ23の筒状内周壁230の軸A×1周りに所定角度回転するよう配置されている。

[0557] ここで、電磁駆動部500とボルト孔250の軸との距離は、吐出通路部700とボルト孔250の軸との距離より小さい。しかしながら、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ボルト孔250およびボルト100と電磁駆動部500とは重なっていない。そのため、高圧ポンプ10をエンジン1に取り付けるとき、ボルト100、および、ボルト100を固定穴部120にねじ結合するための工具が、電磁駆動部500に干渉するのを抑制することができる。

[0558] 第26実施形態は、上述した点以外は、第20実施形態の構成と同様である。第26実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0559] (第27実施形態)

<D-8>第27実施形態による高圧ポンプを図80に示す。第27実施形態は、電磁駆動部500および吐出通路部700とボルト孔250との位置関係等が第20実施形態と異なる。

[0560] 本実施形態では、第20実施形態と比較し、電磁駆動部500、吐出通路部700、供給通路部29が設けられた上ハウジング21およびカバー26が、被固定部25に対し、シリンダ23の筒状内周壁230の軸A×1周りに所定角度回転するよう配置されている。

[0561] ここで、吐出通路部700とボルト孔250の軸との距離は、電磁駆動部500とボルト孔250の軸との距離より小さい。しかしながら、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ボルト孔250およびボルト100と吐出通路部700とは重なっていない。そのため、高圧ポンプ10をエンジン1に取り付けるとき、ボルト100、および、ボルト100を固定穴部

120にねじ結合するための工具が、吐出通路部700に干渉するのを抑制することができる。

[0562] 第27実施形態は、上述した点以外は、第20実施形態の構成と同様である。第27実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0563] (第28実施形態)

<D-9>第28実施形態による高圧ポンプを図81、82に示す。第28実施形態は、電磁駆動部500と吐出通路部700と供給通路部29との位置関係等が第20実施形態と異なる。

[0564] 本実施形態では、電磁駆動部500の中心軸Axc1と吐出通路部700の中心軸Axc2とのなす角度は、90度より小さく、例えば約45度である。そのため、電磁駆動部500および吐出通路部700をハウジング外周壁270の周方向の特定の箇所においてより狭い範囲に集約して配置することができる。

[0565] また、供給通路部29は、カバー外周壁280のカバー底部262側の端部に設けられている。ここで、カバー穴部265は、カバー筒部261のカバー底部262側の端部に形成されている(図82参照)。

[0566] なお、供給通路部29のカバー外周壁280の周方向における位置は、電磁駆動部500の中心軸Axc1と吐出通路部700の中心軸Axc2との間である。また、供給通路部29と電磁駆動部500とは、互いに接触しないよう設けられている。

[0567] 第28実施形態は、上述した点以外は、第20実施形態の構成と同様である。第28実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0568] (第29実施形態)

<D-10>第29実施形態による高圧ポンプを図83に示す。第29実施形態は、供給通路部29の配置等が第20実施形態と異なる。

[0569] 本実施形態では、カバー穴部265は、カバー底部262の中央を板厚方

向に貫くよう略円筒状に形成されている。供給通路部 29 は、一端がカバー底部 262 のカバー穴部 265 の周囲の外壁に接続するよう設けられている。すなわち、供給通路部 29 は、上ハウジング 21 側から筒状内周壁 230 の軸 A × 1 方向の鉛直方向上側へ向かって突出するよう設けられている。

[0570] 第 29 実施形態は、上述した点以外は、第 20 実施形態の構成と同様である。第 29 実施形態においても、第 20 実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0571] (第 30 実施形態)

< D - 11 > 第 30 実施形態による高圧ポンプを図 84 に示す。第 30 実施形態は、カバー底部 262 の近傍の構成が第 20 実施形態と異なる。

[0572] 本実施形態は、上ケース 181、下ケース 182 をさらに備えている。上ケース 181 および下ケース 182 は、それぞれ、例えば金属により有底筒状に形成されている。上ケース 181 および下ケース 182 の内径および外径は同じである。上ケース 181 および下ケース 182 は、それぞれの開口端部同士が接合するよう一体に設けられている。

[0573] 上ケース 181 と下ケース 182 とは、内側にケース内燃料室 180 を形成している。本実施形態では、パルセーションダンパ 15、上支持体 171、下支持体 172 は、ケース内燃料室 180 に設けられている。すなわち、パルセーションダンパ 15、上支持体 171、下支持体 172 は、カバー 26 の内側の燃料室 260 には設けられていない。ここで、上ケース 181、下ケース 182、パルセーションダンパ 15、上支持体 171、下支持体 172 は、パルセーションダンパ部 19 を構成している。

[0574] 下ケース 182 には、底部の中央を貫くケース穴部 183 が形成されている。また、カバー 26 には、カバー底部 262 の中央を貫くカバー穴部 268 が形成されている。パルセーションダンパ部 19 は、ケース穴部 183 とカバー穴部 268 とが連通するようカバー底部 262 のカバー筒部 261 とは反対側に設けられている。ここで、下ケース 182 とカバー底部 262 とは、例えば溶接により接合されている。

[0575] ケース内燃料室180は、ケース穴部183、カバー穴部268を経由して燃料室260に連通している。そのため、燃料室260内の燃料に圧力脈動が生じて、ケース内燃料室180のパルセーションダンパ15により当該圧力脈動を低減することができる。

[0576] このように、本実施形態では、燃料室260内の燃料、すなわち、加圧室200に吸入される燃料の圧力の脈動を低減可能なパルセーションダンパ部19をさらに備えている。パルセーションダンパ部19は、上ハウジング21側から筒状内周壁230の軸A×1方向の鉛直方向上側へ向かって突出するように設けられている。

[0577] 第30実施形態は、上述した点以外は、第20実施形態の構成と同様である。第30実施形態においても、第20実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0578] (第31実施形態)

<D-12>第31実施形態による高圧ポンプの一部を図85、86に示す。第31実施形態は、シリンダ23の構成が第20実施形態と異なる。

[0579] 本実施形態では、外周凹部235は、吸入穴232の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向において、テーパ面234の上端に対しややシリンダ23の底部側の位置から、テーパ面234の下端に対しシリンダ23の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている(図85参照)。また、外周凹部235は、吐出穴233の軸方向から見たとき、シリンダ23の軸方向において、吐出穴233の上端に対しややシリンダ23の底部側の位置から吐出穴233の下端に対しシリンダ23の底部とは反対側へ所定距離離れた位置までの範囲に形成されている(図86参照)。

[0580] すなわち、本実施形態の外周凹部235は、吸入穴232の軸方向から見たとき、内側にテーパ面234の全てを含むよう形成され、吐出穴233の軸方向から見たとき、内側に吐出穴233の全てを含むよう形成されており、シリンダ23の軸方向において第20実施形態の外周凹部235より大きい。なお、外周凹部235は、吸入穴232または吐出穴233の軸方向か

ら見たとき、シリンダ２３の軸方向の下方部において、摺動面２３０aとわかる範囲に少なくとも一部が形成されている（図８５、８６参照）。

[0581] また、外周凹部２３５は、第２０実施形態と同様、吸入穴２３２または吐出穴２３３の軸方向から見たとき、シリンダ２３の軸方向の上方部において、上ハウジング２１との嵌合部すなわち焼き嵌め部を残すような範囲に形成されている（図８５、８６参照）。ただし、上ハウジング２１との嵌合部の大きさは、第２０実施形態と比べ、小さい。

[0582] 本実施形態では、第２０実施形態と同様、シリンダ２３の外周壁に外周凹部２３５が形成されているため、電磁駆動部５００の筒部材５１を上ハウジング２１の吸入穴部２１２にねじ結合するとき、および、吐出通路部７００の吐出ジョイント７０を上ハウジング２１の吐出穴部２１４にねじ結合するとき、上ハウジング２１の穴部２１１の内周壁が径方向内側へ変形したとしても、当該変形に伴う面圧がシリンダ２３の外周壁に作用するのを抑制することができる。したがって、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との間のクリアランスを一定に保ち、筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制することができる。

[0583] なお、本実施形態の外周凹部２３５は、第２０実施形態の外周凹部２３５より大きいため、本実施形態による「筒状内周壁２３０とプランジャ１１の外周壁との偏摩耗および焼き付きを抑制する」効果はより高い。

[0584] （第３２実施形態）

<Ｄ－０１>第３２実施形態による高圧ポンプの一部を図８７に示す。第３２実施形態は、吐出通路部７００の配置等が第２０実施形態と異なる。

[0585] 本実施形態では、吐出穴２３３、吐出穴部２１４、２１５、カバー穴部２６７は、第２０実施形態と比べ、ハウジング外周壁２７０の周方向において、軸Ａ×１を中心として吸入穴２３２、吸入穴部２１２、２１３、カバー穴部２６６とは反対側へ４５度回転した位置に形成されている。そのため、吸入穴部２１２および吸入穴部２１３の軸と吐出穴部２１４および吐出穴部２１５の軸とのなす角は、１３５度である。

[0586] また、吸入穴部 212 に設けられた電磁駆動部 500 の中心軸 $A \times c1$ と吐出穴部 214 に設けられた吐出通路部 700 の中心軸 $A \times c2$ とのなす角度は、約 135 度である。

[0587] 被固定部 25 は、第 20 実施形態と比べ、ハウジング外周壁 270 の周方向において、軸 $A \times 1$ を中心として電磁駆動部 500 側へ所定角度回転した位置に形成されている。被固定部 25 に形成されたボルト孔 250 の内径は、第 20 実施形態と比べ、小さい。また、ボルト孔 250 に挿通されるボルト 100 の軸部 101 の外径は、第 20 実施形態と比べ、小さい。

[0588] 本実施形態では、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 の一部が第 2 領域 T2 に位置するものの、供給通路部 29、電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 の大部分は第 1 領域 T1 に位置している。特にカバー外周壁 280 の径方向外側においては、供給通路部 29、電磁駆動部 500、吐出通路部 700 の略全ての部位が第 1 領域 T1 に位置している。

[0589] また、本実施形態では、筒状内周壁 230 の軸 $A \times 1$ 方向から見たとき、ボルト孔 250 と電磁駆動部 500 および吐出通路部 700 とは重なっていない。

[0590] 第 32 実施形態は、上述した点以外は、第 20 実施形態の構成と同様である。第 32 実施形態においても、第 20 実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0591] (第 33 実施形態)

<D-02> 第 33 実施形態による高圧ポンプの一部を図 88 に示す。第 33 実施形態は、上ハウジング 21 およびカバー 26 の構成等が第 29 実施形態と異なる。

[0592] 本実施形態では、上ハウジング 21 は、第 29 実施形態と比べ、ハウジング外周壁 270 が径方向外側へ拡大するよう形成されている。また、カバー筒部 261 は、第 20 実施形態と比べ、軸方向の長さが短く、カバー底部 262 とは反対側の端部が上ハウジング 21 の下ハウジング 22 とは反対側の端面に当接している。ここで、カバー筒部 261 の端部と上ハウジング 21

とは、例えば溶接により周方向の全域に亘り接合されている。

[0593] このように、本実施形態では、カバー筒部 261 は上ハウジング 21 の径方向外側に位置せず、上ハウジング 21 の下ハウジング 22 とは反対側の端面との間に燃料室 260 を形成している。

[0594] 溶接リング 519 は、加圧室 200 側の端部が径方向外側に拡がるよう形成され、ハウジング外周壁 270 の平面部 271 の吸入穴部 212 の周囲に当接している。溶接リング 519 は、加圧室 200 側の端部が周方向の全範囲に亘りハウジング外周壁 270 の平面部 271 に溶接され、加圧室 200 とは反対側の部位が周方向の全範囲に亘り第 1 筒部 511 の外周壁に溶接されている。これにより、吸入穴部 212 の内側の燃料が吸入穴部 212 の内周壁と第 1 筒部 511 の外周壁との間の隙間を経由して上ハウジング 21 の外部に漏れることが抑制されている。

[0595] 溶接リング 709 は、加圧室 200 側の端部が径方向外側に拡がるよう形成され、ハウジング外周壁 270 の平面部 271 の吐出穴部 214 の周囲に当接している。溶接リング 709 は、加圧室 200 側の端部が周方向の全範囲に亘りハウジング外周壁 270 の平面部 271 に溶接され、加圧室 200 とは反対側の部位が周方向の全範囲に亘り吐出ジョイント 70 の外周壁に溶接されている。これにより、吐出穴部 214 の内側の燃料が吐出穴部 214 の内周壁と吐出ジョイント 70 の外周壁との間の隙間を経由して上ハウジング 21 の外部に漏れることが抑制されている。

[0596] 本実施形態では、上ハウジング 21 に通路 204、205 が形成されている。通路 204 は、燃料室 260 と加圧室 200 とを連通するよう上ハウジング 21 に形成されている。通路 205 は、燃料室 260 と横穴部 702 とを連通するよう上ハウジング 21 に形成されている。また、穴部 222 は、燃料室 260 と環状空間 202 とを連通するよう上ハウジング 21 および下ハウジング 22 に形成されている。

[0597] 第 33 実施形態は、上述した点以外は、第 29 実施形態の構成と同様である。第 33 実施形態においても、第 29 実施形態と同様の効果を奏すること

ができる。

[0598] (第34実施形態)

<D-03>第34実施形態による高圧ポンプの一部を図89、90に示す。第34実施形態は、供給通路部29の構成が第20実施形態と異なる。

[0599] 本実施形態では、供給通路部29は、供給筒部291、突出部292、拡大部293、フランジ部294を有している。供給筒部291は、略円筒状に形成されている。供給筒部291の一方の端部の内径は、他方の端部側の内径より大きい。

[0600] 突出部292は、供給筒部291の外周壁から径方向外側へ突出するよう供給筒部291と一体に形成されている。突出部292は、環状に形成されている。

[0601] 拡大部293は、供給筒部291の一方の端部の外周壁から径方向外側へ突出するよう供給筒部291と一体に形成されている。拡大部293は、略円筒状に形成されている。フランジ部294は、拡大部293の一方の端部の外周壁から径方向外側へ突出するよう拡大部293と一体に形成されている。フランジ部294は、環状に形成されている。

[0602] 本実施形態では、供給通路部29は、内側の空間が、カバー穴部265を経由して燃料室260に連通するよう、一端がカバー筒部261のカバー穴部265の周囲の外壁すなわちカバー外周壁280の平面部281に接続するよう設けられている。ここで、フランジ部294とカバー外周壁280の平面部281とは、供給通路部29の周方向の全域に亘り溶接されている。

[0603] 供給筒部291のフランジ部294とは反対側には、供給燃料配管7が接続される。突出部292は、供給燃料配管7の端部を係止可能である。

[0604] (他の実施形態)

<A>上述の実施形態では、連通孔44の数を h 、ガイド部43の数を g とすると、ガイド部43により複数に分断されたテーパ部42のうちの1つのテーパ部42の内縁部に対向する連通孔44の数が、 h/g である例を示した。これに対し、他の実施形態では、上記連通孔44の数は、 h/g でな

くてもよい。また、ガイド部43により複数に分断されたテーパ部42のうちの1つのテーパ部42の内縁部に対向する連通孔44の数が、1であってもよい。

[0605] また、他の実施形態では、弁部材40は、シート部材31側の面である一方の面401の湾曲量QC1が、弁部材40がシート部材31から離間したときの弁部材40とシート部材31との距離の最小値DL1と同じに設定されていてもよい。

[0606] また、他の実施形態では、弁部材40あるいはシート部材31を中凸形状とすることや、弁部材40の中心側の板厚を外縁部よりも厚くすること等により、部材の剛性を変えて、弁部材40がシート部材31にならって変形するように、シール性を高めてもよい。

[0607] 上述の第16実施形態では、内側筒状面602が、加圧室200側から加圧室200とは反対側へ向かうに従いスプール61の軸に近付くようテーパ状に形成された例を示した。ここで、他の実施形態では、スプール61の軸を含む仮想平面による断面において、最も径の小さい内側筒状面である内側筒状面601と内側筒状面602とのなす角のうち劣角が120度であってもよい。この場合、特に内側筒状面601と内側筒状面602との接続部分において、巻線620の位置ずれを抑制することができる。

[0608] 上述の第18実施形態では、固定コア57より硬度の高い係止部材576を固定コア穴部575に設け、スプリング54を係止する例を示した。これに対し、他の実施形態では、例えば、係止部材576の硬度を固定コア57と同等または固定コア57より低く設定しつつ、係止部材576の表面にCrめっき層または DLC 層等を設けてもよい。もちろん、固定コア57より硬度の高い係止部材576の表面にCrめっき層または DLC 層等を設けてもよい。

[0609] また、他の実施形態では、可動コア55の加圧室200側の端面552は、巻線部62の加圧室200側の端面621に対し固定コア57とは反対側に位置していてもよい。

- [0610] また、他の実施形態では、連結面605、606は、全ての部位がスプール61の軸に対し垂直となるよう形成されていてもよい。また、連結面605、606は、全ての部位が加圧室200側から加圧室200とは反対側へ向かうに従いスプール61の軸に近付くようテーパ状に形成されていてもよい。また、連結面605、606は、テーパ状ではなく、巻線620と同じ高さとなる段差の組み合わせで構成してもよい。
- [0611] また、他の実施形態では、スプール61の軸を含む仮想平面VP1による断面において、内側筒状面601と連結面605とのなす角が120度以外に設定されていてもよい。
- [0612] また、他の実施形態では、巻線620は、最も径の小さい内側筒状面から径方向外側へ向かう1層目における軸方向の巻き回数と2層目における軸方向の巻き回数とが異なってもよい。また、最も径の小さい内側筒状面と最も径の大きい内側筒状面との間において、巻線の1層毎の軸方向の巻き回数は、全ての層で同一でなくてもよい。
- [0613] また、上述の実施形態では、巻線620を巻線形成部としてのスプール61に巻き回すことで巻線部62を形成する例を示した。これに対し、他の実施形態では、コネクタ65を形成する樹脂部材の一部を巻線形成部とし、当該巻線形成部に巻線620を巻き回すことで巻線部62を形成してもよい。
- [0614] <C> 上述の実施形態では、第1流路83と第2流路89とを接続する環状溝800は、中間部材本体82とリリーフ部材本体86との互いに対向する面において、中間部材81に形成されている。これに対し、他の実施形態では、環状溝800は、中間部材81のみに限らず、リリーフシート部材85のみ、または、中間部材81とリリーフシート部材85との両方に形成されていてもよい。
- [0615] また、他の実施形態では、第2流路89の数が第1流路83の数より多く、環状溝800がリリーフ部材本体86に形成されていてもよい。また、この場合、例えば、第1流路83の数が4、第2流路89の数が5であってもよい。

- [0616] また、他の実施形態では、第2流路89の数が第1流路83の数より多く、第2流路89の長さが第1流路83の長さより短くてもよい。すなわち、リリーフ部材本体86の軸方向の長さは、中間部材本体82の軸方向の長さより短くてもよい。
- [0617] また、他の実施形態では、第1流路83は中間部材本体82に1つ形成されていることとしてもよい。また、第2流路89は、リリーフ部材本体86に1つ形成されていることとしてもよい。また、第1流路83と第2流路89とは、複数、かつ、同数形成されていてもよい。また、他の実施形態では、第1流路83の個数と第2流路89の個数とは、互いに素の関係に限らず、どのような関係であってもよい。
- [0618] また、他の実施形態では、吐出ジョイント70を備えず、例えば、吐出シート部材71、中間部材81を吐出穴部214に設け、リリーフシート部材85を吐出穴部214にねじ結合することにより吐出通路部700を構成することとしてもよい。
- [0619] また、他の実施形態では、係止部材95を備えなくてもよい。この場合、スプリング99の端部は、中間部材81で係止することが考えられる。
- [0620] <D>上述の実施形態では、ボルト孔250が、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ハウジング外周壁270の径方向外側において周方向に等間隔で2つ形成される例を示した。これに対し、他の実施形態では、ボルト孔250は、ハウジング外周壁270の周方向に等間隔で形成されていなくてもよい。
- [0621] また、他の実施形態では、ボルト孔250は、筒状内周壁230の軸A×1方向から見たとき、ハウジング外周壁270の径方向外側において周方向に3つ以上形成されていてもよい。この場合、ボルト孔250は、ハウジング外周壁270の周方向に等間隔で形成されていることが望ましい。
- [0622] また、他の実施形態では、ハウジング外周壁270は、平面状の平面部271を有していなくてもよい。また、他の実施形態では、電磁駆動部500の中心軸A×c1と吐出通路部700の中心軸A×c2とは、同一平面上に

位置していなくてもよい。

[0623] また、他の実施形態では、加圧室 200 に吸入される燃料の圧力を検出可能な圧力センサ、加圧室 200 に吸入される燃料の温度を検出可能な温度センサ、上ハウジング 21 またはカバー 26 の振動を検出可能な振動センサ、カバー 26 の内側の空間と外側の空間とを連通する分岐通路部の少なくとも 1 つをさらに備えていてもよい。ここで、分岐通路部には、低圧の燃料を内燃機関に噴射供給するインジェクタに連通する低圧燃料配管が接続される。

[0624] 圧力センサ、温度センサ、振動センサ、分岐通路部は、それぞれ、例えば、ハウジング外周壁 270 から径方向外側へ突出するよう設けられ、ハウジング外周壁 270 の周方向において、電磁駆動部 500 から吐出通路部 700 側へ 180 度以内、または、吐出通路部 700 から電磁駆動部 500 側へ 180 度以内の範囲に位置していることとしてもよい。

[0625] また、圧力センサ、温度センサ、振動センサ、分岐通路部は、それぞれ、例えば、上ハウジング 21 側から筒状内周壁 230 の軸 A × 1 方向の鉛直方向上側へ向かって突出するようカバー底部 262 に設けられていてもよい。

[0626] また、上述の第 11 実施形態では、パルセーションダンパ部 19 が、上ハウジング 21 側から筒状内周壁 230 の軸 A × 1 方向の鉛直方向上側へ向かって突出するようカバー底部 262 に設けられる例を示した。これに対し、他の実施形態では、パルセーションダンパ部 19 は、例えば、ハウジング外周壁 270 から径方向外側へ突出するよう設けられ、ハウジング外周壁 270 の周方向において、電磁駆動部 500 から吐出通路部 700 側へ 180 度以内、または、吐出通路部 700 から電磁駆動部 500 側へ 180 度以内の範囲に位置していることとしてもよい。

[0627] また、他の実施形態では、カバー 26 を備えていなくてもよい。この場合、例えば、供給通路部 29 の内側と吸入通路 216 とが連通するよう、供給通路部 29 を上ハウジング 21 に設ければよい。

[0628] また、上述の実施形態では、カバー筒部 261 が正八角筒状に形成される例を示した。これに対し、他の実施形態では、カバー筒部 261 は、各辺の

長さが交互に異なる等、異形八角筒状に形成されていてもよい。これにより、固有値を変えて共振を抑制し、NVを低減できる。

[0629] また、他の実施形態では、シリンダ23、上ハウジング21、下ハウジング22のうち少なくとも2つを一体に形成してもよい。また、他の実施形態では、上ハウジング21、シート部材31、ストッパ35のうち少なくとも2つを一体に形成してもよい。

[0630] また、他の実施形態では、高圧ポンプを、ディーゼルエンジン等、ガソリンエンジン以外の内燃機関に適用してもよい。また、高圧ポンプを、車両のエンジン以外の装置等へ向けて燃料を吐出する燃料ポンプとして用いてもよい。

[0631] このように、本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

[0632] 以下、上述した開示の第1の技術思想について説明する。

[0633] <A>従来、燃料を加圧し内燃機関に供給する高圧ポンプが知られている。一般に、高圧ポンプは、加圧室の低圧側に弁部材を備えている。弁部材は、弁座から離間すると開弁し、加圧室に吸入される燃料の流れを許容し、弁座に当接すると閉弁し、加圧室から低圧側への燃料の流れを規制する。例えば特許文献（特開2016-133010号公報）の高圧ポンプでは、加圧室の容積が増大するようプランジャが下降するとき、弁部材が開弁し加圧室に燃料が吸入される。また、弁部材が開弁した状態で、加圧室の容積が低減するようプランジャが上昇すると、加圧室から低圧側へ燃料が戻され、加圧室で加圧される燃料が調量される。さらに、弁部材が閉弁した状態で、加圧室の容積が低減するようプランジャが上昇すると、加圧室内の燃料が加圧される。

[0634] 特許文献（特開2016-133010号公報）の高圧ポンプでは、弁部材は、軸を中心とする仮想円上に複数の連通孔を有している。また、特許文献（特開2016-133010号公報）には、吸入通路を形成する部材に摺動することで弁部材の軸方向の移動を案内可能なガイド部を有する弁部材

が開示されている。この弁部材では、ガイド部は、弁部材の周方向に3つ形成されている。また、弁部材の加圧室側の面の外縁部には、弁部材の軸に対し傾斜する傾斜面が周方向に3つ形成されている。この傾斜面は、ガイド部の間に形成されている。

[0635] 特許文献（特開2016-133010号公報）の高圧ポンプでは、傾斜面は、弁部材の軸側の縁部が直線状に形成されている。そのため、当該縁部の両端と連通孔との距離が大きく、当該縁部の両端が、弁部材の表面を流れる燃料の抵抗となるおそれがある。これにより、加圧室に吸入される燃料、または、加圧室から低压側へ戻される燃料の流量を十分に確保できないおそれがある。

[0636] 本開示の目的は、加圧室に吸入される燃料の流量を十分に確保可能な高圧ポンプを提供することにある。

[0637] 以下、上述した開示の第2の技術思想について説明する。

[0638] 従来、燃料を加圧し内燃機関に供給する高圧ポンプが知られている。一般に、高圧ポンプは、加圧室の低压側に弁部材を備えている。弁部材は、弁座から離間すると開弁し、加圧室に吸入される燃料の流れを許容し、弁座に当接すると閉弁し、加圧室から低压側への燃料の流れを規制する。例えば特許文献（米国特許第8925525号明細書）の高圧ポンプでは、弁部材に対し加圧室とは反対側に電磁駆動部を備え、弁部材の開弁および閉弁を制御し、加圧室で加圧される燃料の量、および、高圧ポンプから吐出される燃料の量を制御している。

[0639] 一般に、電磁駆動部のコイルの軸方向の中心は磁束密度が最大となる。また、全ての磁束方向は、コイルの軸に対し平行、かつ、加圧室から固定コア側へ向かう方向となる。そのため、可動コアの固定コア側の端面がコイルの軸方向の中心に近い位置に配置されている場合ほど、コイルに通電したときに可動コアに作用する吸引力が大きくなる。

[0640] しかしながら、特許文献（米国特許第8925525号明細書）の高圧ポンプでは、可動コアの固定コア側の端面は、コイルの軸方向の中心に対し加

圧室側に位置し、かつ、可動コアの加圧室側の端面は、コイルの加圧室側の端面に対し加圧室側に位置している。そのため、コイルへの通電時、可動コアに作用する吸引力が小さくなるおそれがある。これにより、可動コアの応答性が低下するおそれがある。ここで、可動コアの応答性を確保するためにコイルへ流す電流を増大させると、電磁駆動部の消費電力が増大するおそれがある。

[0641] 本開示の目的は、電磁駆動部の応答性が高い高圧ポンプを提供することにある。

[0642] 以下、上述した開示の第3の技術思想について説明する。

[0643] <C>従来、燃料を加圧し内燃機関に供給する高圧ポンプにおいて、加圧室から吐出した燃料の圧力が所定値以上になったときに燃料を加圧室または低圧室へ逃がすリリーフ弁を備えた高圧ポンプが知られている。例えば特許文献（特開2004-197834号公報）の高圧ポンプでは、リリーフ弁は、燃料を低圧室へ逃がすよう構成されている。

[0644] 近年、エンジンシステムの要求燃圧の高圧化により、内燃機関への供給燃料の高圧化が求められている。高圧ポンプから内燃機関に吐出供給する燃料の高圧化を図るには、加圧室に連通し加圧時に高圧の空間となるデッドボリウムを低減することが有効である。特許文献1の高圧ポンプでは、吐出弁を加圧室の近傍に配置し、リリーフ弁を吐出弁に対し加圧室とは反対側に配置している。これにより、デッドボリウムの低減を図ることが可能である。

[0645] しかしながら、特許文献（特開2004-197834号公報）の高圧ポンプでは、リリーフ弁を吐出弁の軸から径方向にずれた位置に配置し、吐出弁とリリーフ弁との間に圧力脈動低減機を設けている。さらに、吐出弁を通過した吐出燃料が流れる流路を、リリーフ弁および圧力脈動低減機の径方向外側に形成している。そのため、吐出弁およびリリーフ弁を含む部位が大型化するおそれがある。

[0646] 本開示の目的は、小型の高圧ポンプを提供することにある。

[0647] 以下、上述した開示の第4の技術思想について説明する。

[0648] <D>従来、燃料を加圧し内燃機関に供給する高圧ポンプが知られている。一般に、高圧ポンプは、加圧室の低圧側に弁部材を備えている。弁部材は、弁座から離間すると開弁し、加圧室に吸入される燃料の流れを許容し、弁座に当接すると閉弁し、加圧室から低圧側への燃料の流れを規制する。例えば特許文献（欧州特許第1479903号明細書）の高圧ポンプでは、弁部材に対し加圧室とは反対側に電磁駆動部を備え、弁部材の開弁および閉弁を制御し、加圧室で加圧される燃料の量、および、高圧ポンプから吐出される燃料の量を制御している。

[0649] 特許文献（欧州特許第1479903号明細書）の高圧ポンプでは、電磁駆動部は、加圧室を形成するハウジングの外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられている。また、加圧室から吐出された燃料が流れる吐出通路部が、ハウジングの外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられている。

[0650] 高圧ポンプは内燃機関に取り付けられるため、高圧ポンプが取り付けられる位置によっては、高圧ポンプの近傍にプーリー等の回転物が位置することがある。高圧ポンプの電磁駆動部には配線が接続され、吐出通路部には鋼管が接続される。そのため、高圧ポンプが取り付けられる位置によっては、回転物が配線や鋼管に接触し、配線や鋼管が損傷するおそれがある。

[0651] また、特許文献（欧州特許第1479903号明細書）の高圧ポンプは、複数のボルト孔を有し内燃機関に固定される被固定部を備えている。ボルト孔は、加圧室を形成する筒状の内周壁の軸方向から見たとき、ハウジングの外周壁の径方向外側において周方向に等間隔で3つ形成されている。ここで、電磁駆動部、吐出通路部、および、加圧室に供給される燃料が流れる供給通路部は、それぞれ、3つのボルト孔のそれぞれの間に配置されている。被固定部を内燃機関に固定し高圧ポンプを内燃機関に取り付けるとき、ボルト孔にボルトが挿通される。このとき、ボルト、および、ボルトを締結する工具が電磁駆動部、吐出通路部または供給通路部に干渉するのを避ける必要があるため、電磁駆動部、吐出通路部および供給通路部をボルト孔の軸上に配

置することはできない。したがって、電磁駆動部、吐出通路部および供給通路部をハウジングの周方向の特定の箇所に集約して配置することができない。よって、高圧ポンプの内燃機関への取り付け位置の自由度が低下するおそれがある。

[0652] 本開示の目的は、内燃機関への取り付け位置の自由度が高い高圧ポンプを提供することにある。

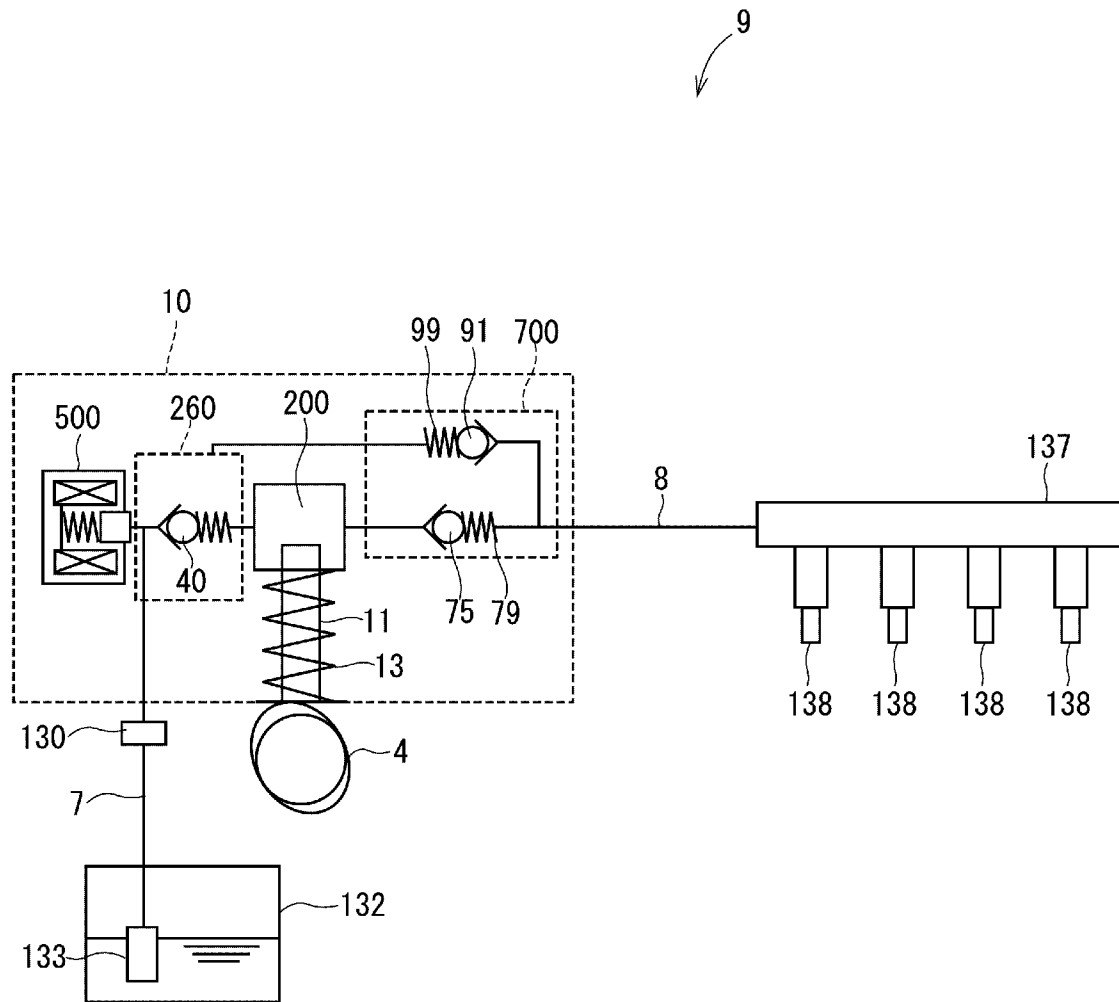
[0653] 本開示は、実施形態に基づき記述された。しかしながら、本開示は当該実施形態および構造に限定されるものではない。本開示は、様々な変形例および均等の範囲内の変形をも包含する。また、様々な組み合わせおよび形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせおよび形態も、本開示の範疇および思想範囲に入るものである。

請求の範囲

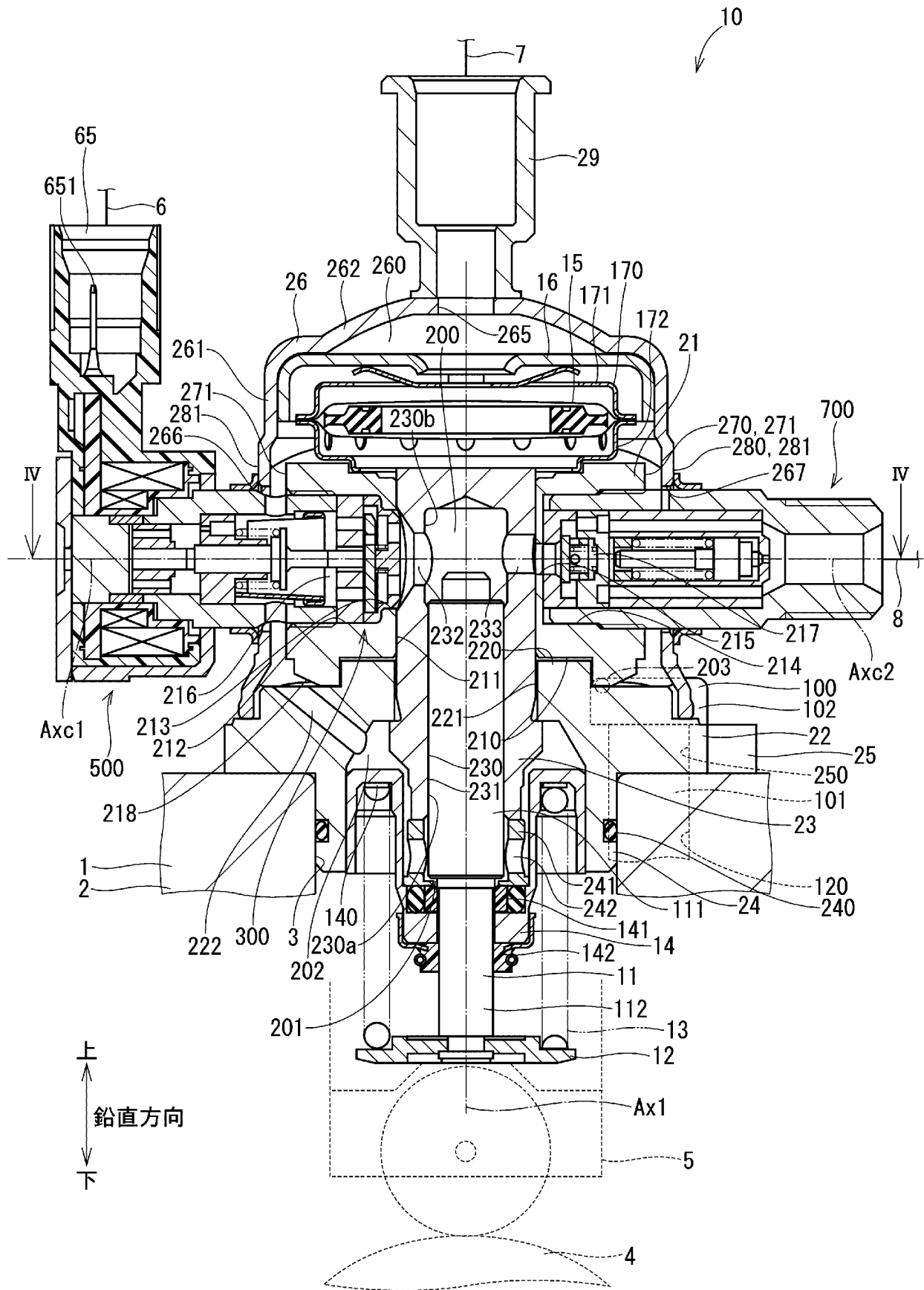
- [請求項1] 内燃機関（１）に取り付けられ、燃料を加圧し前記内燃機関に吐出供給する高圧ポンプ（１０）であって、
- 燃料が加圧される加圧室（２００）を形成する筒状内周壁（２３０）を有する加圧室形成部（２３）と、
- 一端が前記加圧室に位置するよう前記筒状内周壁の内側に設けられ、軸方向に移動することで前記加圧室内の燃料を加圧可能なプランジャ（１１）と、
- 少なくとも一部が前記加圧室の径方向外側に位置する筒状のハウジング外周壁（２７０）を有するハウジング（２１）と、
- 開弁または閉弁することで前記加圧室に吸入される燃料の流れを許容または規制可能な弁部材（４０）と、
- 前記ハウジング外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられ、前記弁部材の開弁および閉弁を制御可能な電磁駆動部（５００）と、
- 前記ハウジング外周壁から径方向外側へ突出するよう設けられ、前記加圧室で加圧され前記内燃機関に吐出される燃料が流れる吐出通路部（７００）と、
- 前記ハウジングに接続するよう設けられ、ボルト孔（２５０）を有し、前記ボルト孔に対応して設けられるボルト（１００）により前記内燃機関に固定される被固定部（２５）と、を備え、
- 前記ボルト孔は、前記筒状内周壁の軸（ $A \times 1$ ）方向から見たとき、前記ハウジング外周壁の径方向外側において周方向に２つ以上形成され、
- 隣り合う２つの前記ボルト孔の軸および前記筒状内周壁の軸を含む仮想面（ $V S 0$ ）で前記高圧ポンプを第１領域（ $T 1$ ）と第２領域（ $T 2$ ）との２つの領域に分けたとき、前記電磁駆動部および前記吐出通路部は、いずれも、前記第１領域または前記第２領域のいずれか一方に位置している高圧ポンプ。

- [請求項2] 前記ボルト孔は、前記ハウジング外周壁の周方向に等間隔で2つ形成され、
前記筒状内周壁の軸と2つの前記ボルト孔のそれぞれの軸とを結ぶ2つの直線のなす角は、180度である請求項1に記載の高圧ポンプ。
- [請求項3] 前記ハウジング外周壁は、平面状の平面部(271)を複数有し、
前記平面部は、前記第1領域または前記第2領域において、3つ以上形成されている請求項1または2に記載の高圧ポンプ。
- [請求項4] 前記電磁駆動部の中心軸(Axc1)と前記吐出通路部の中心軸(Axc2)とは、同一平面上に位置している請求項1～3のいずれか一項に記載の高圧ポンプ。
- [請求項5] 前記ハウジング外周壁の径方向外側へ向かって突出するよう設けられ、前記加圧室に吸入される燃料が流れる供給通路部(29)をさらに備え、
前記供給通路部は、前記ハウジング外周壁の周方向において、前記電磁駆動部から前記吐出通路部側へ180度以内、または、前記吐出通路部から前記電磁駆動部側へ180度以内の範囲に位置している請求項1～4のいずれか一項に記載の高圧ポンプ。
- [請求項6] 前記ハウジング外周壁は、平面状の平面部(271)を複数有し、
前記仮想面と平行で2つの前記ボルト孔に接する面(VS1)を跨がない前記平面部が、前記第1領域または前記第2領域において、3つ以上形成されている請求項1～5のいずれか一項に記載の高圧ポンプ。
- [請求項7] 前記ハウジング外周壁は、平面状の平面部(271)を複数有し、
前記平面部は、2つの前記ボルト孔のそれぞれに対向する2つの前記平面部の間に3つ以上形成されている請求項1～6のいずれか一項に記載の高圧ポンプ。

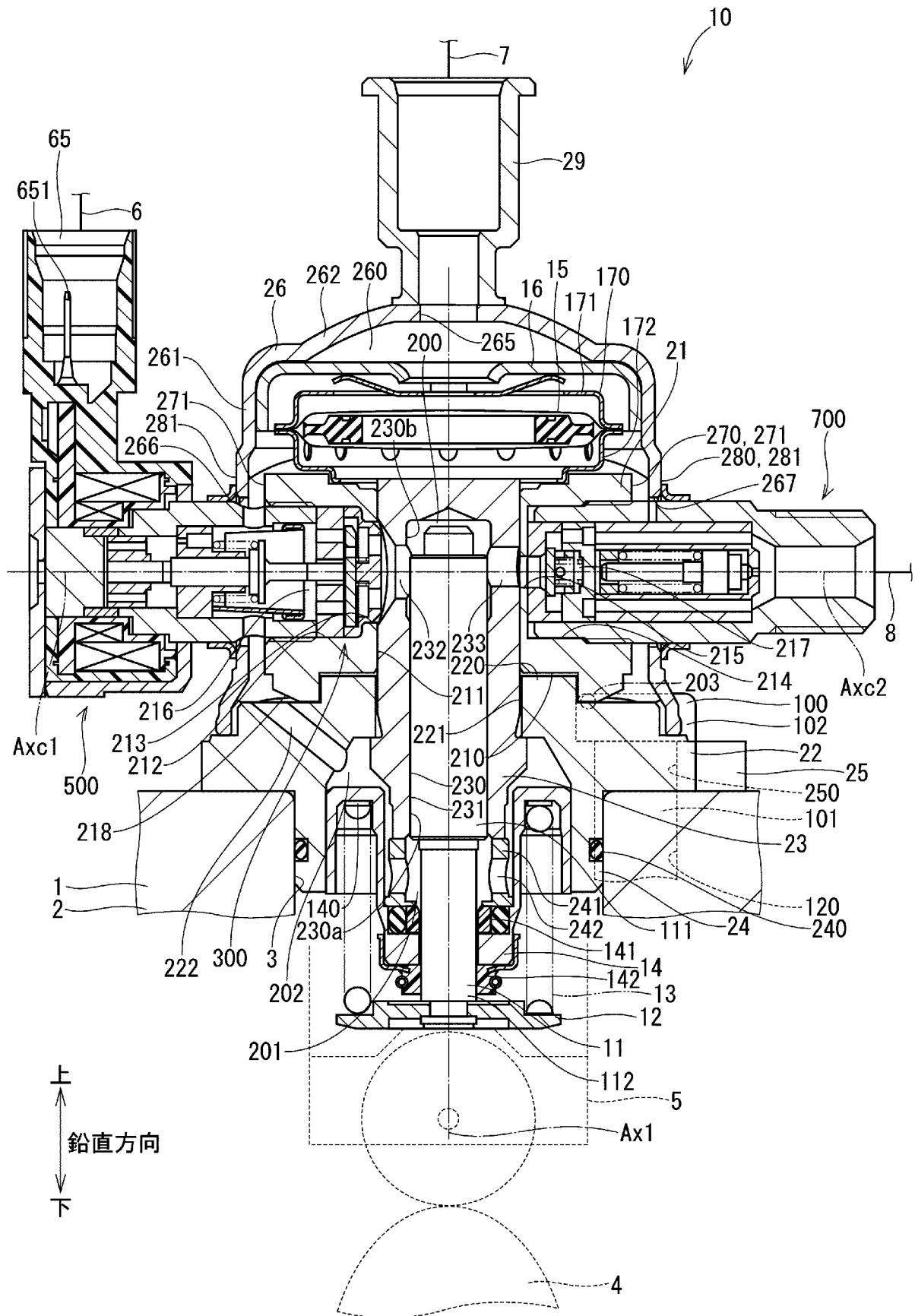
[図1]



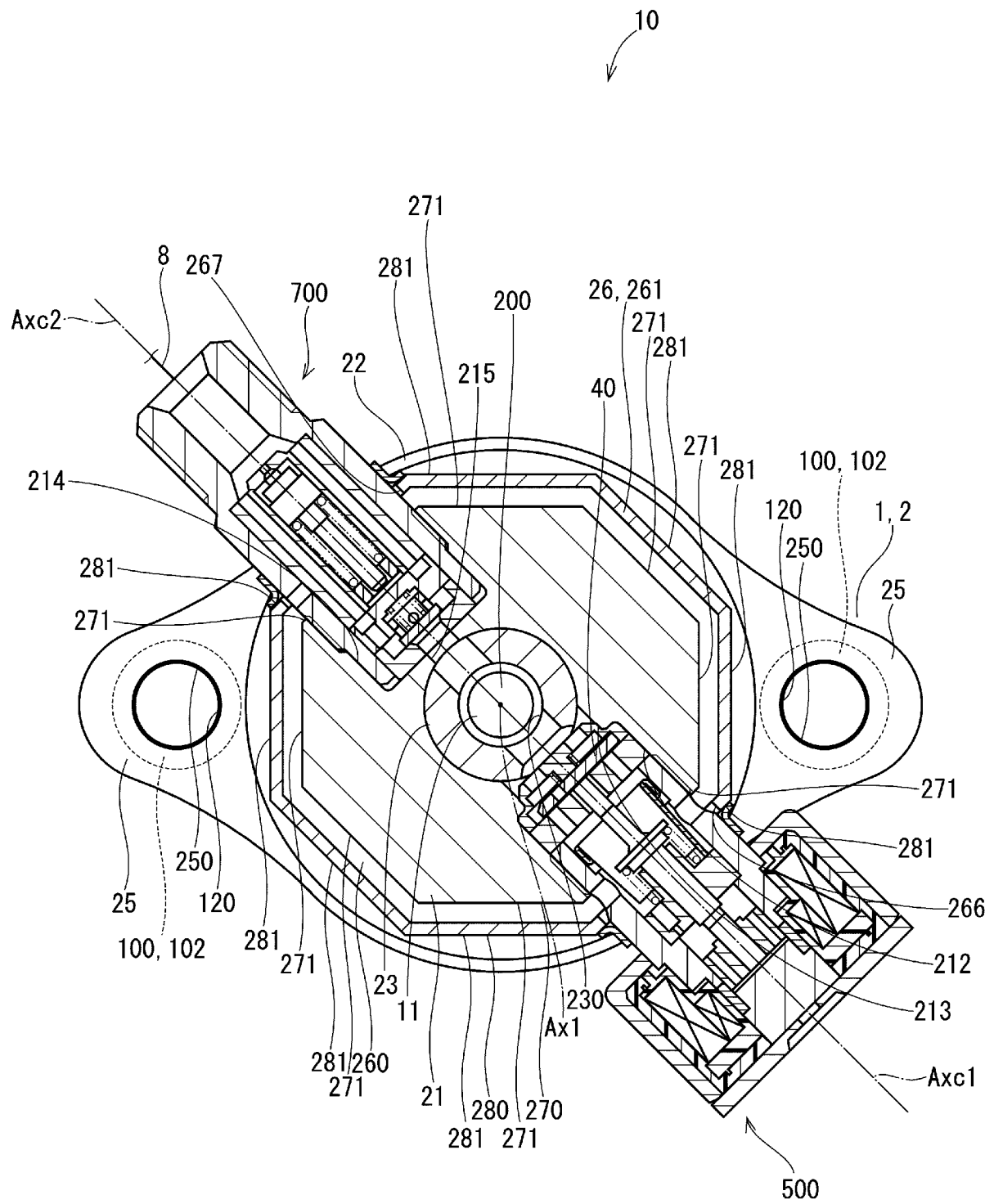
[図2]



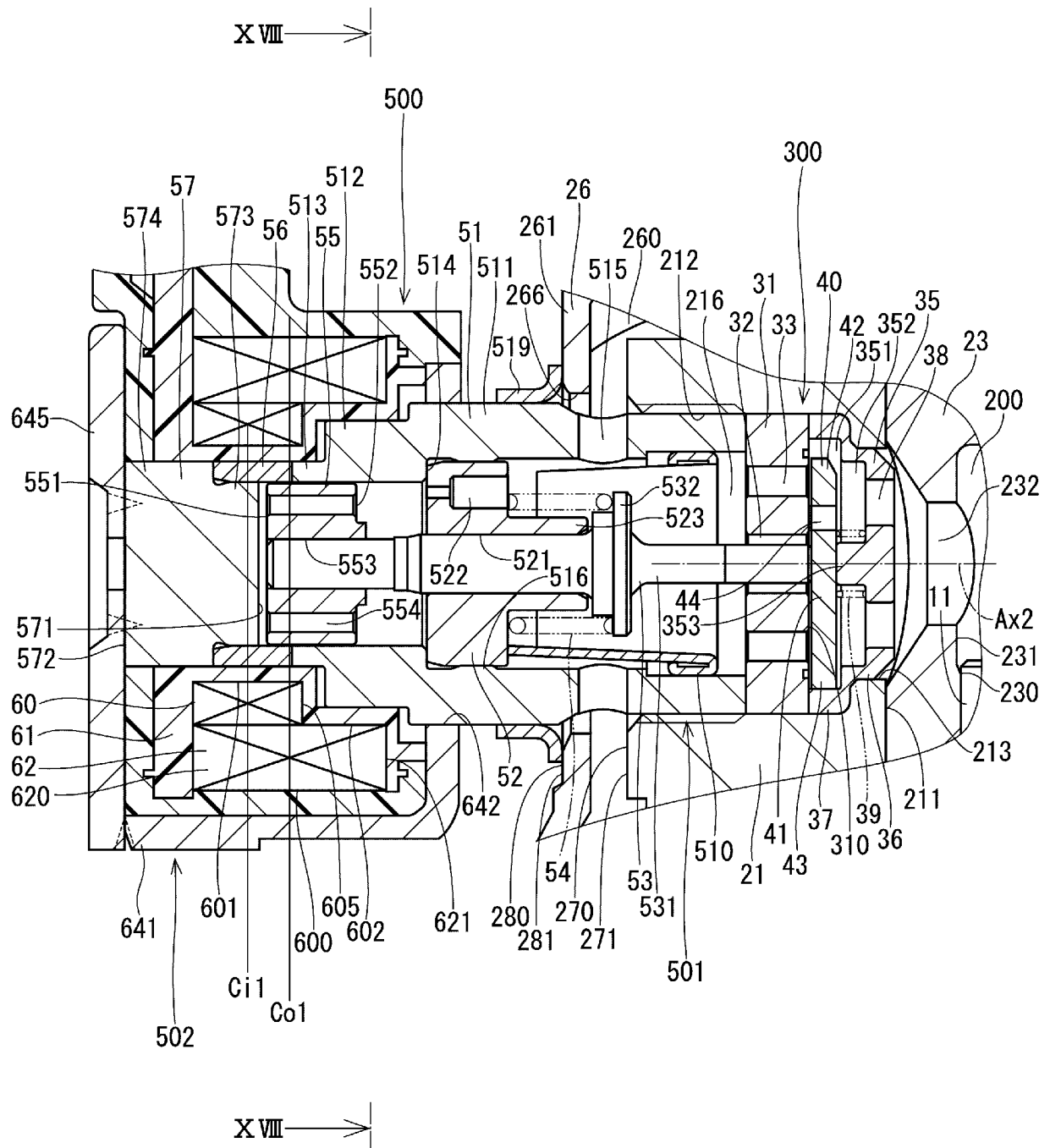
[図3]



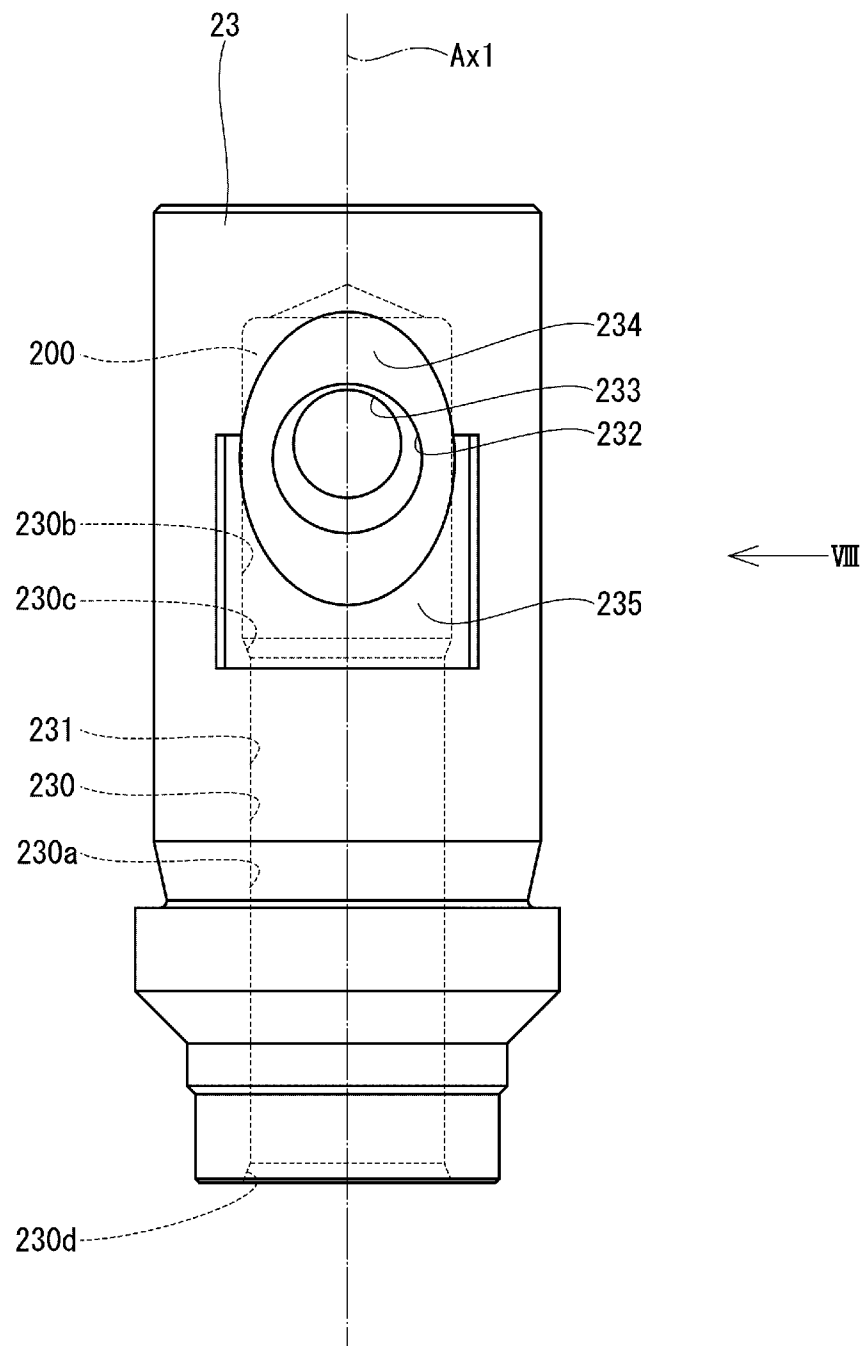
[図4]



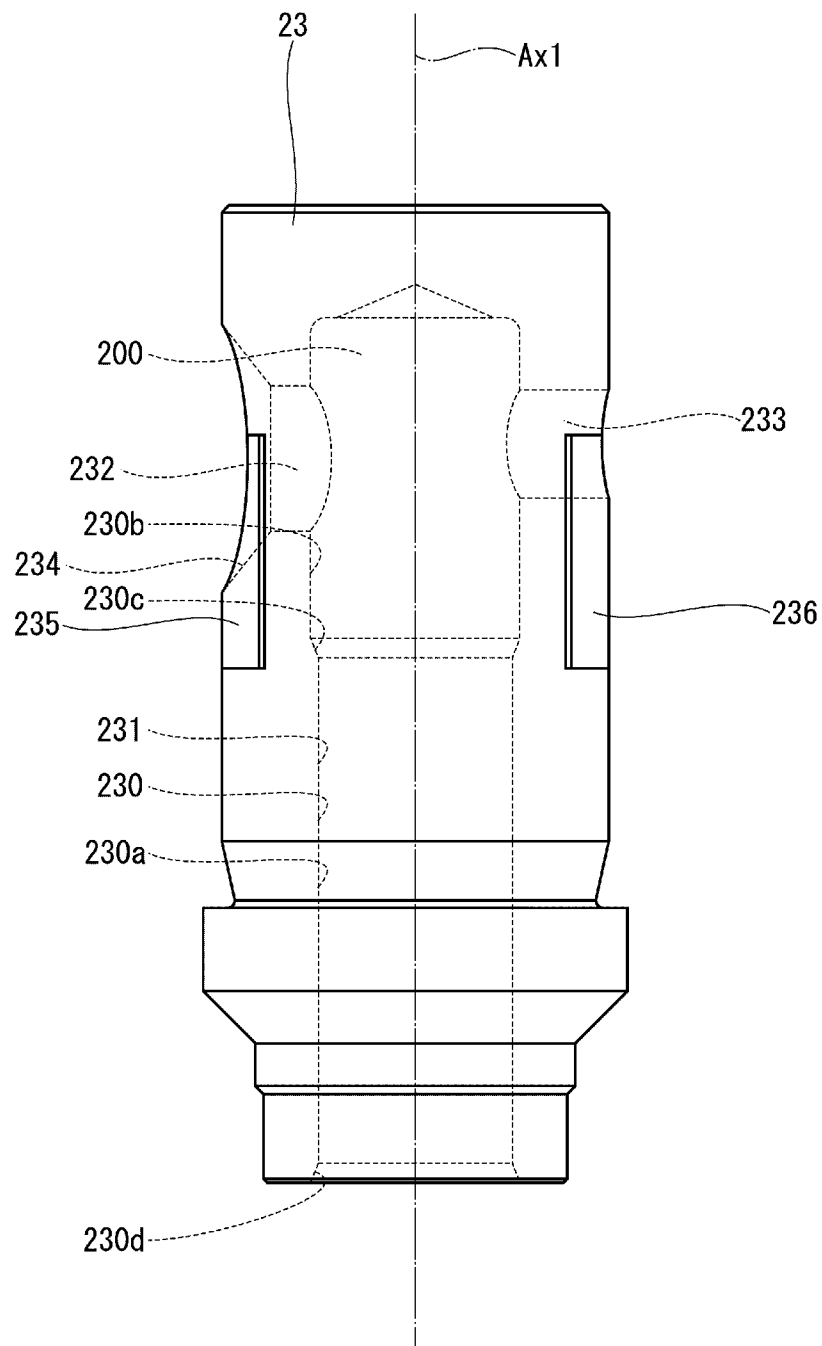
[図5]



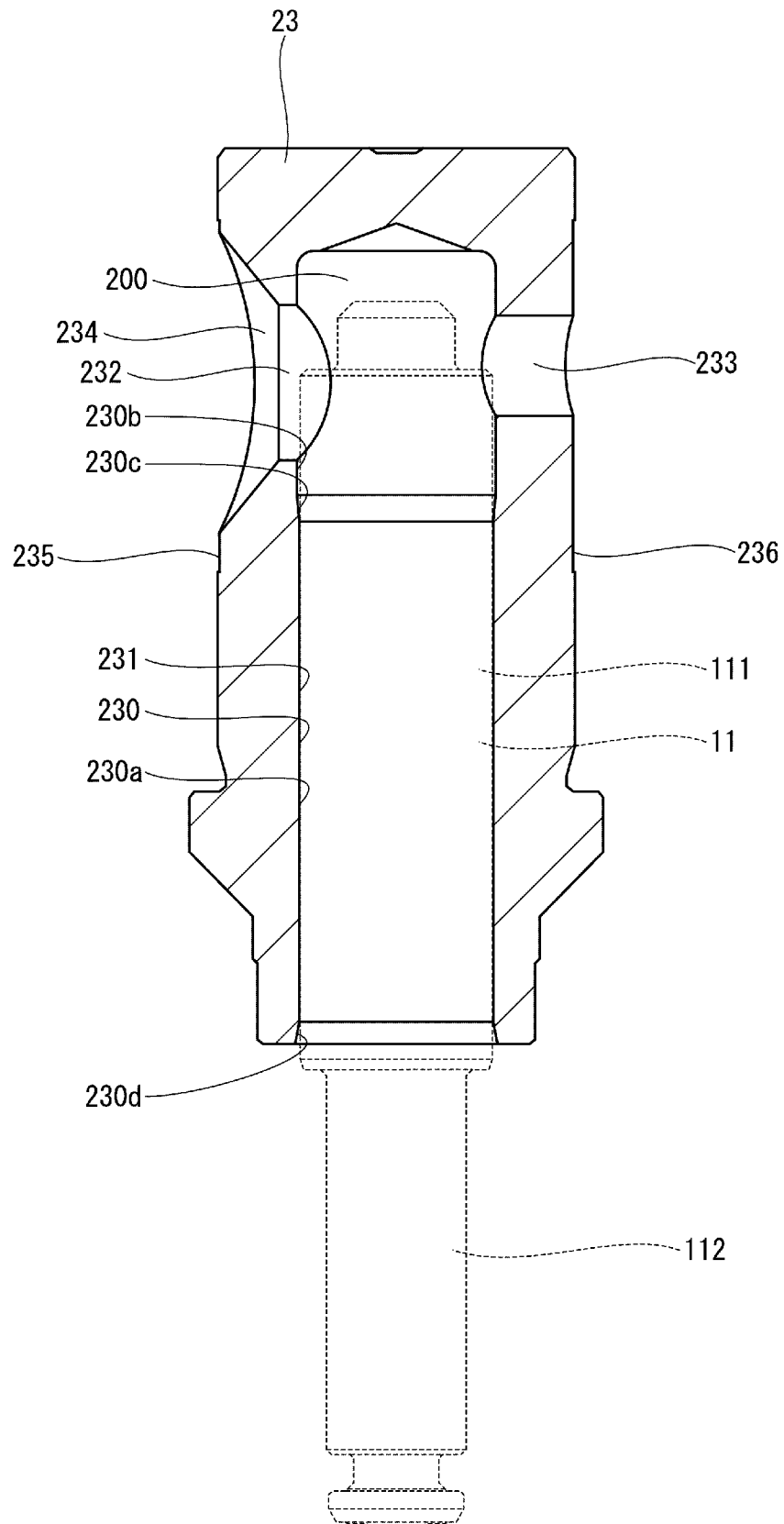
[図7]



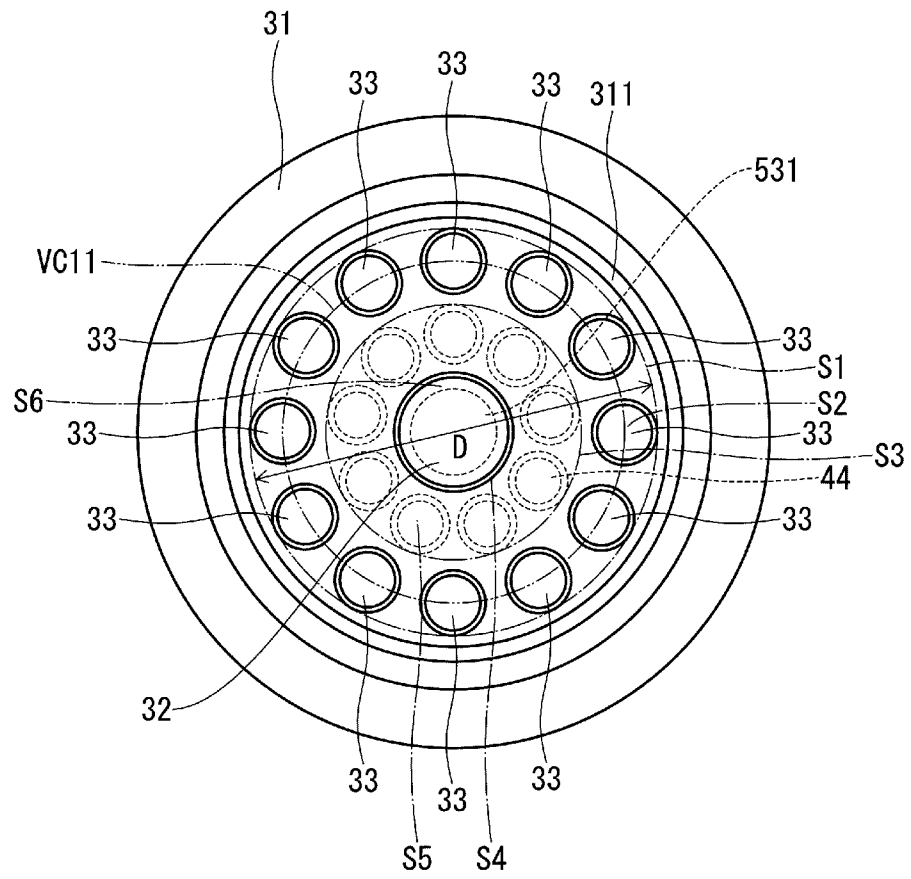
[図8]



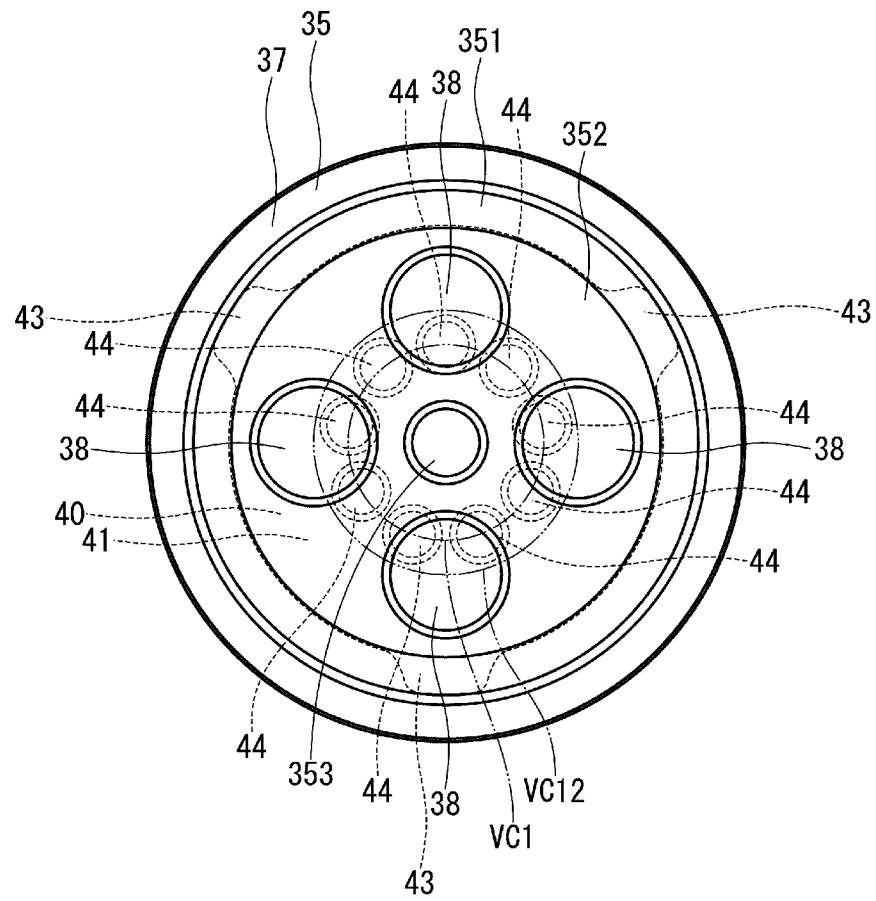
[図9]



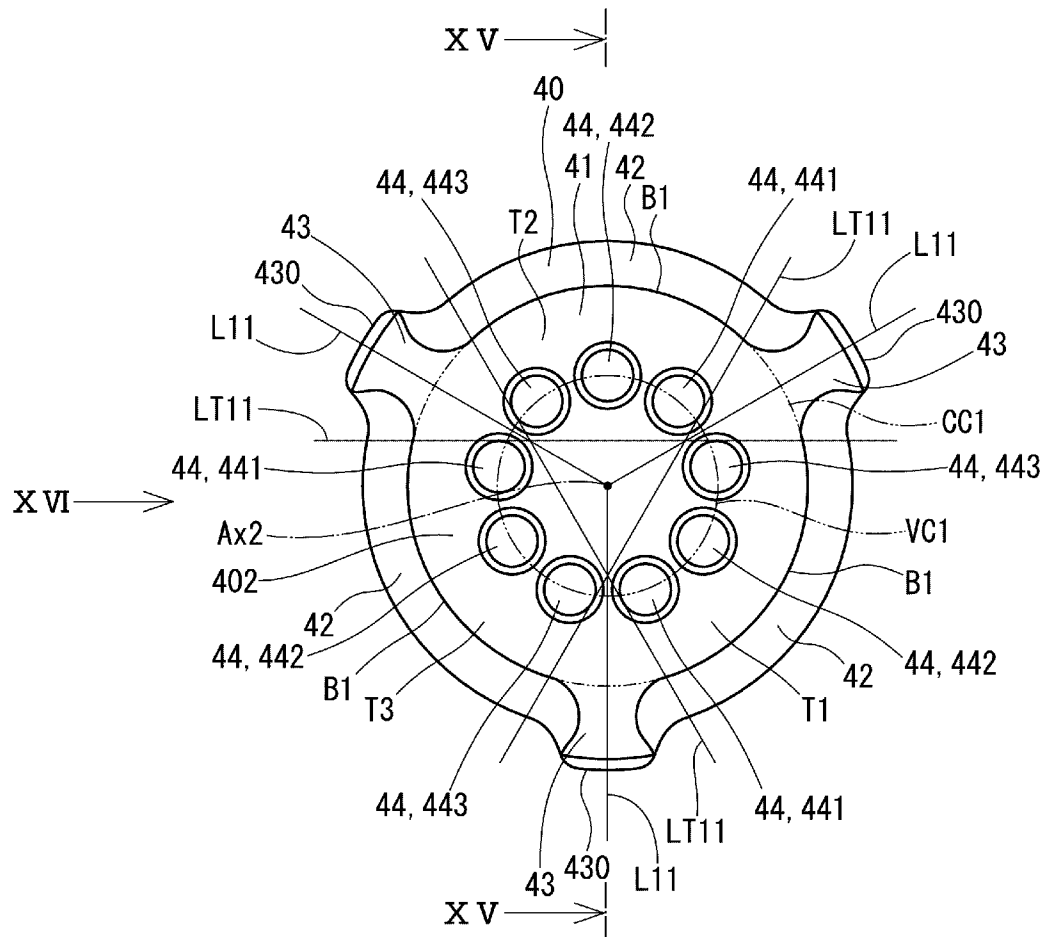
[図11]



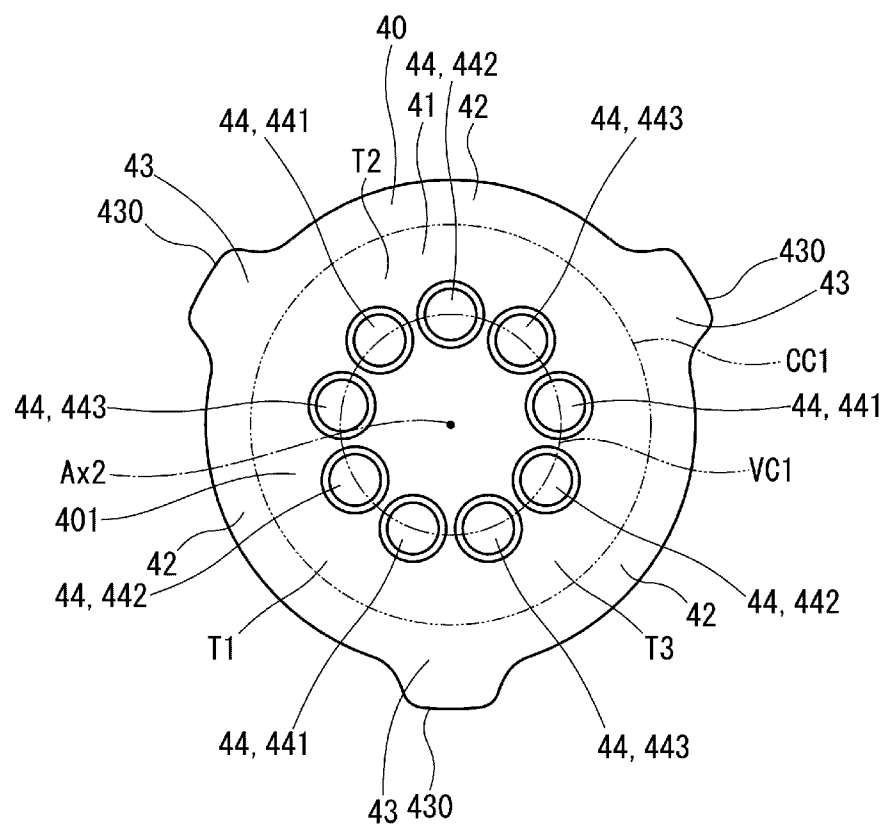
[図12]



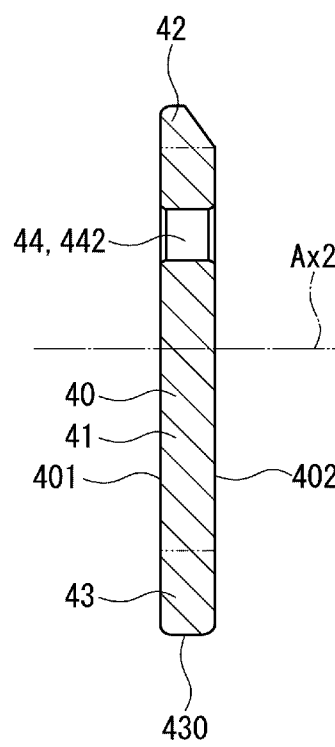
[図13]



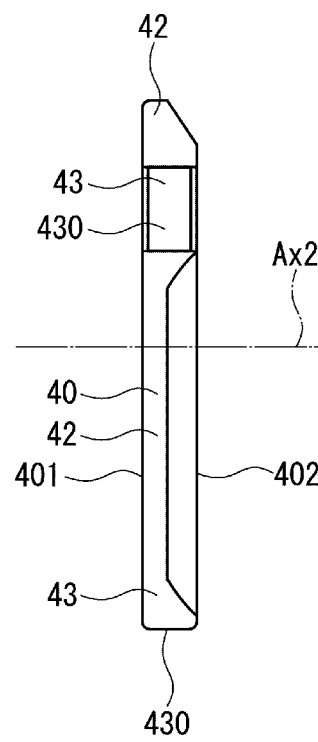
[図14]



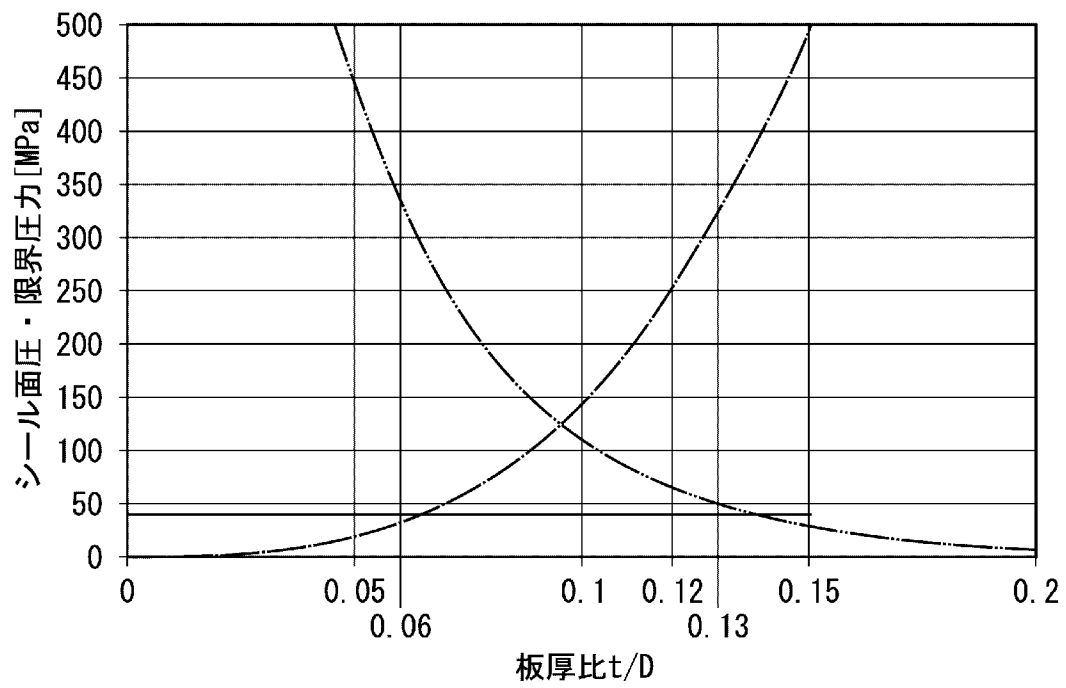
[図15]



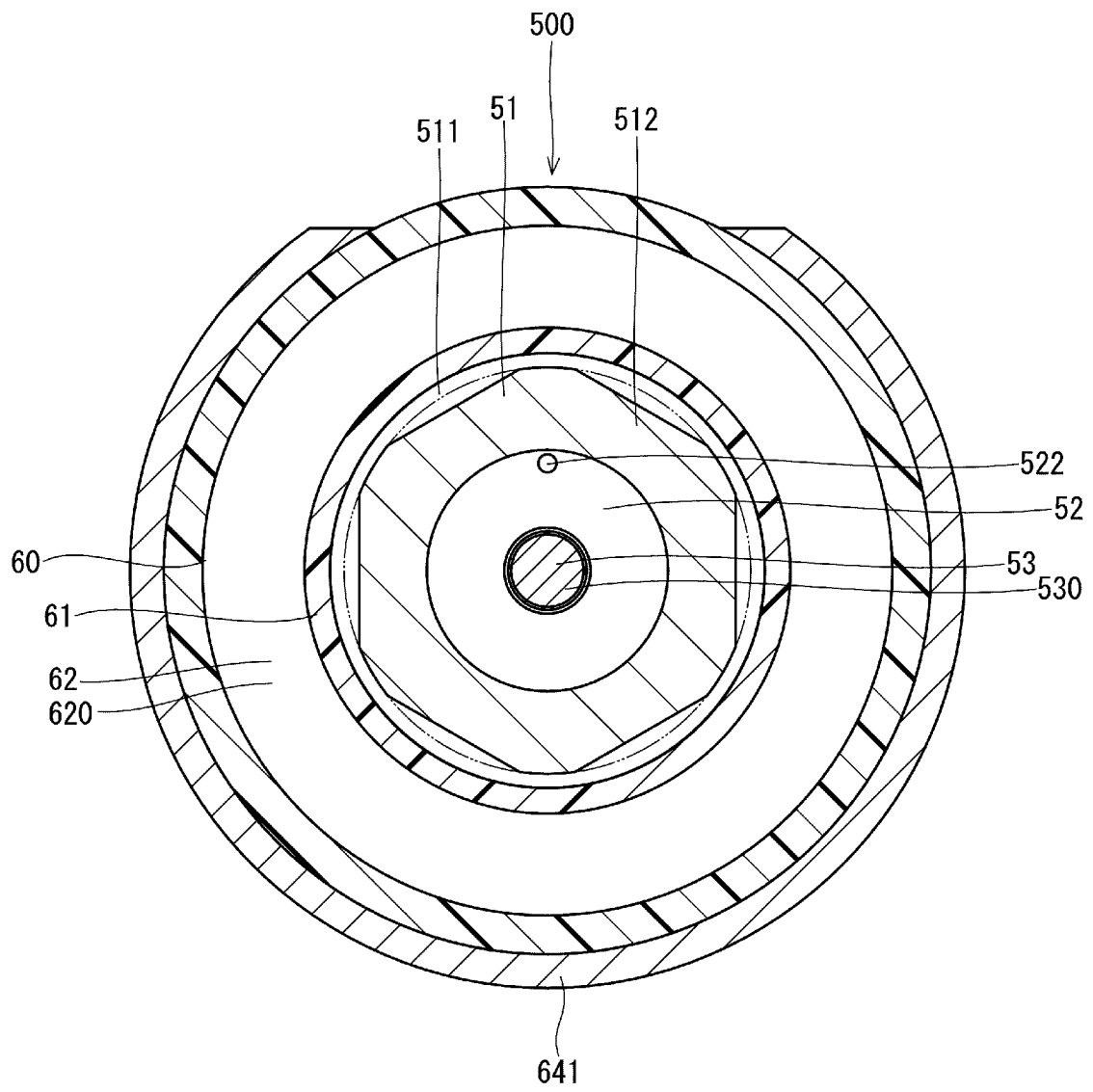
[図16]



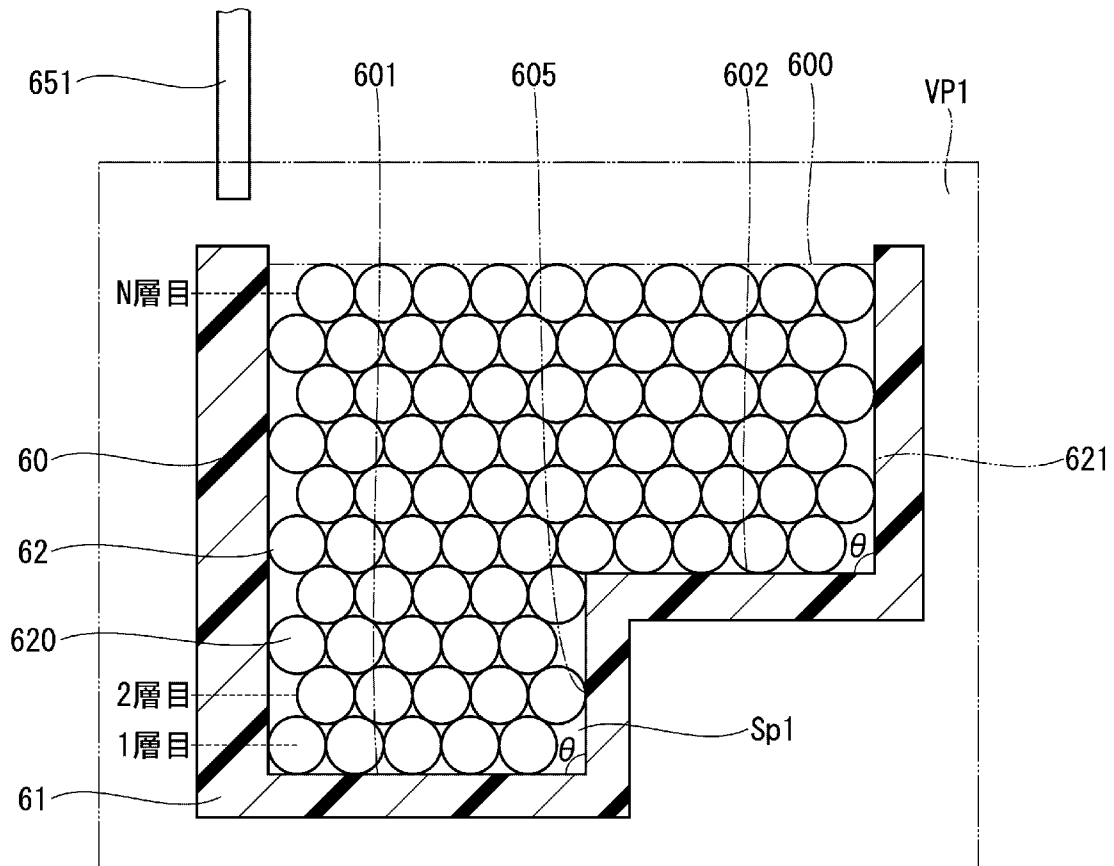
[図17]



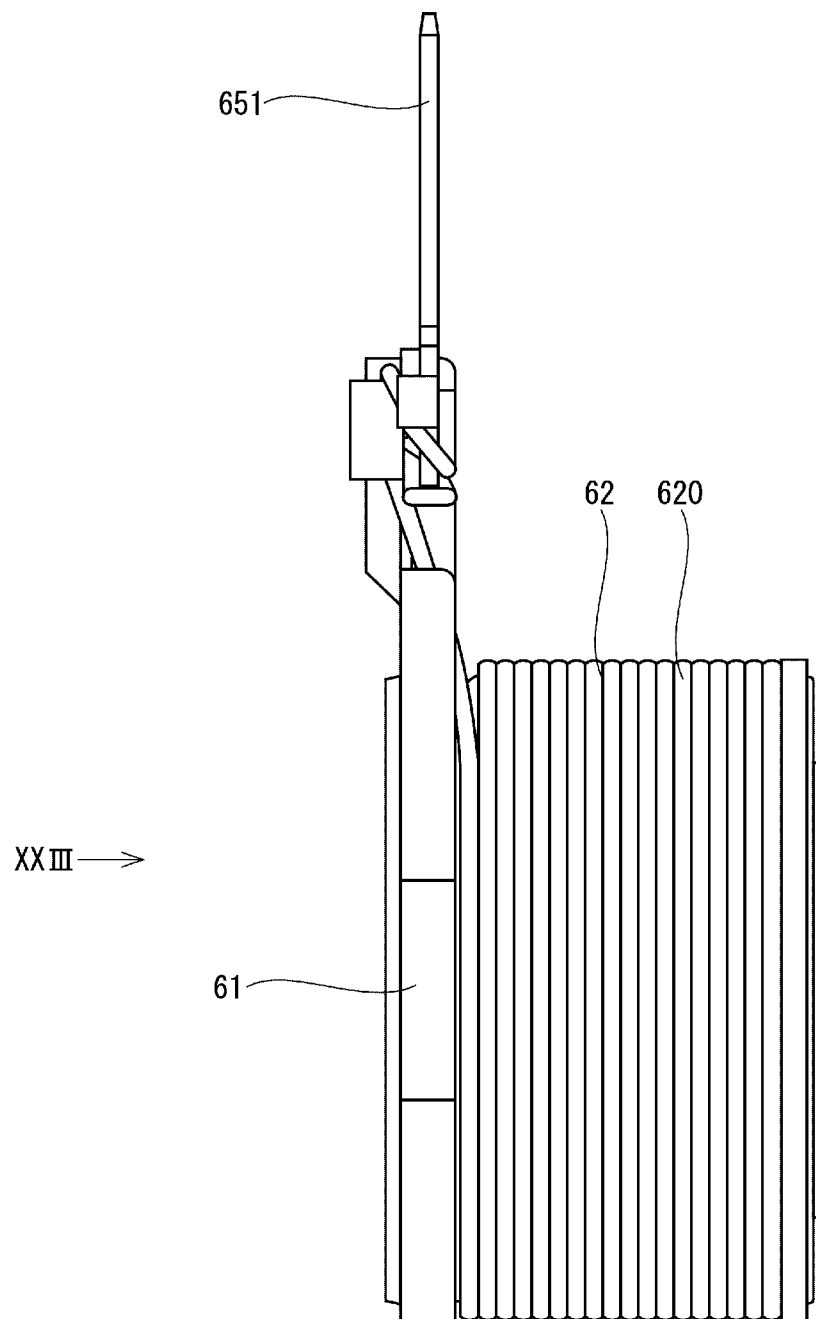
[図18]



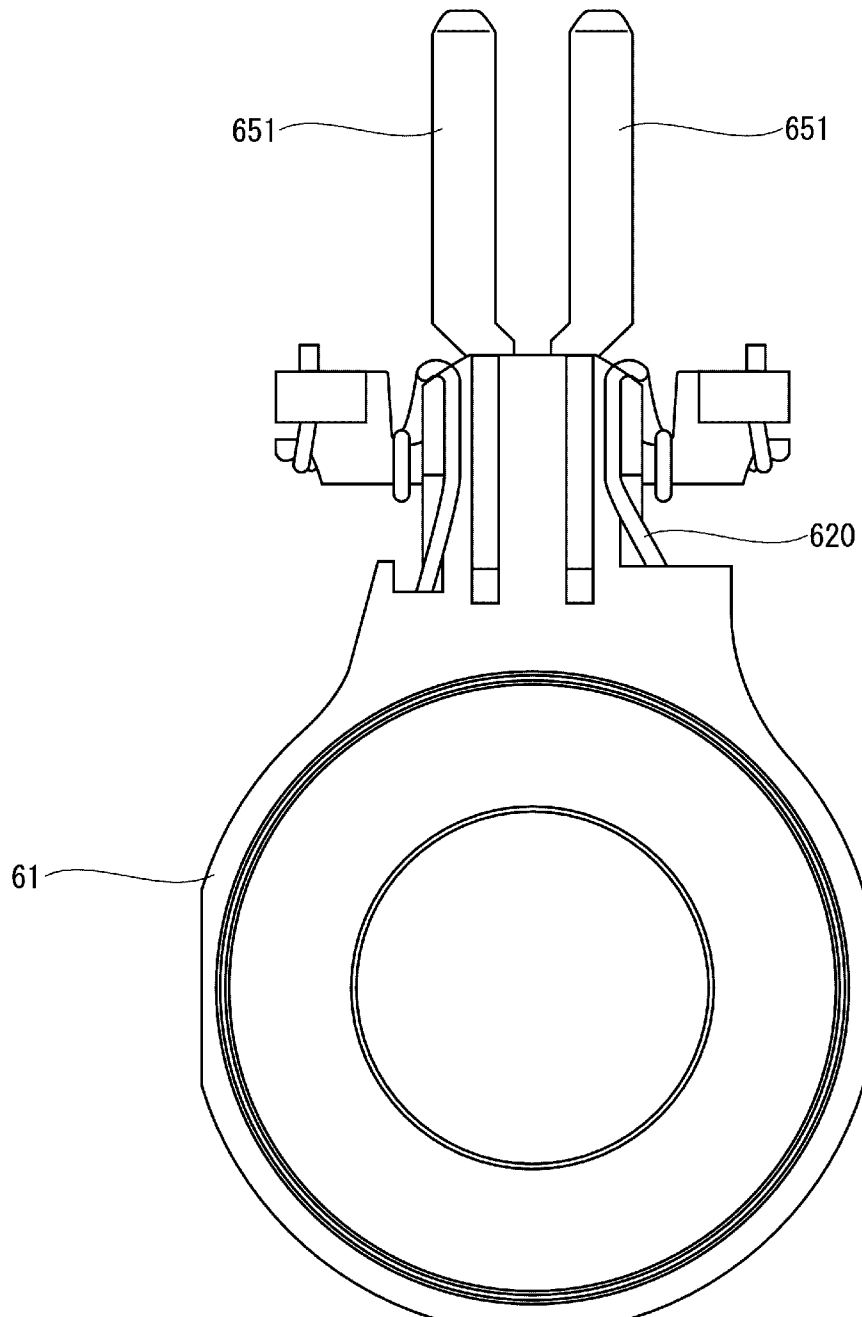
[図20]



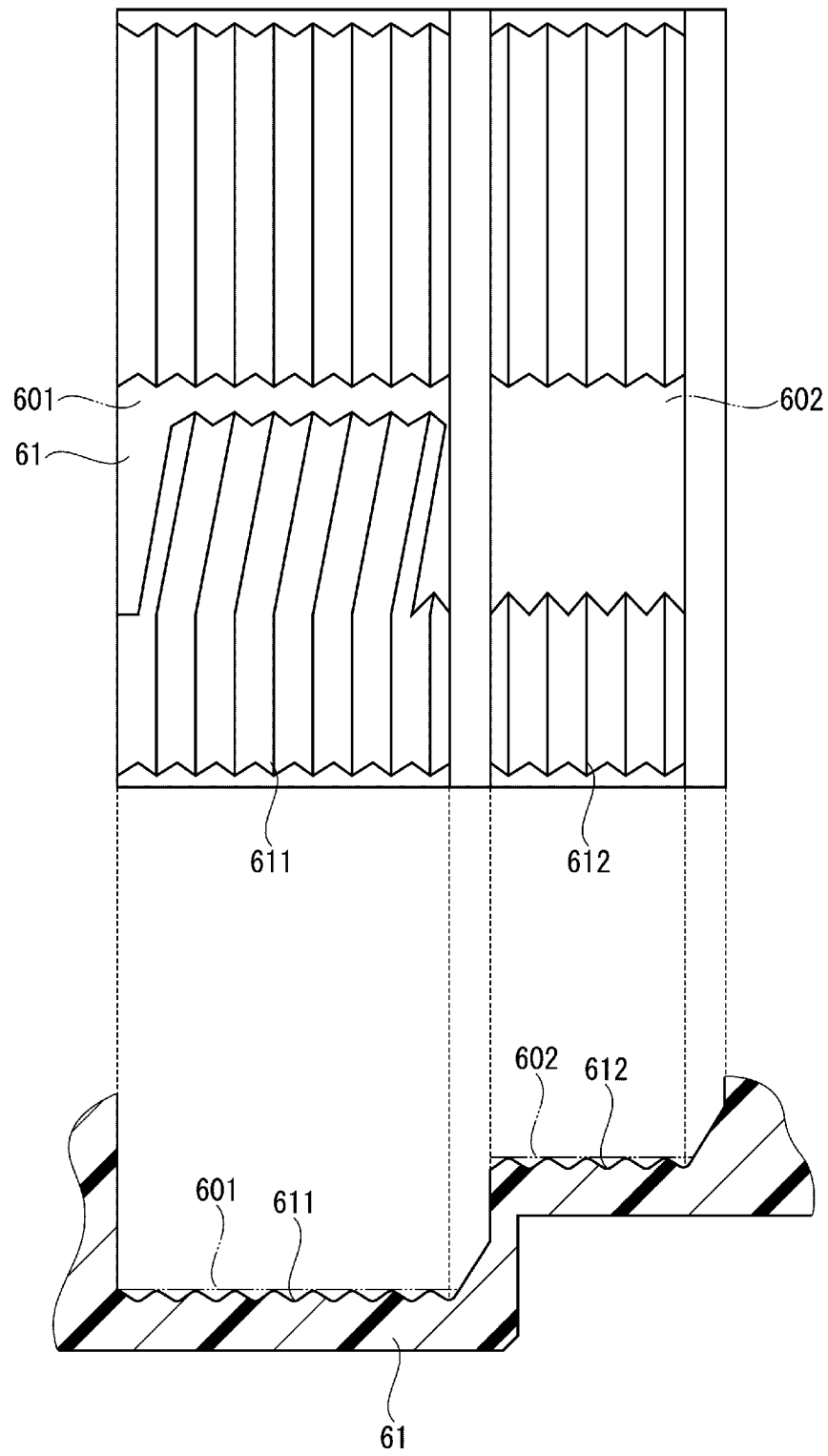
[図22]



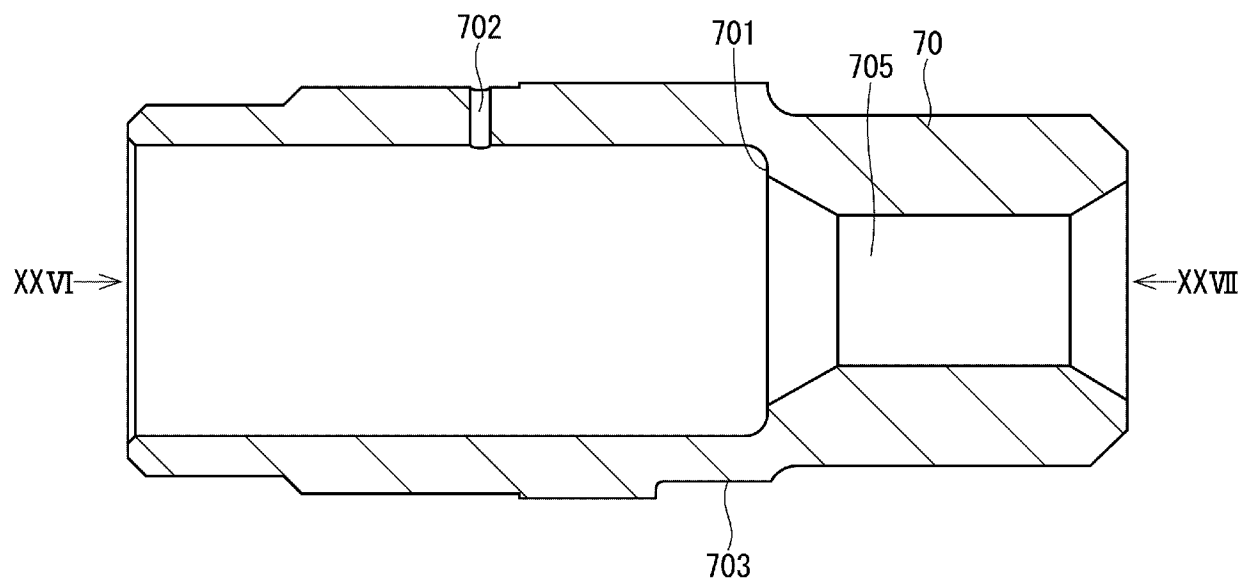
[図23]



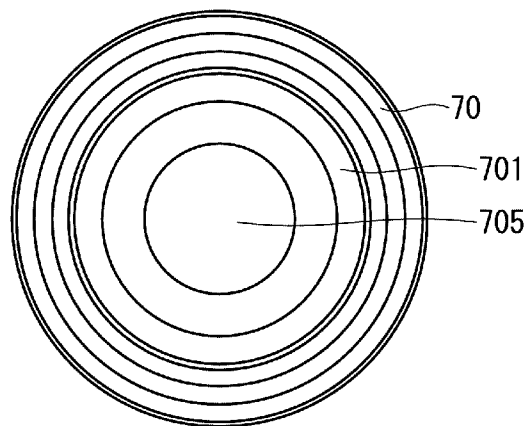
[図24]



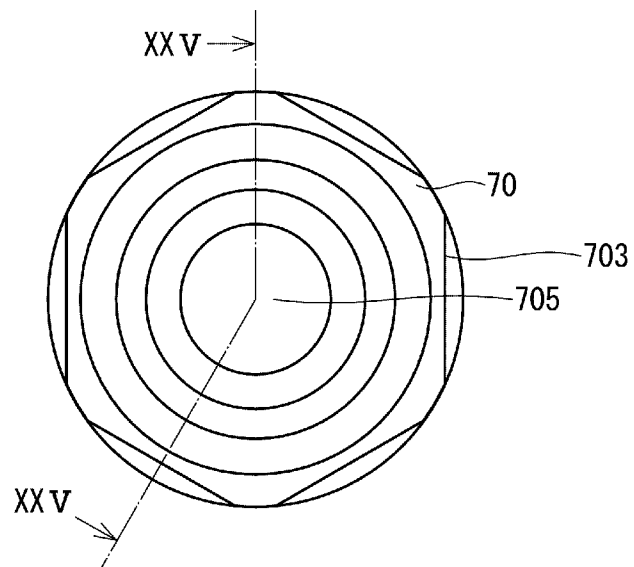
[図25]



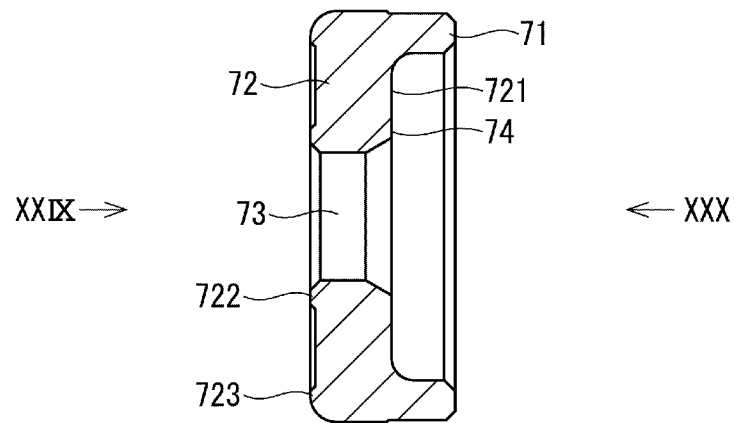
[図26]



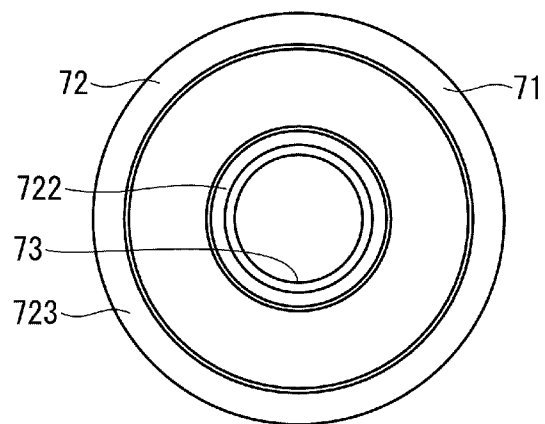
[図27]



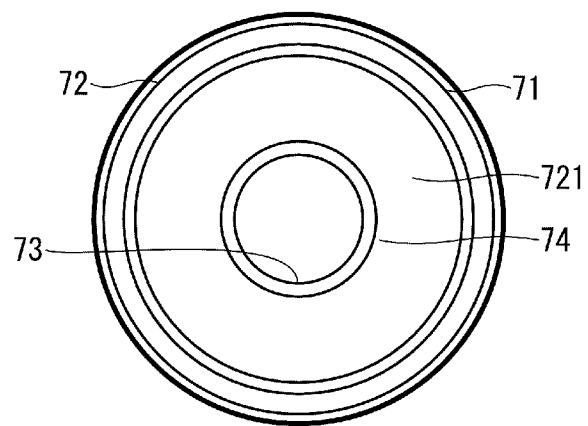
[図28]



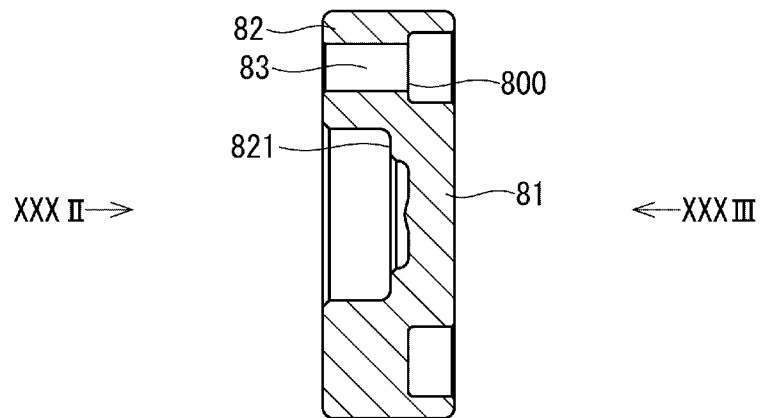
[図29]



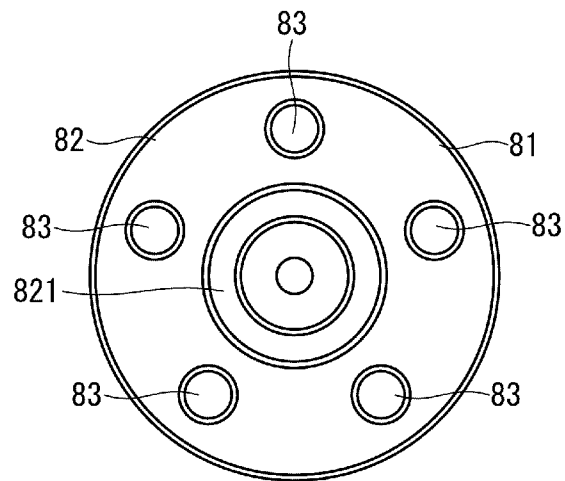
[図30]



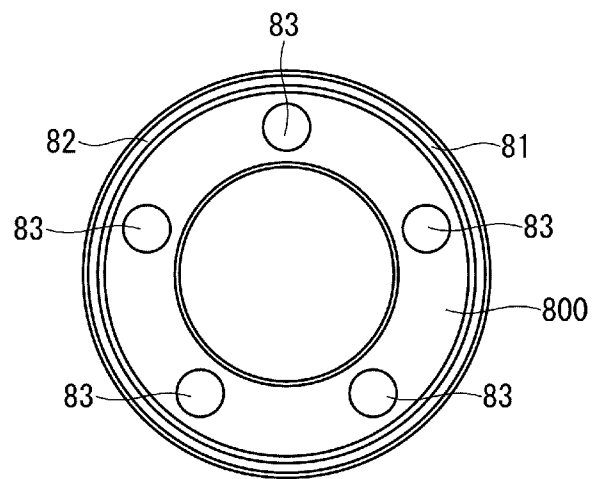
[図31]



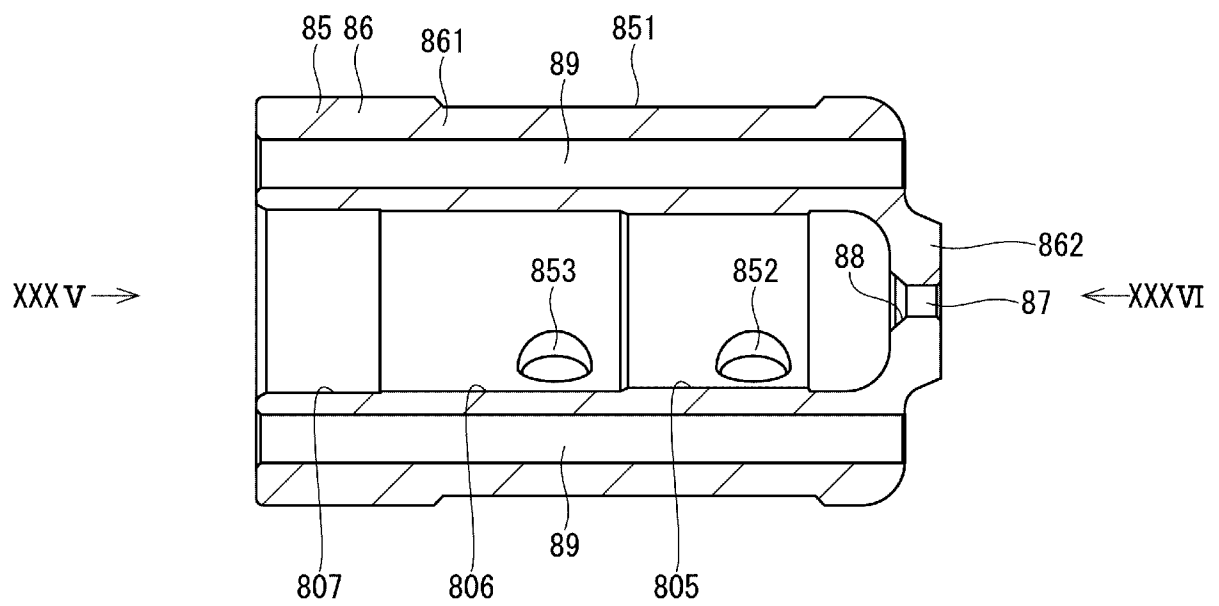
[図32]



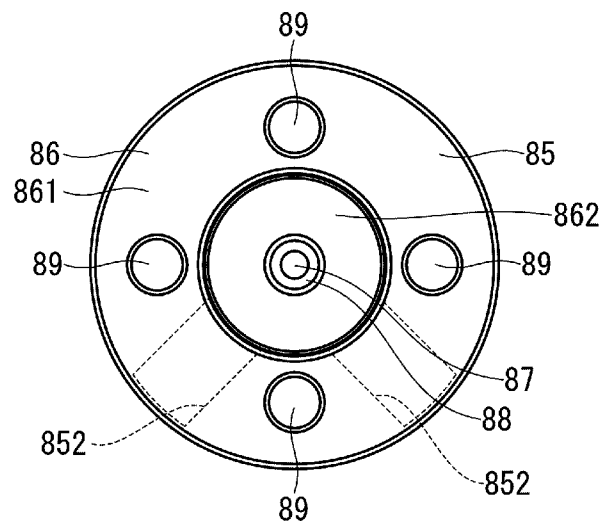
[図33]



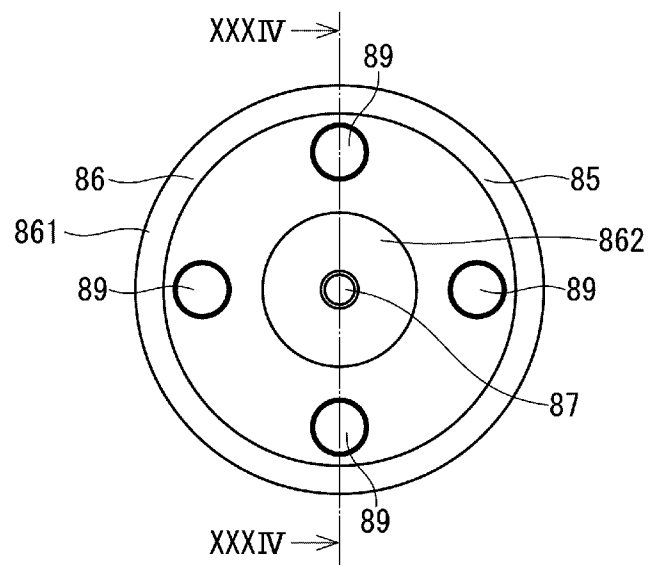
[図34]



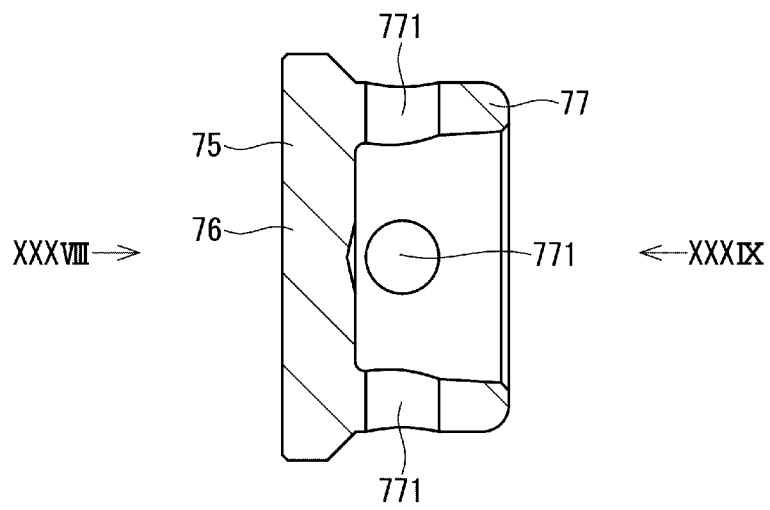
[図35]



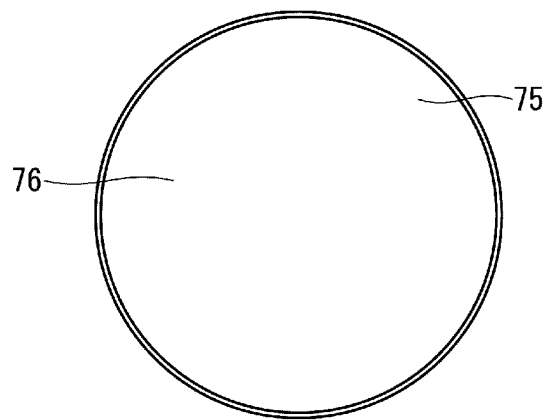
[図36]



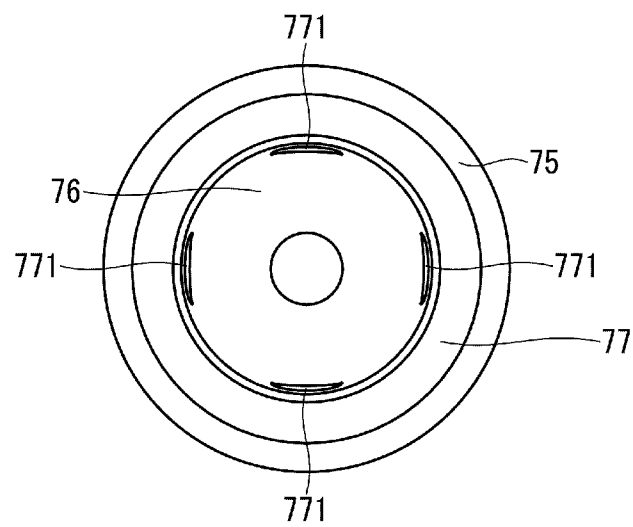
[図37]



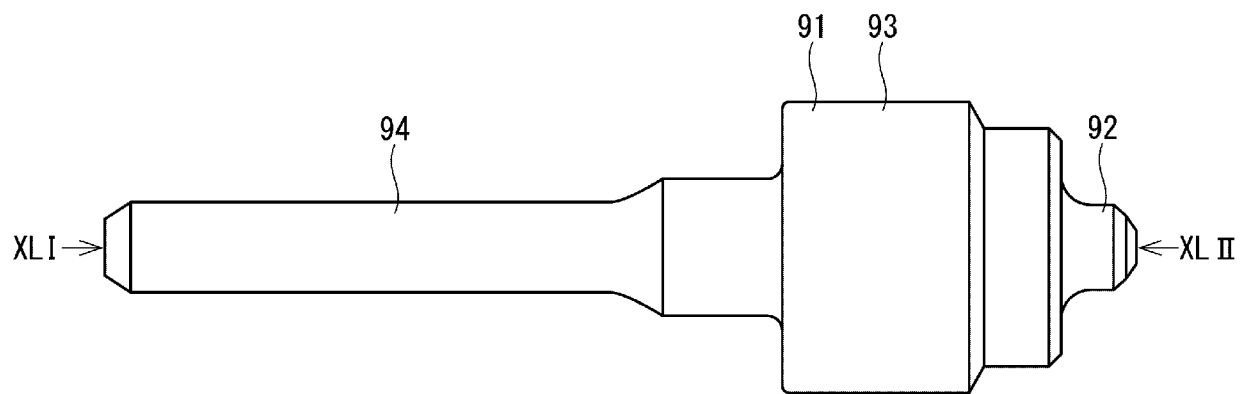
[図38]



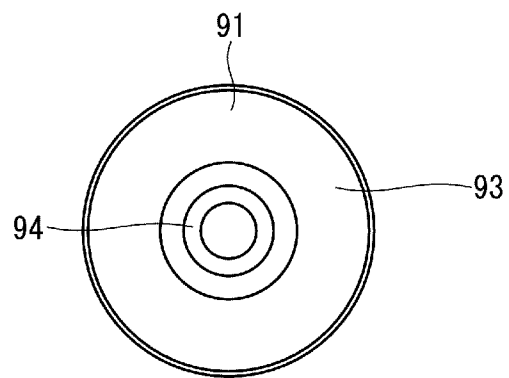
[図39]



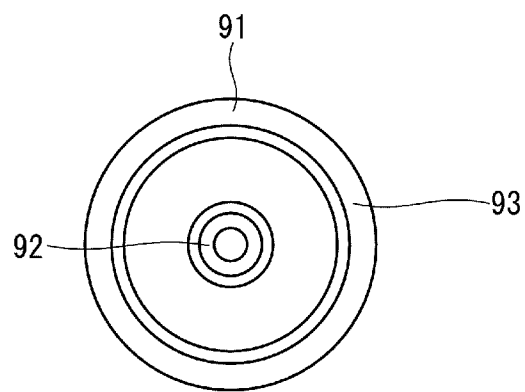
[図40]



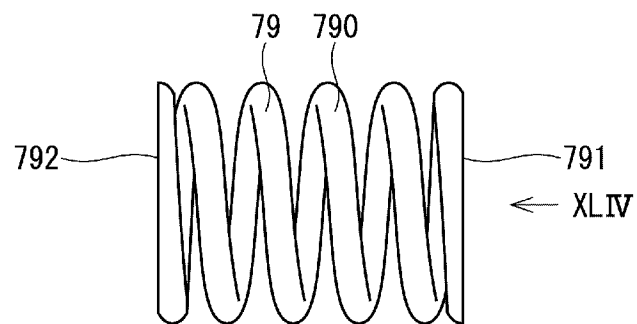
[図41]



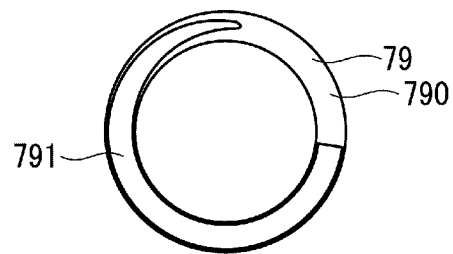
[図42]



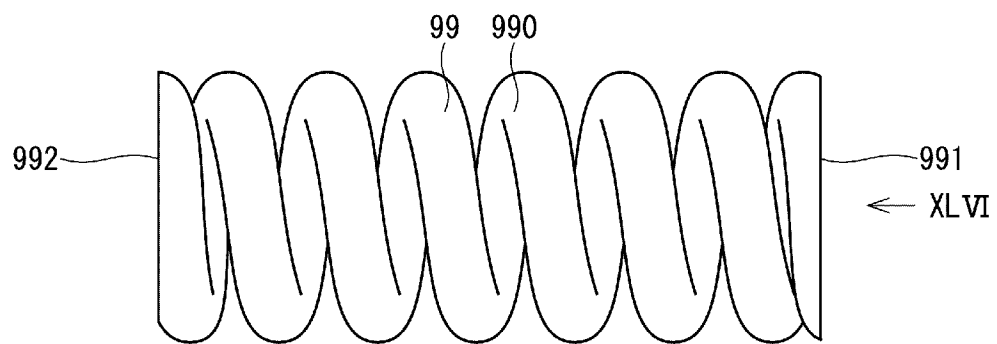
[図43]



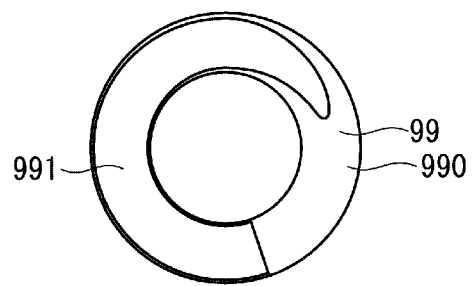
[図44]



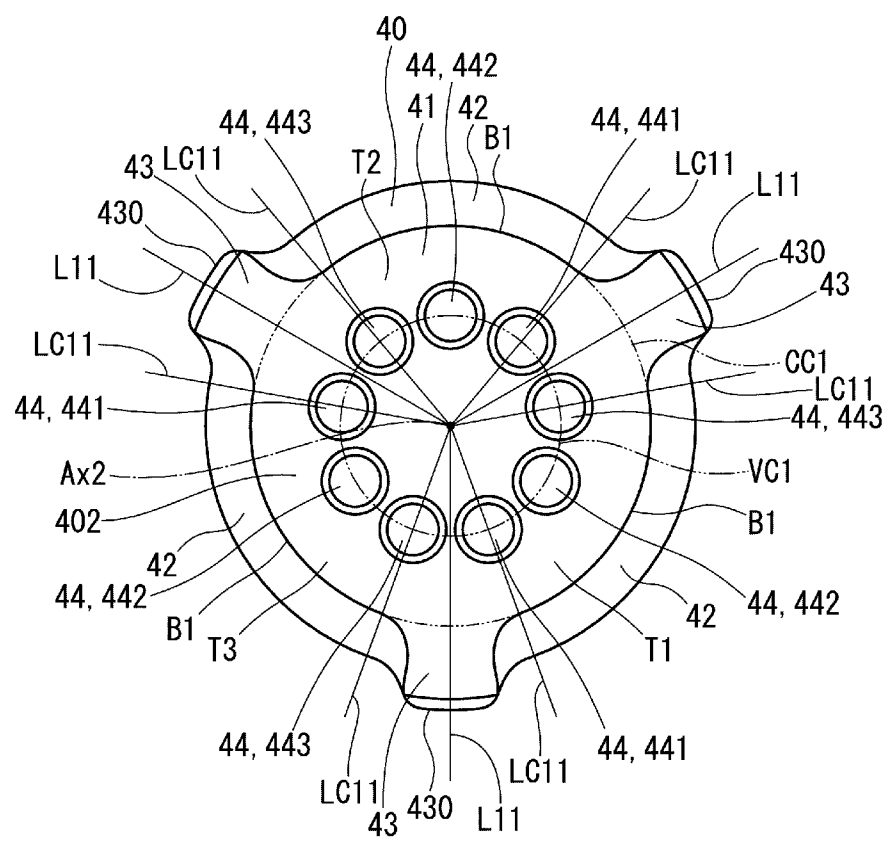
[図45]



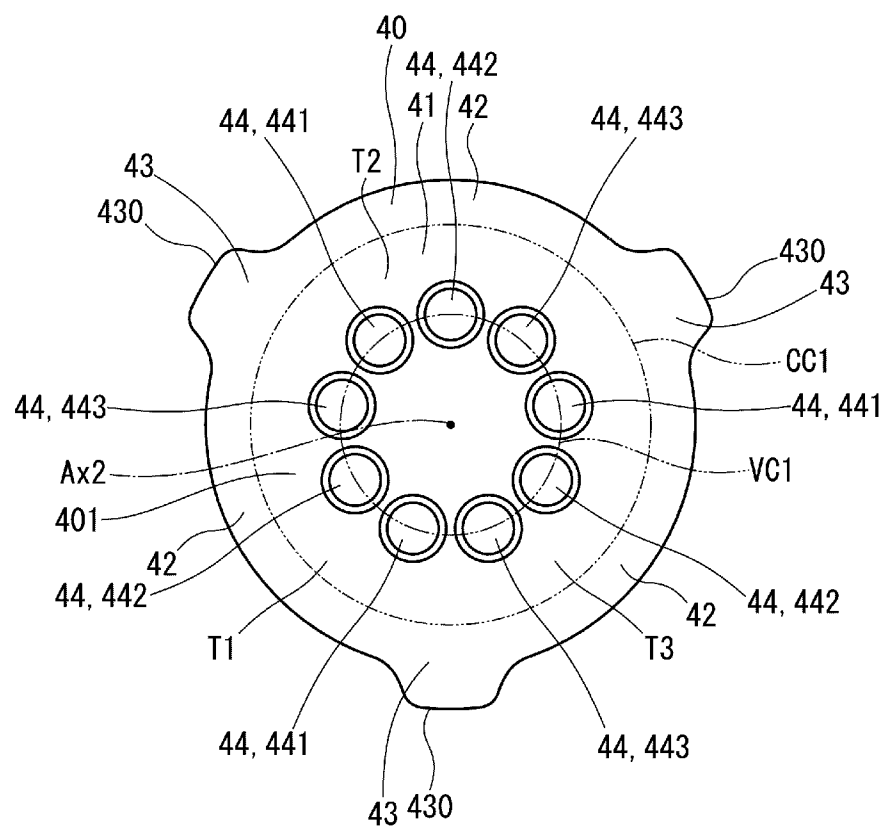
[図46]



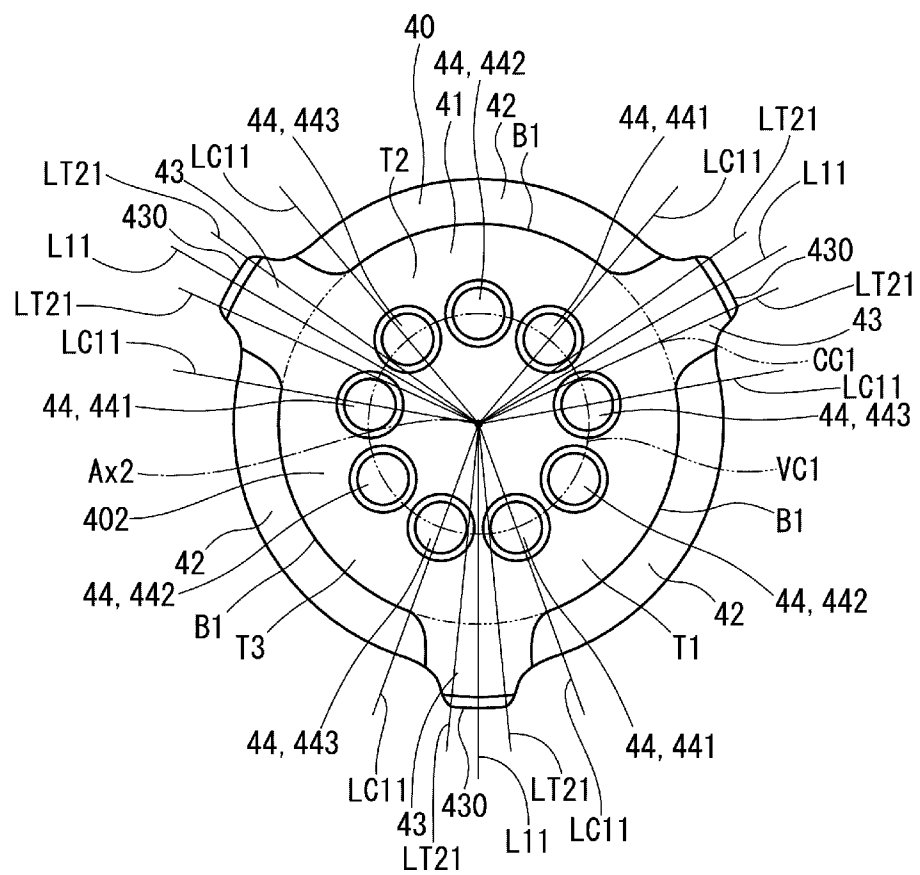
[図47]



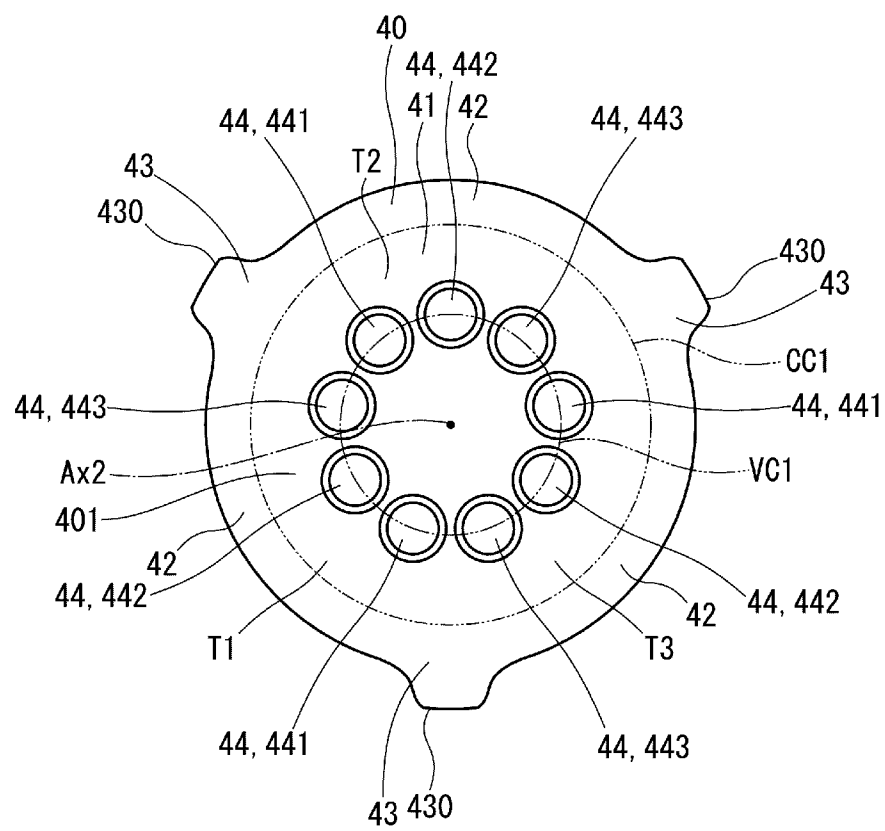
[図48]



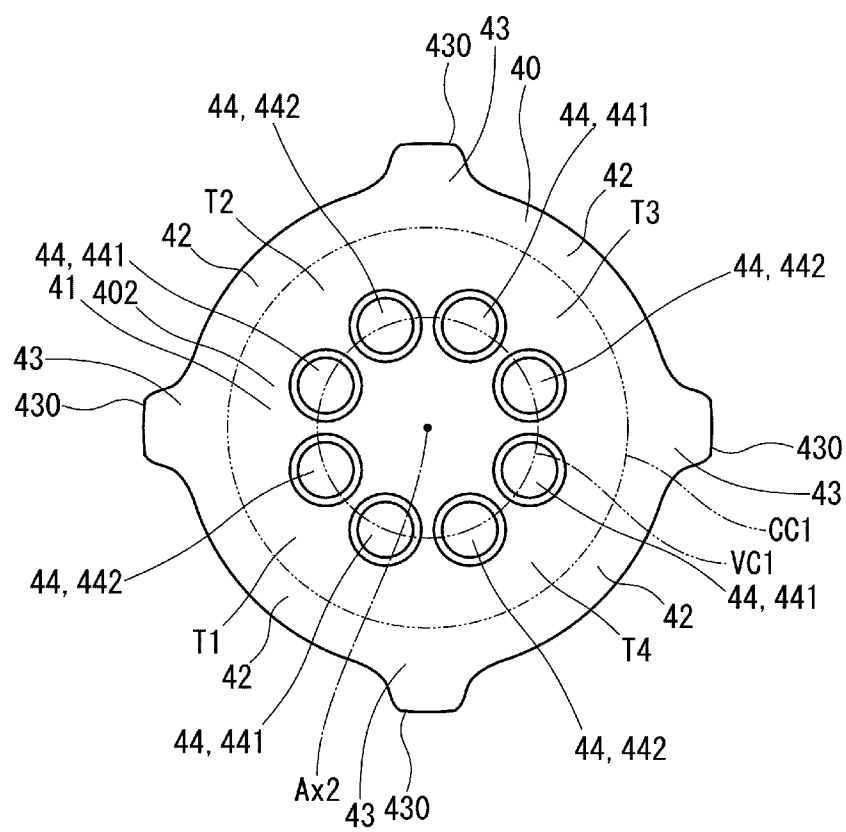
[図49]



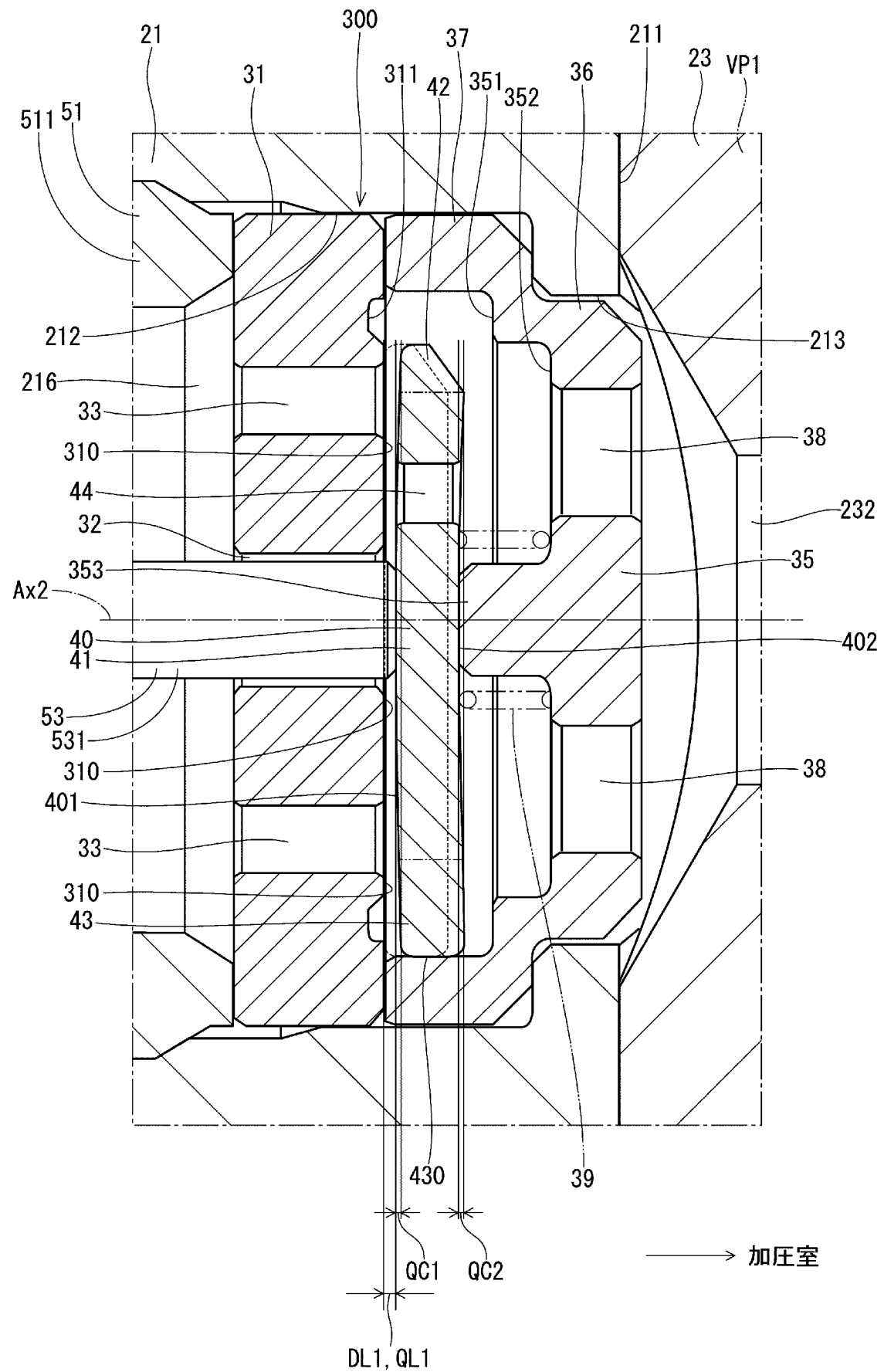
[図50]



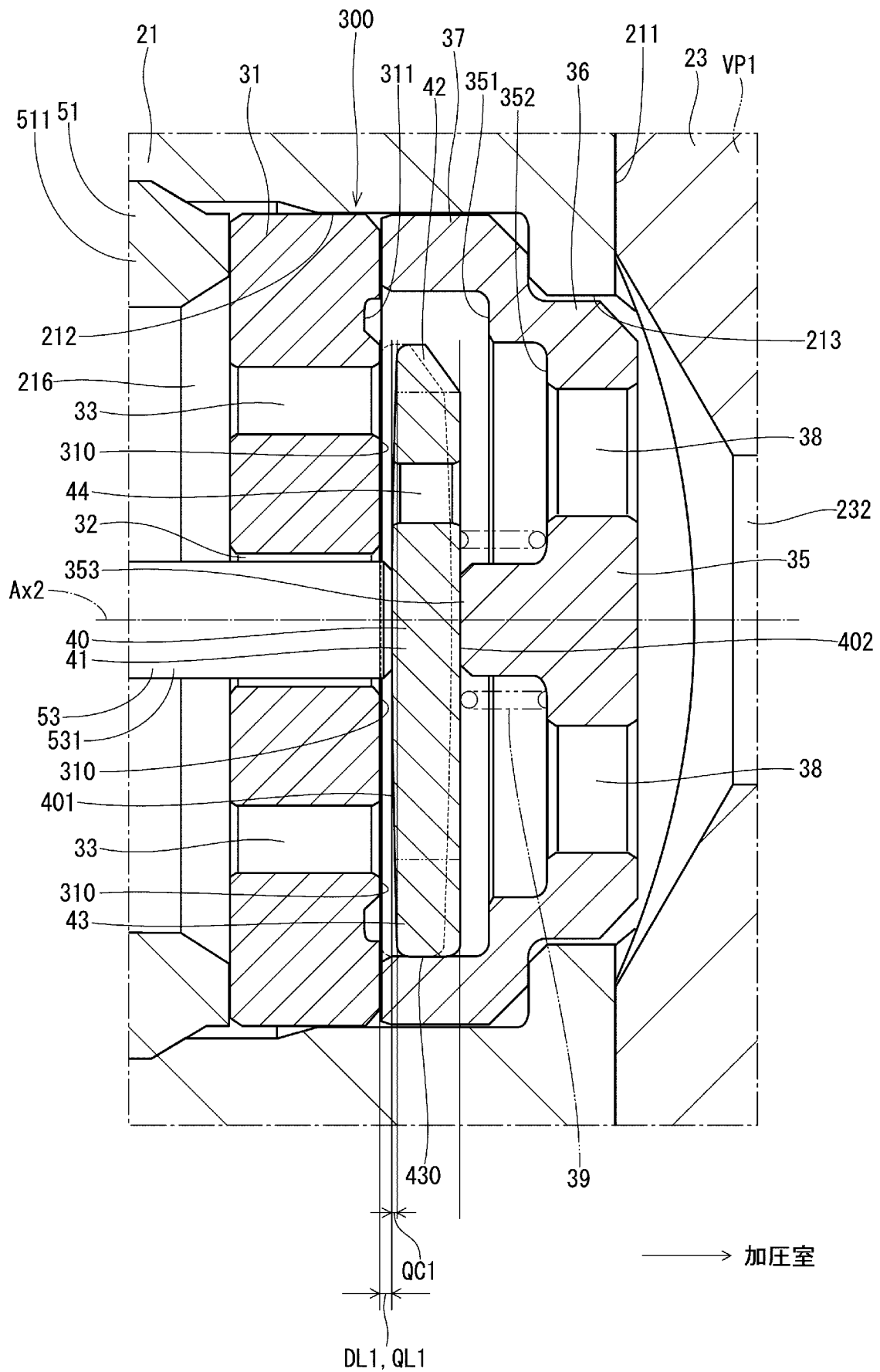
[図52]



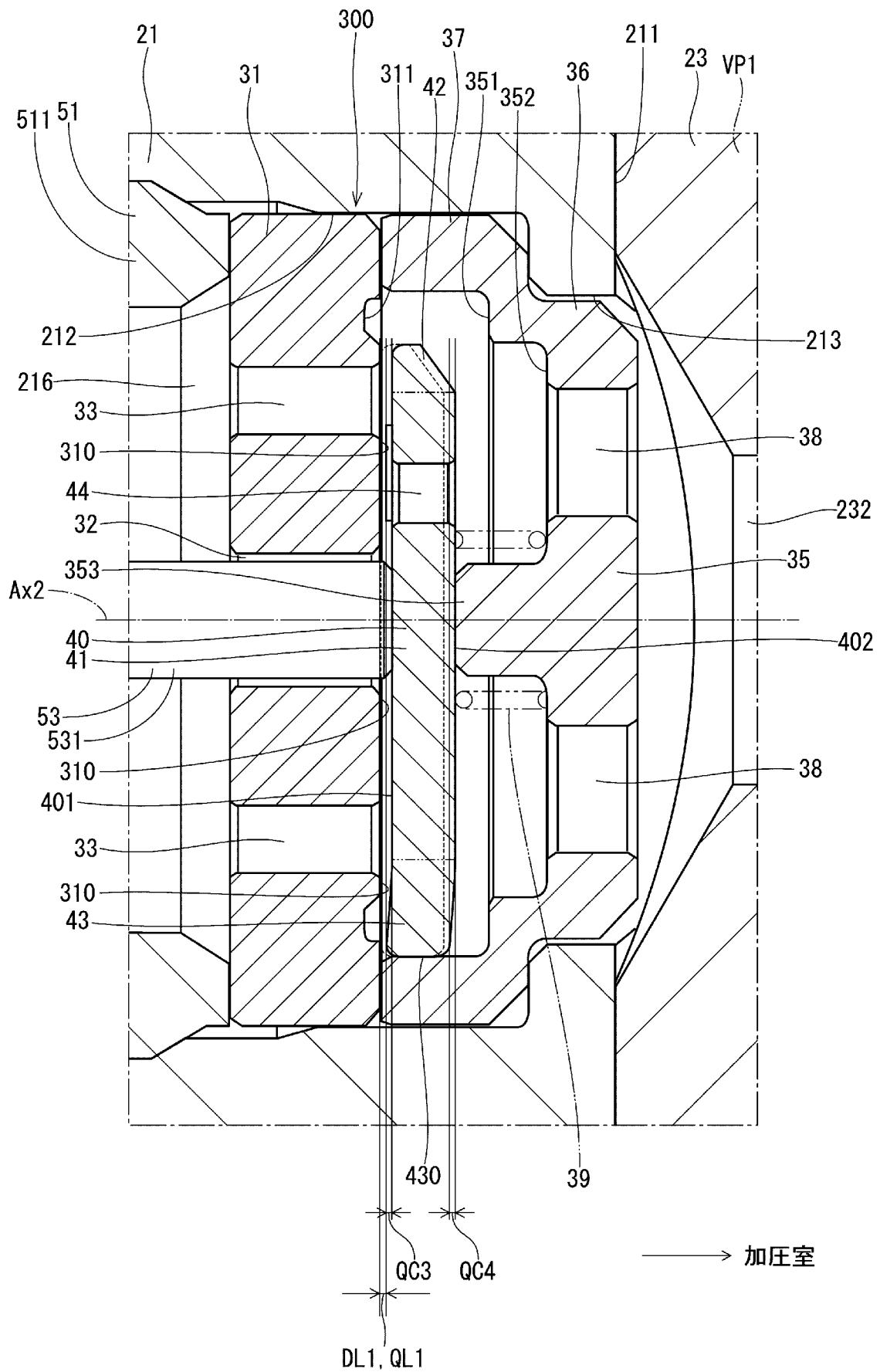
[図54]



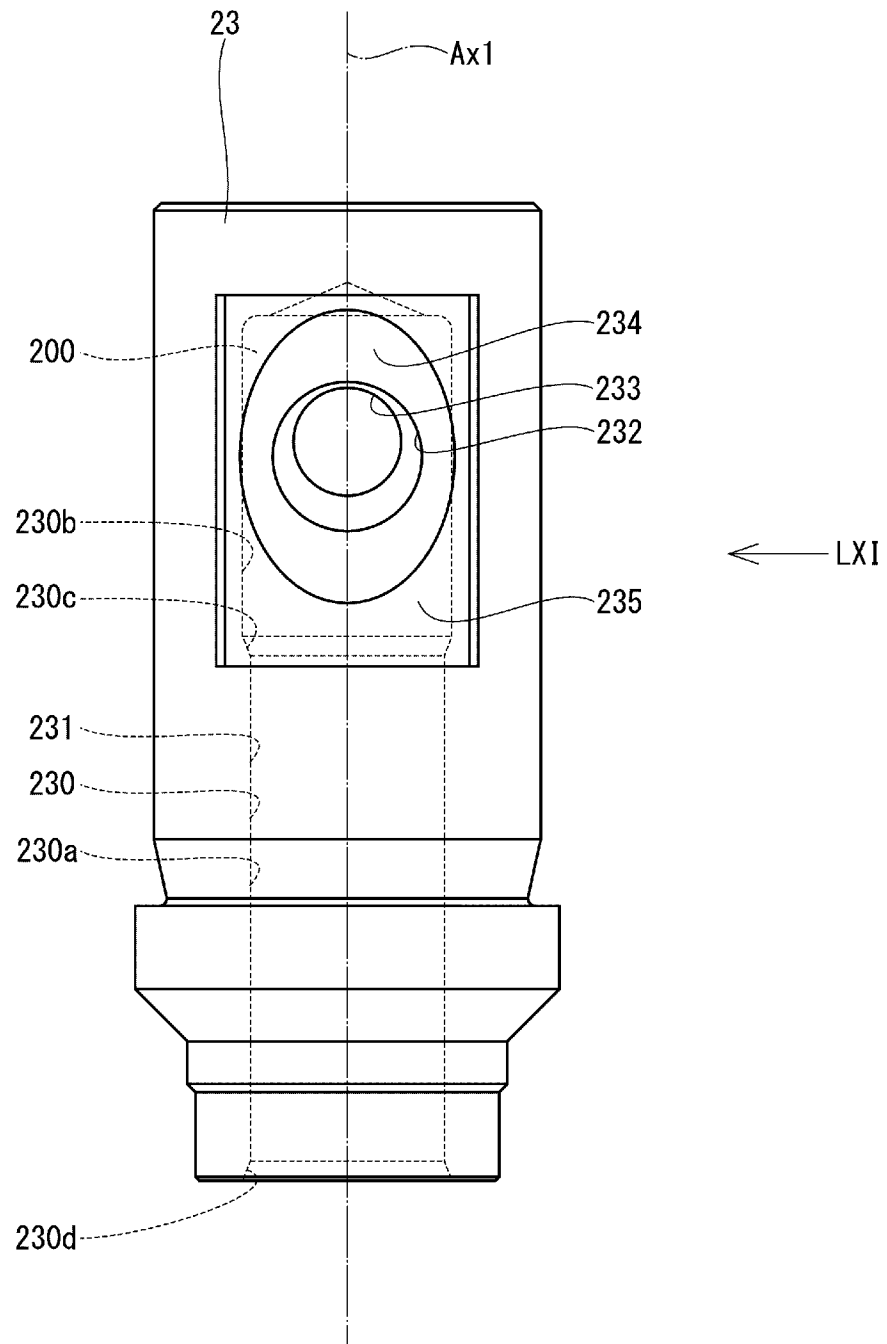
[図56]



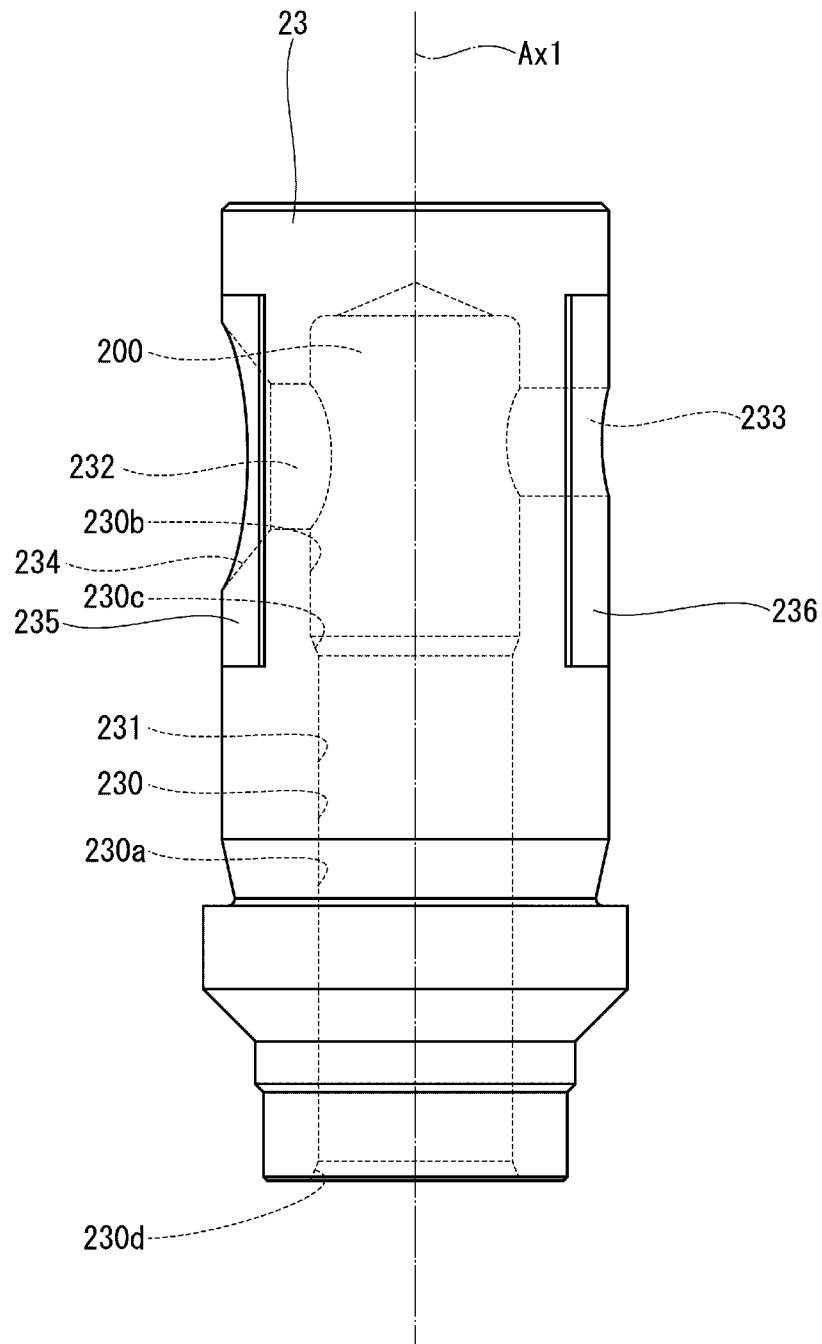
[図59]



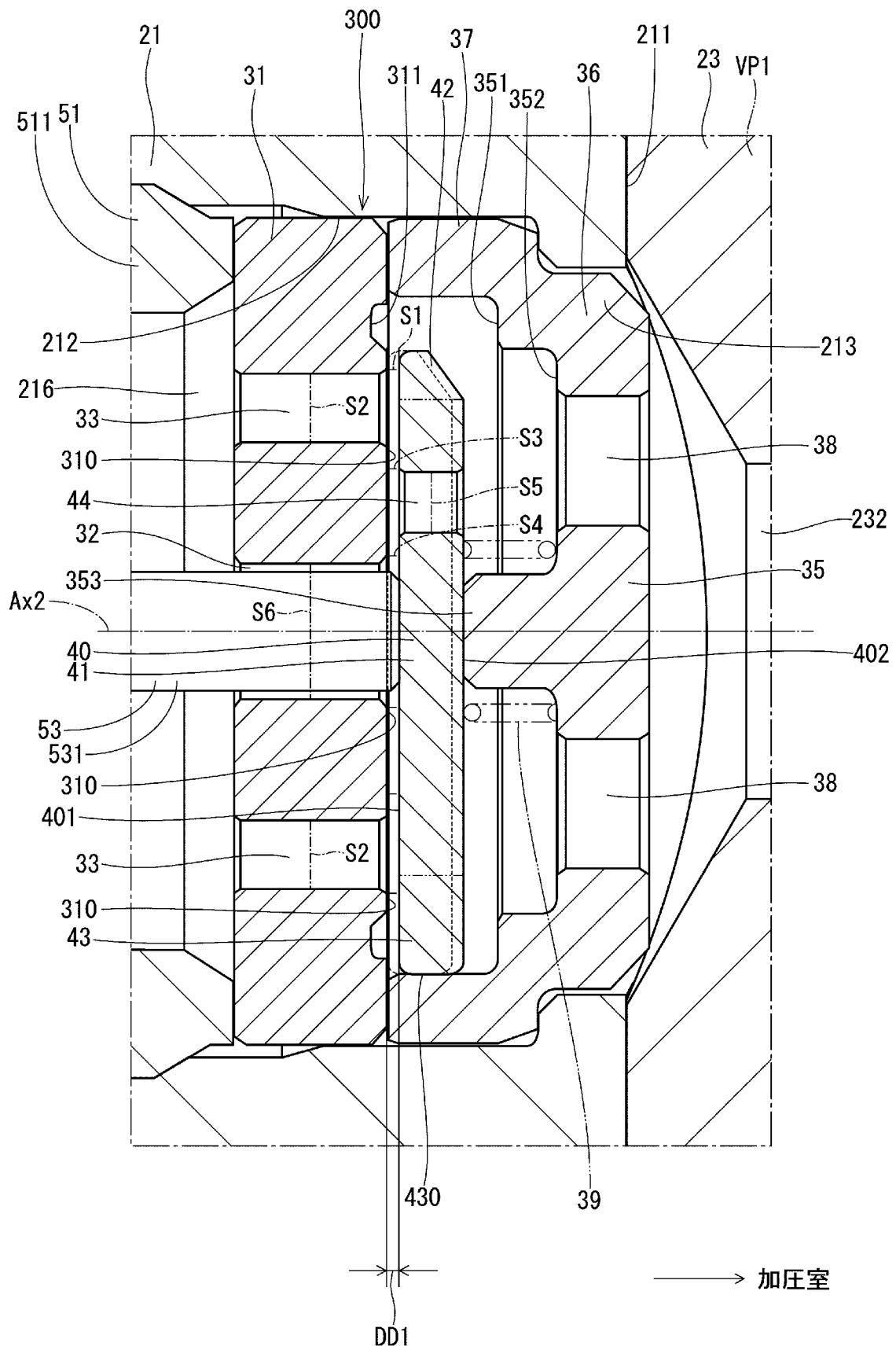
[図60]



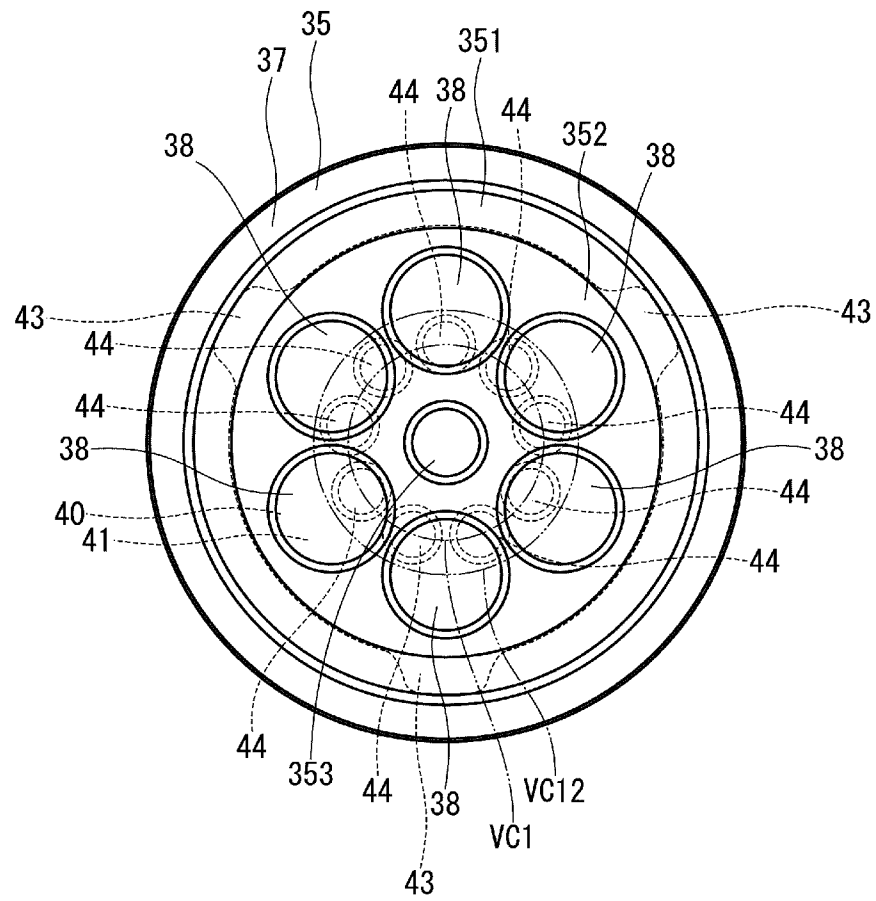
[図61]



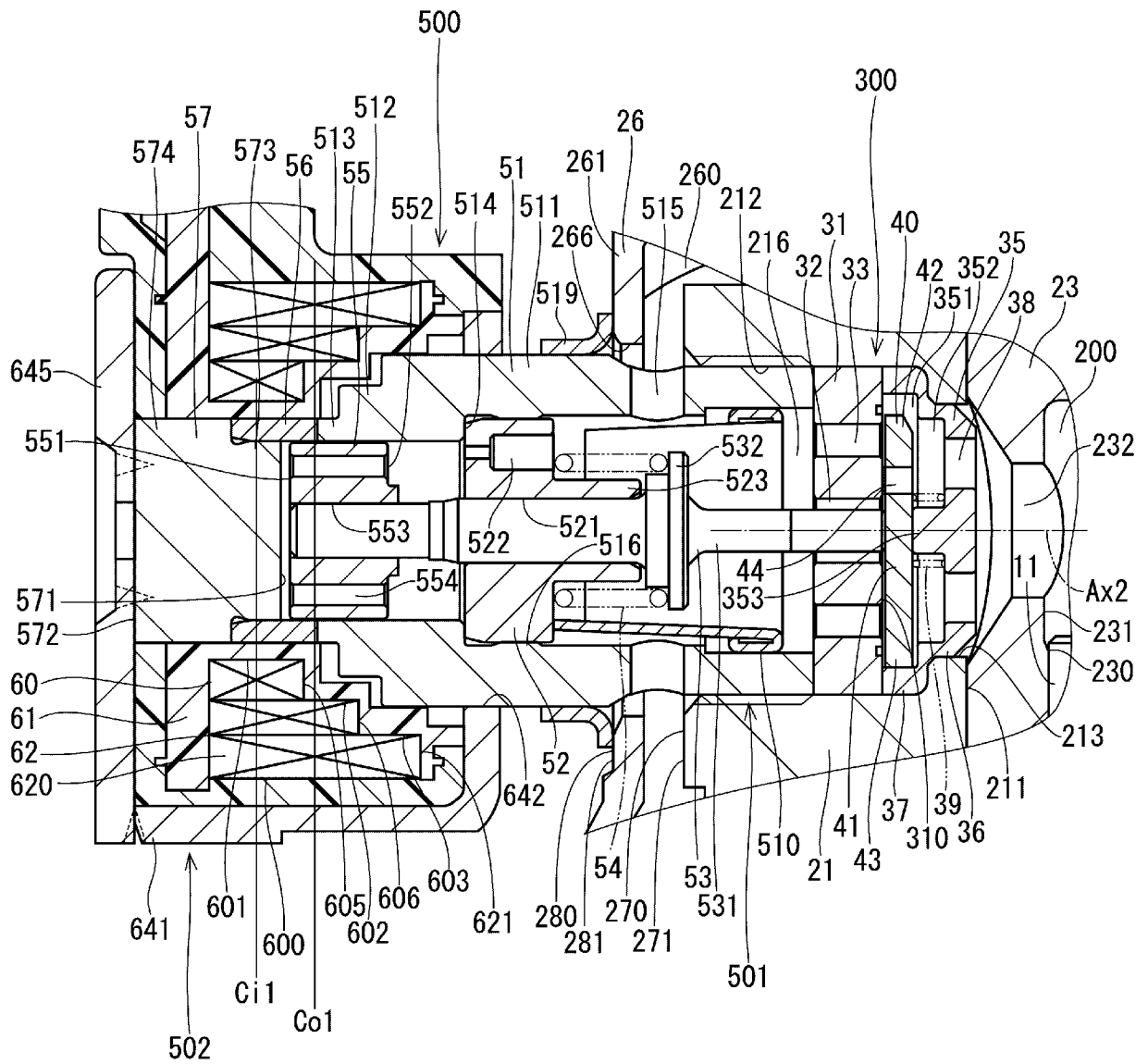
[図62]



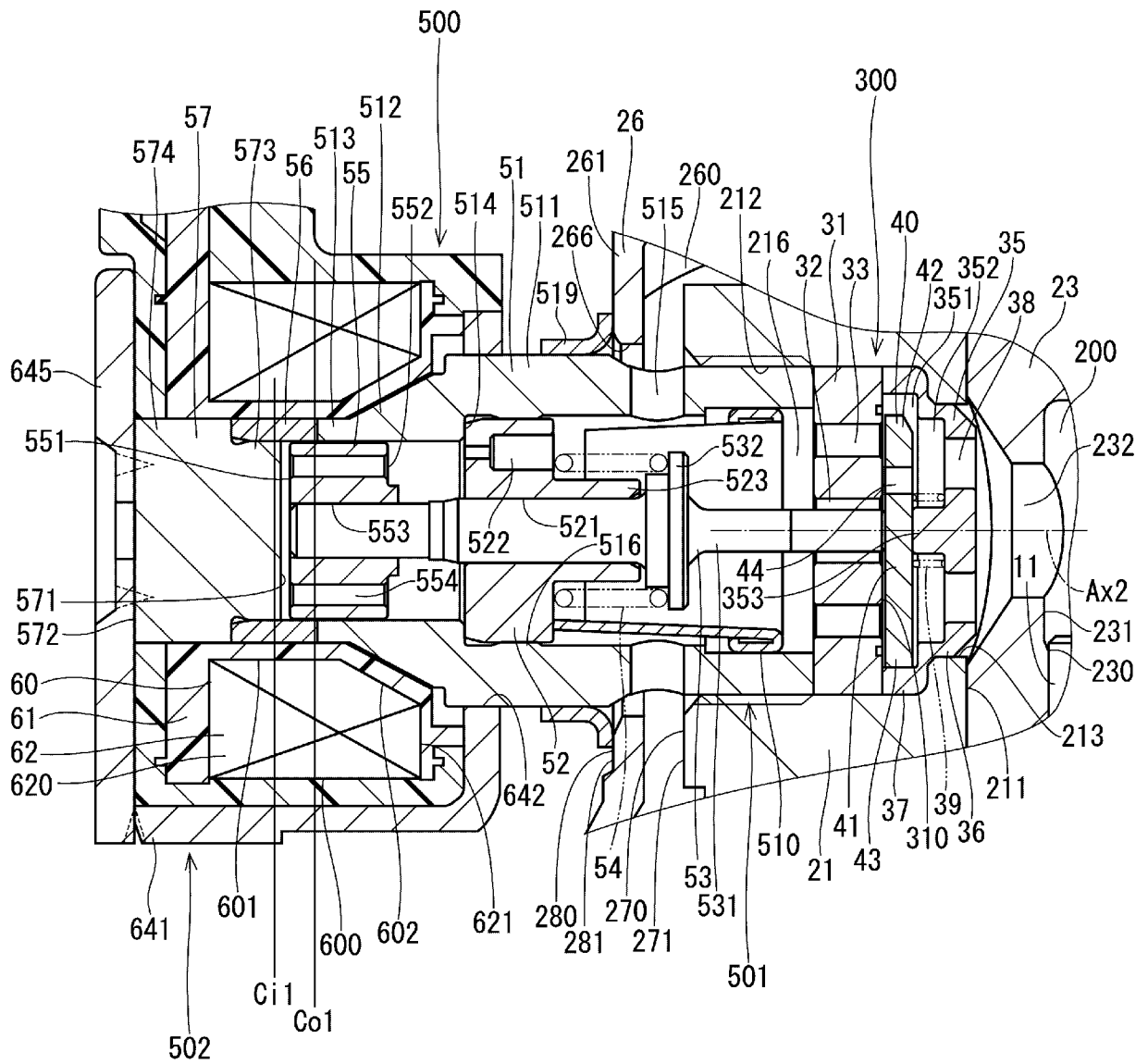
[図63]



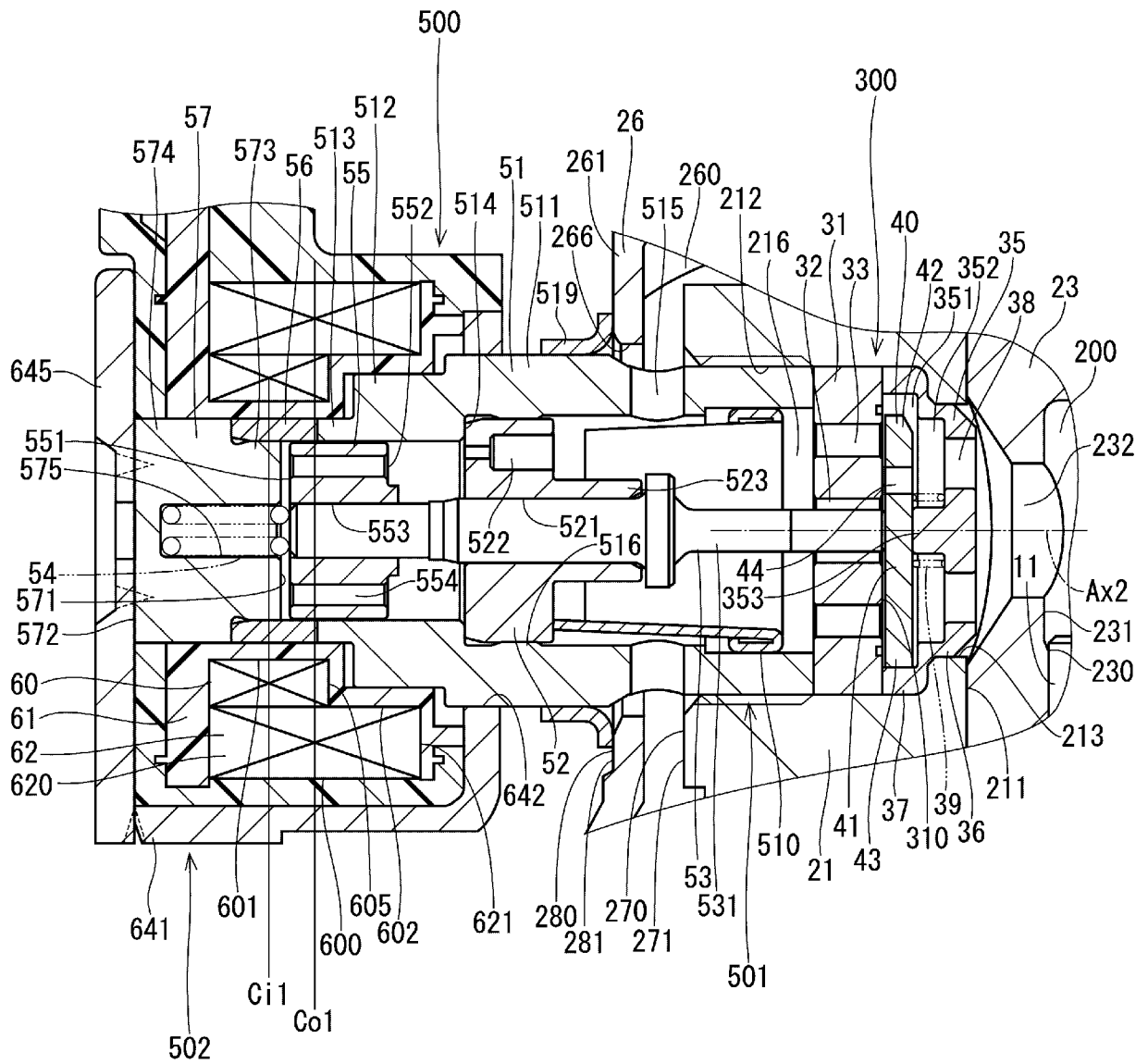
[図64]



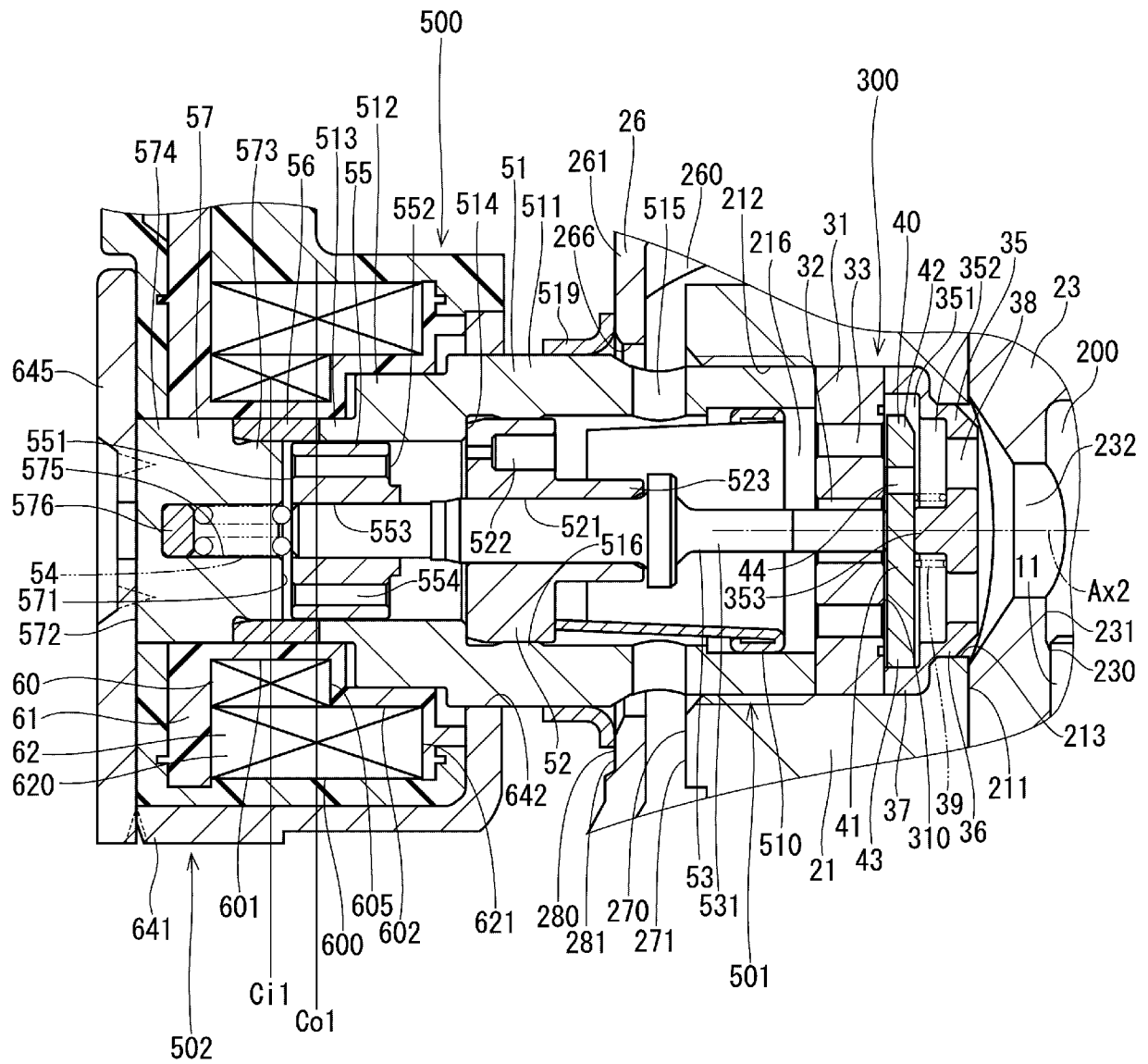
[図65]



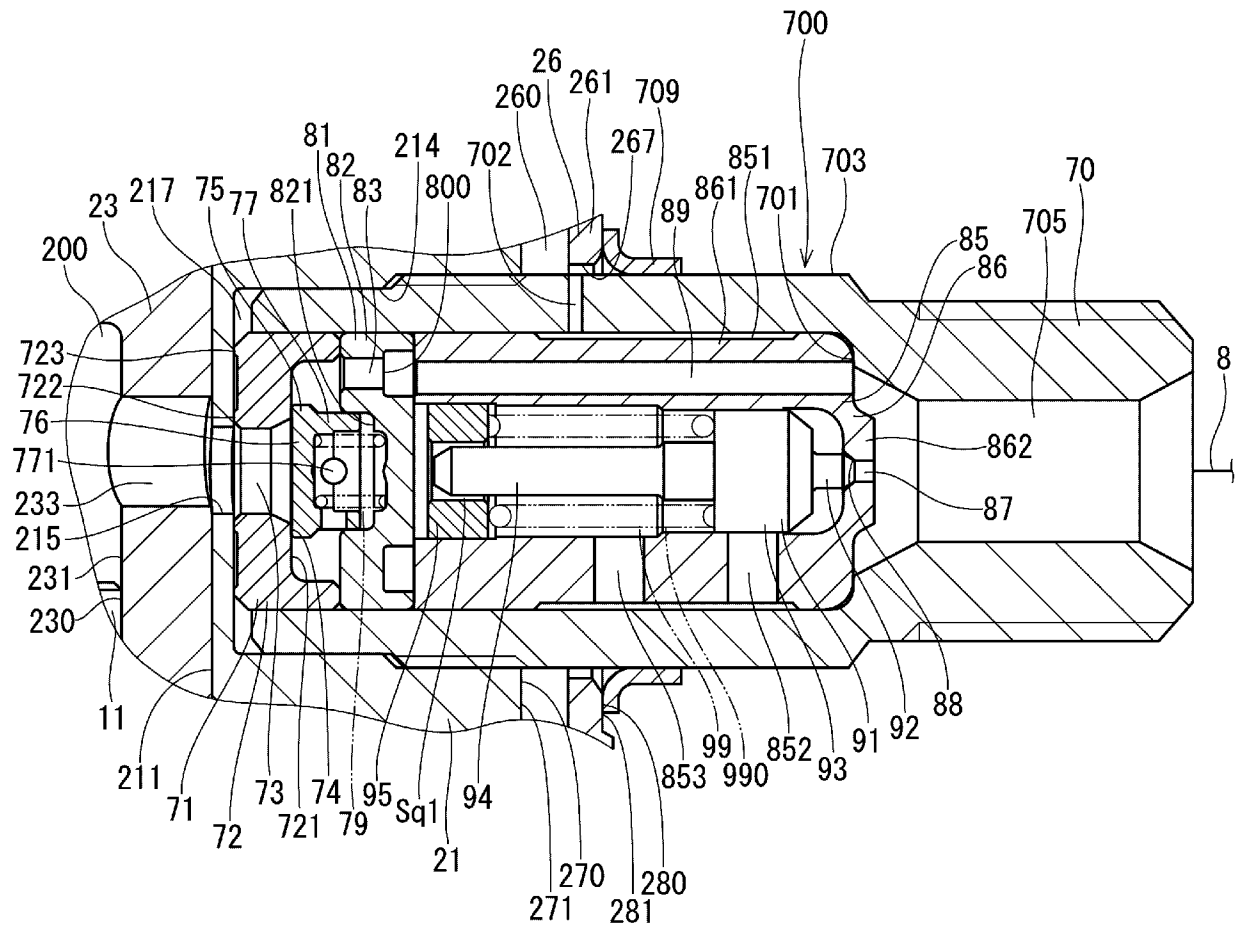
[図66]



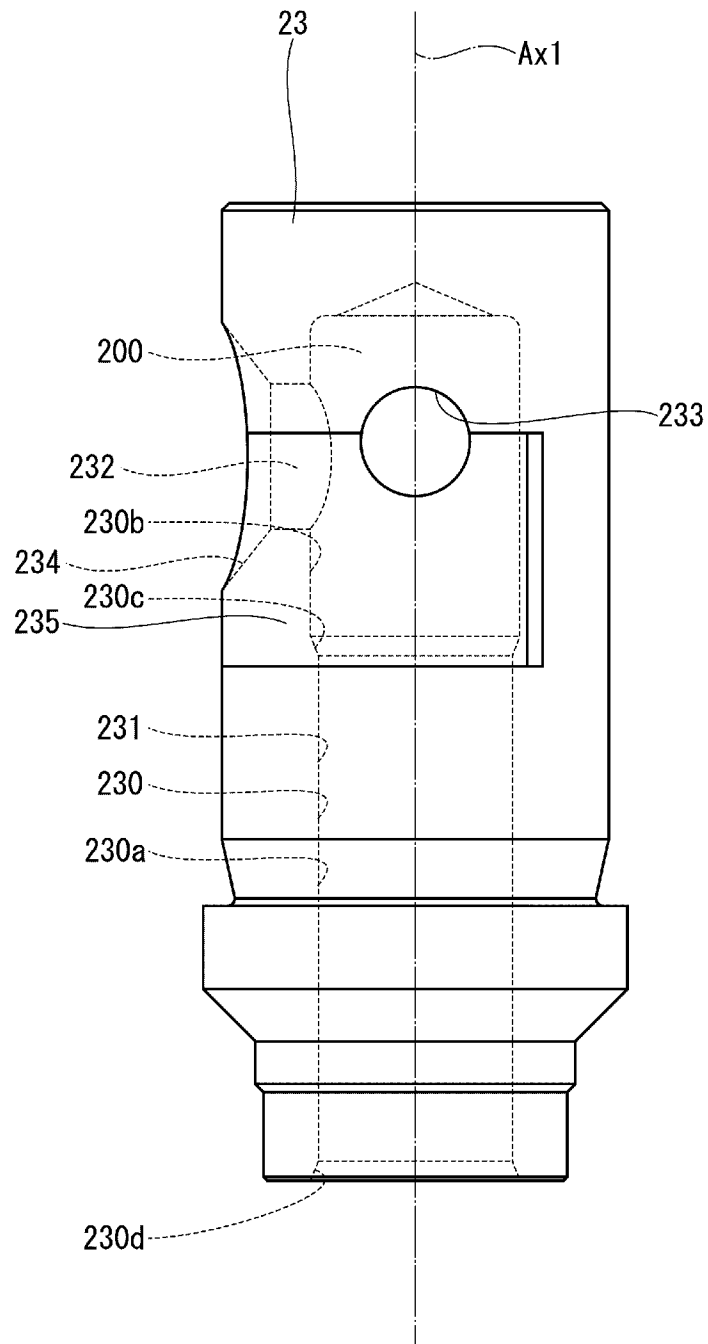
[図67]



[図68]

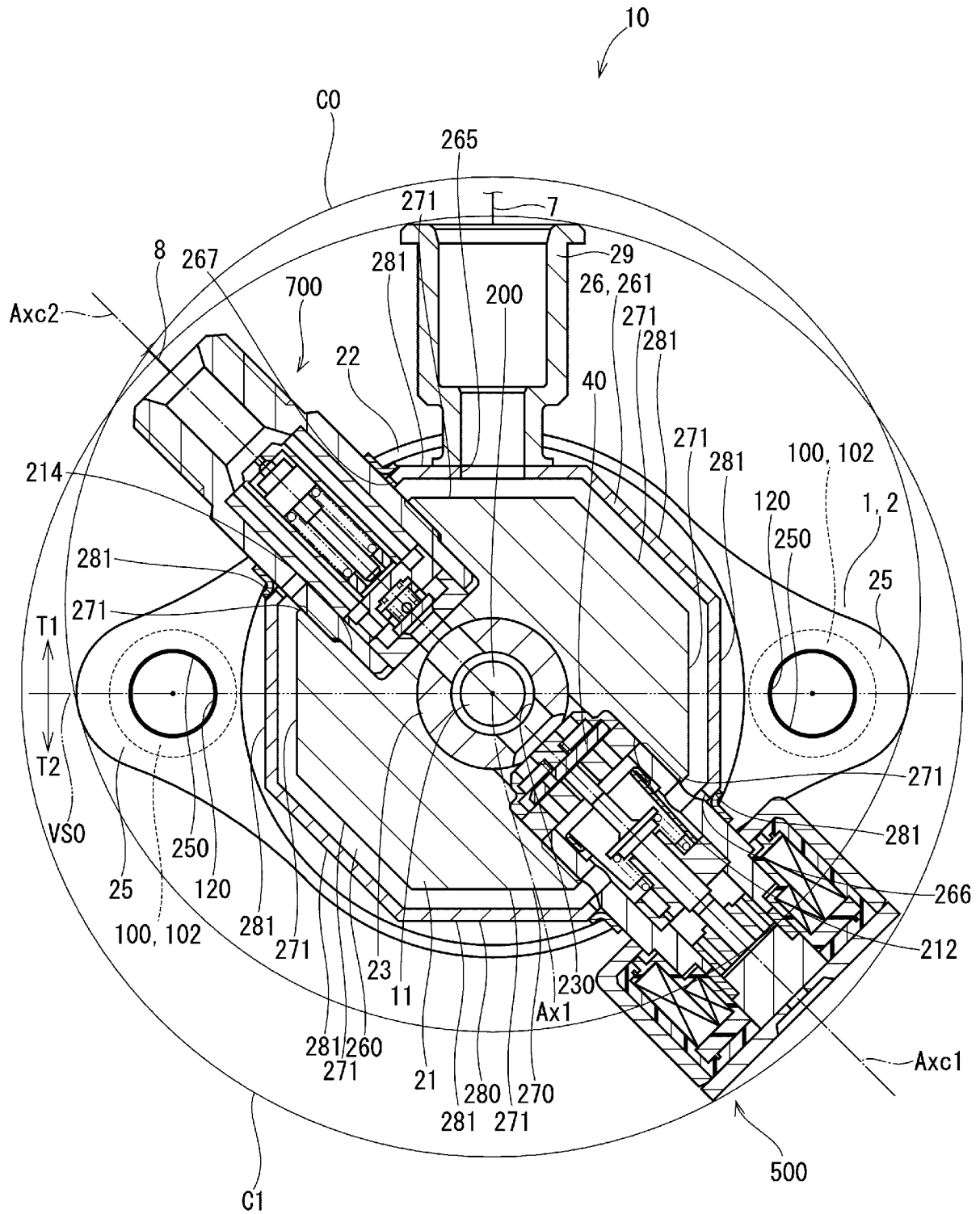


[図71]

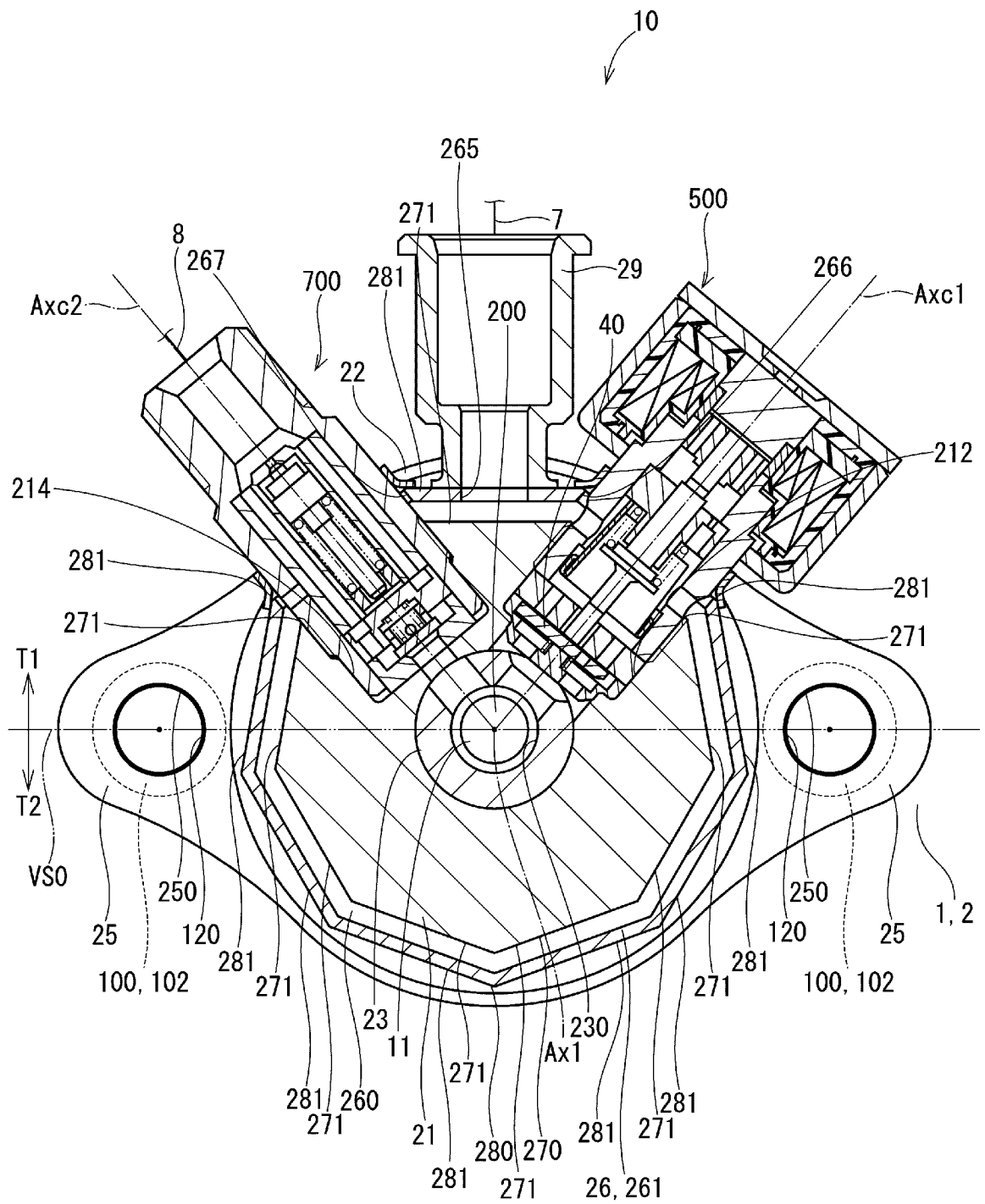


[illegible]

[図73]



[図74]



[図76]

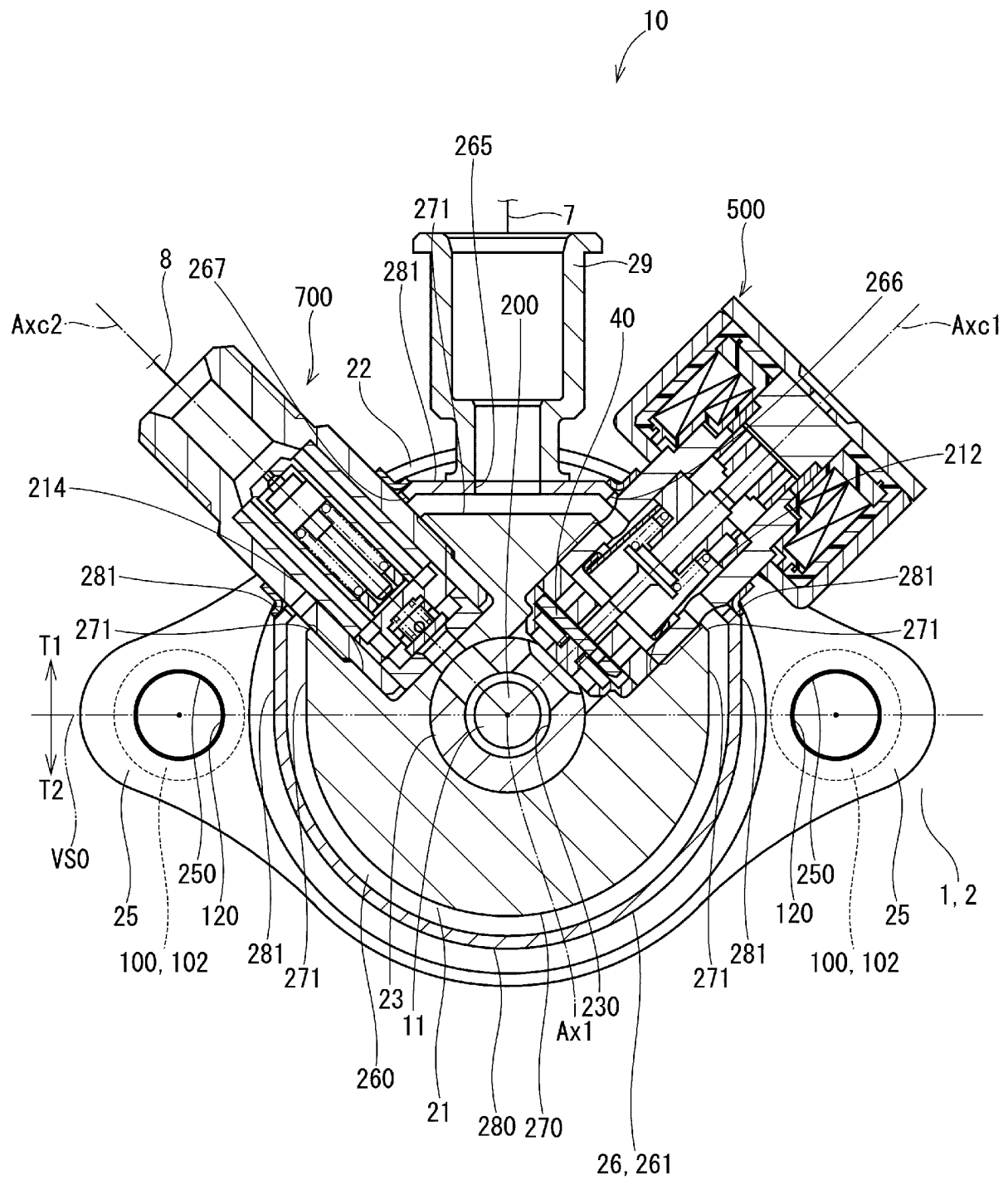
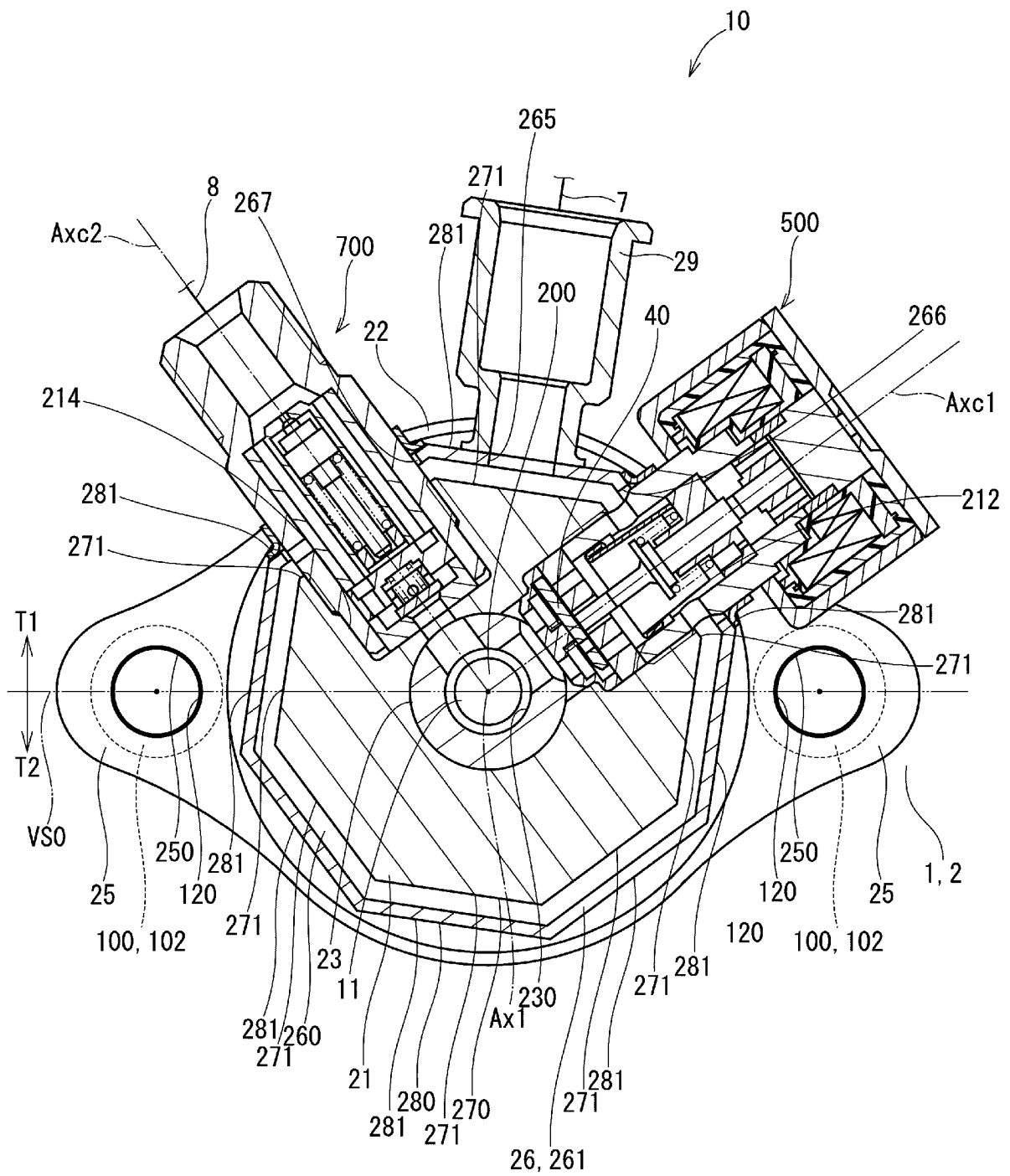
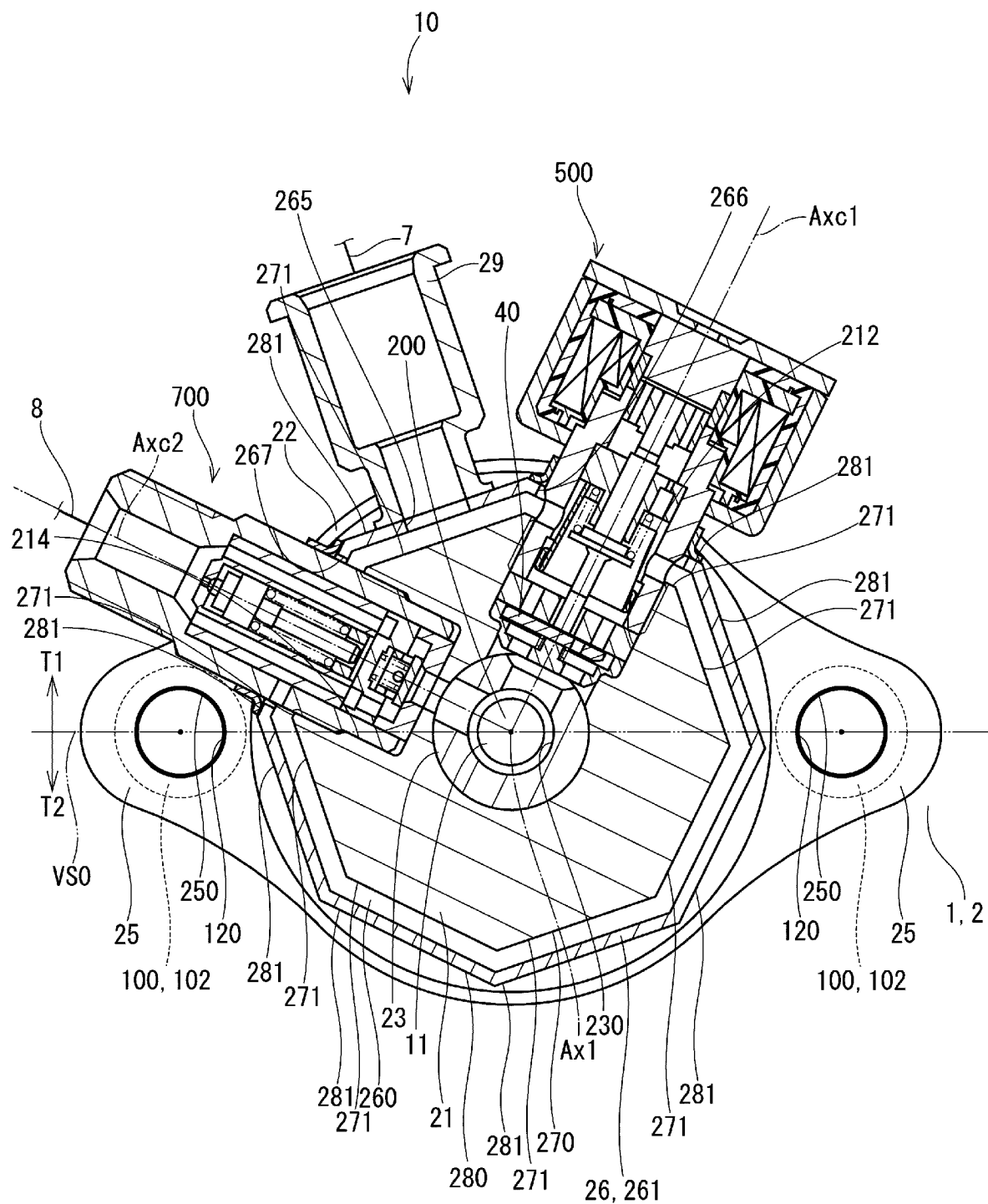


FIG. 10 is a perspective view of a device 10. The device has a top surface 7 and side surfaces 8, 9, 10, 11, 12. It includes a central component 200, two side components 212, 214, and two circular openings 250, 251. Various internal parts are labeled with numbers like 265, 271, 281, 29, 40, 500, 266, 212, 281, 271, 250, 120, 25, 100, 102, 23, 11, 230, Ax1, 281, 271, 260, 21, 280, 270, 271, 26, 261.

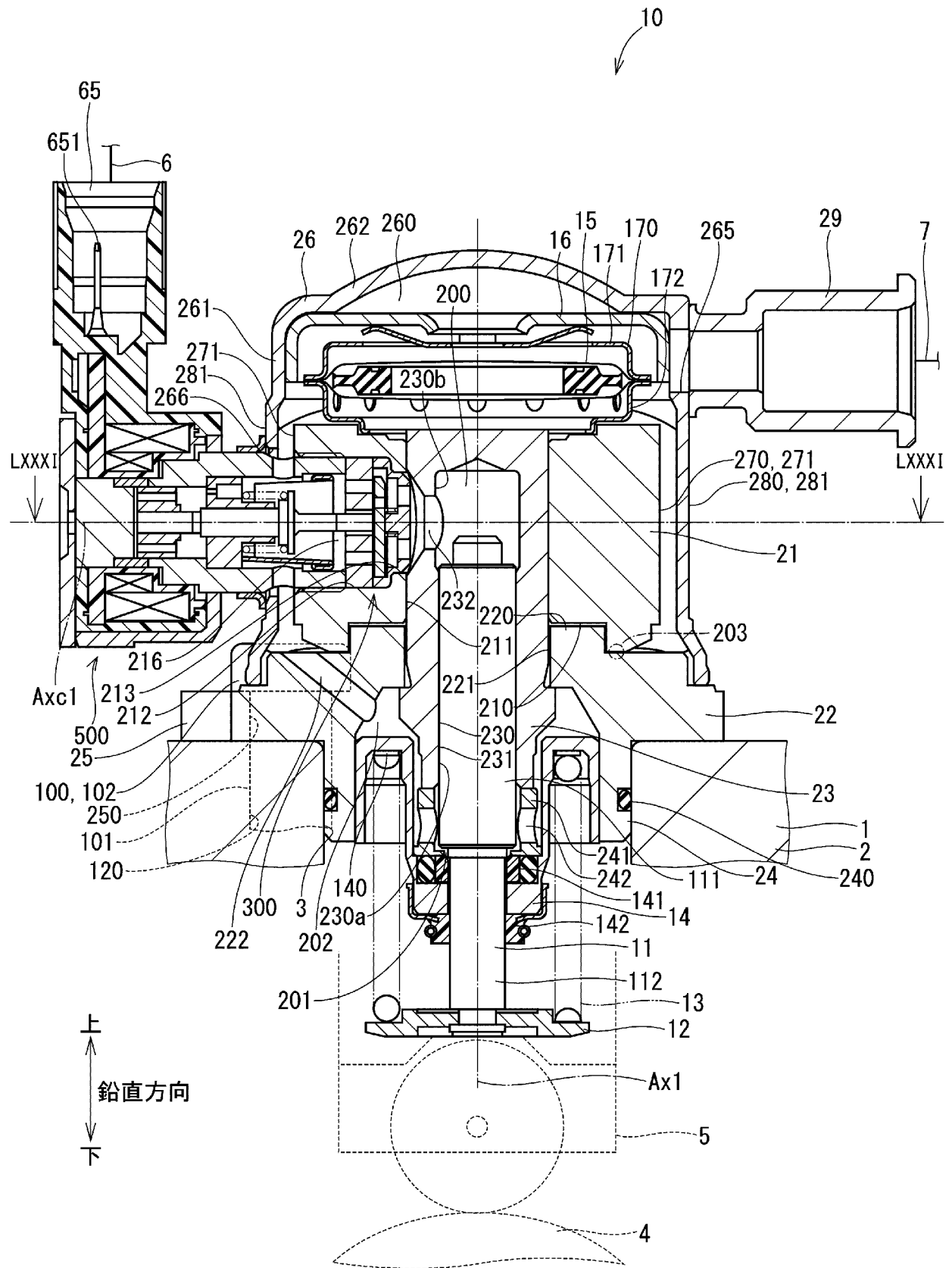
[図79]



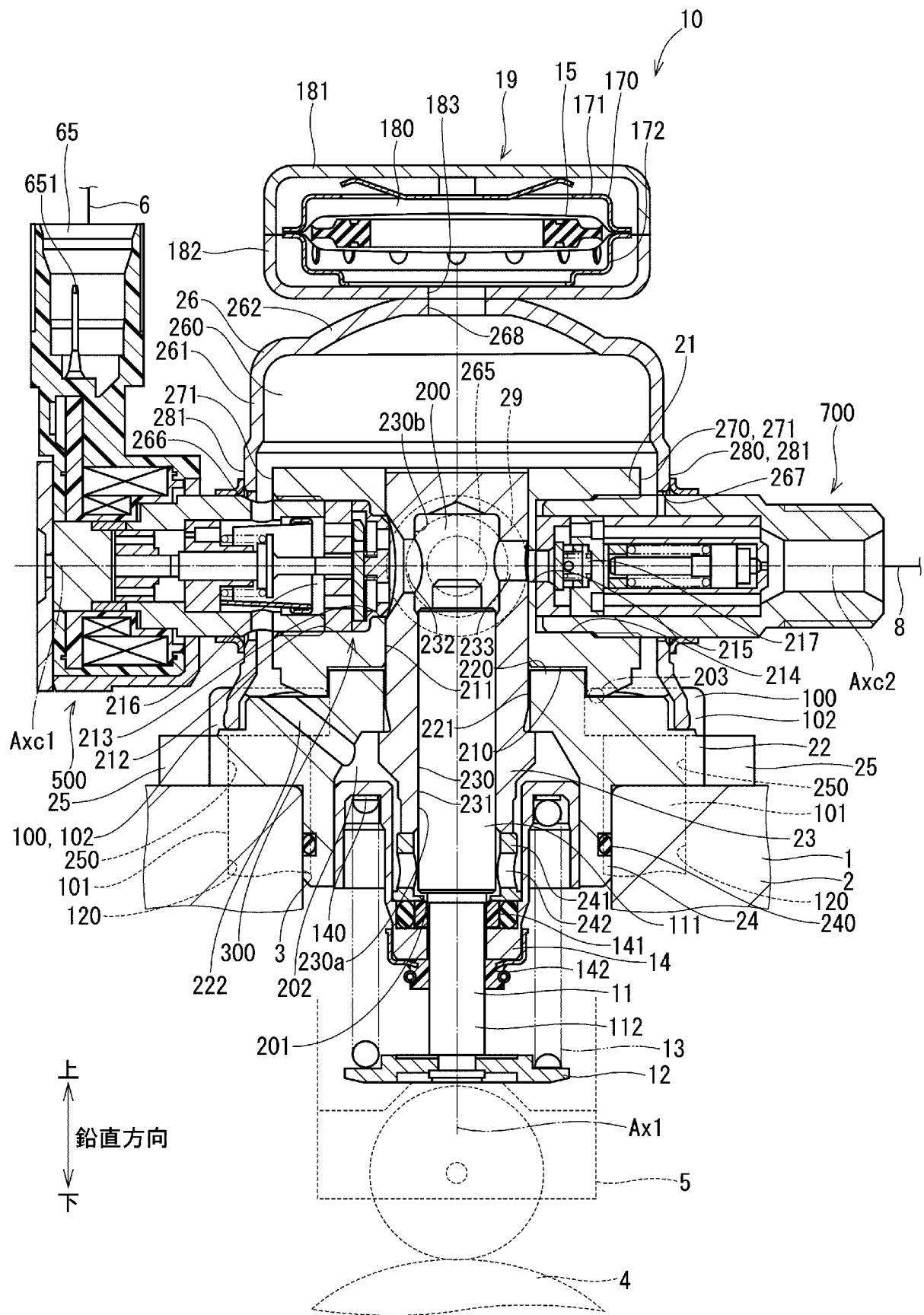
[図80]



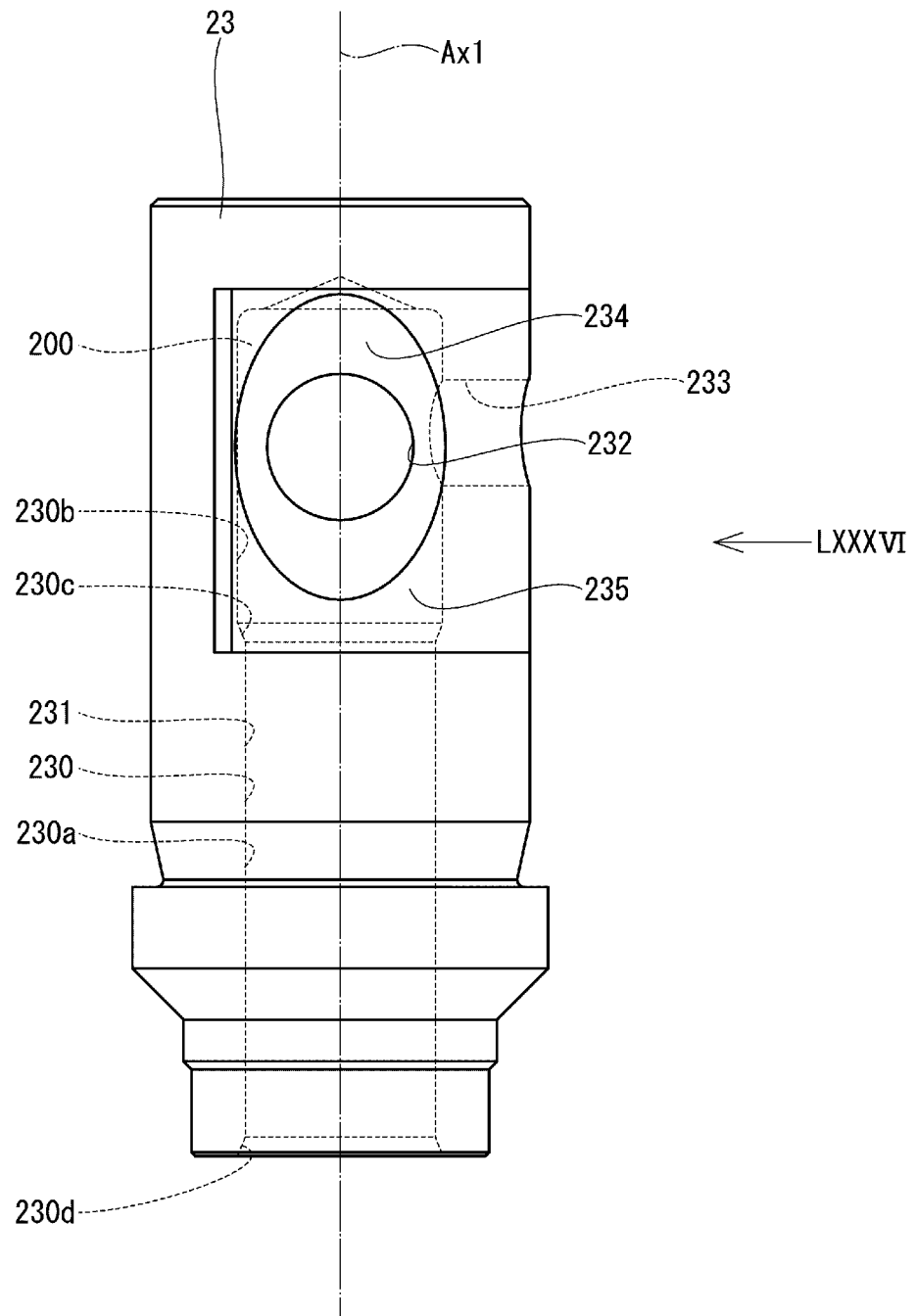
[図82]



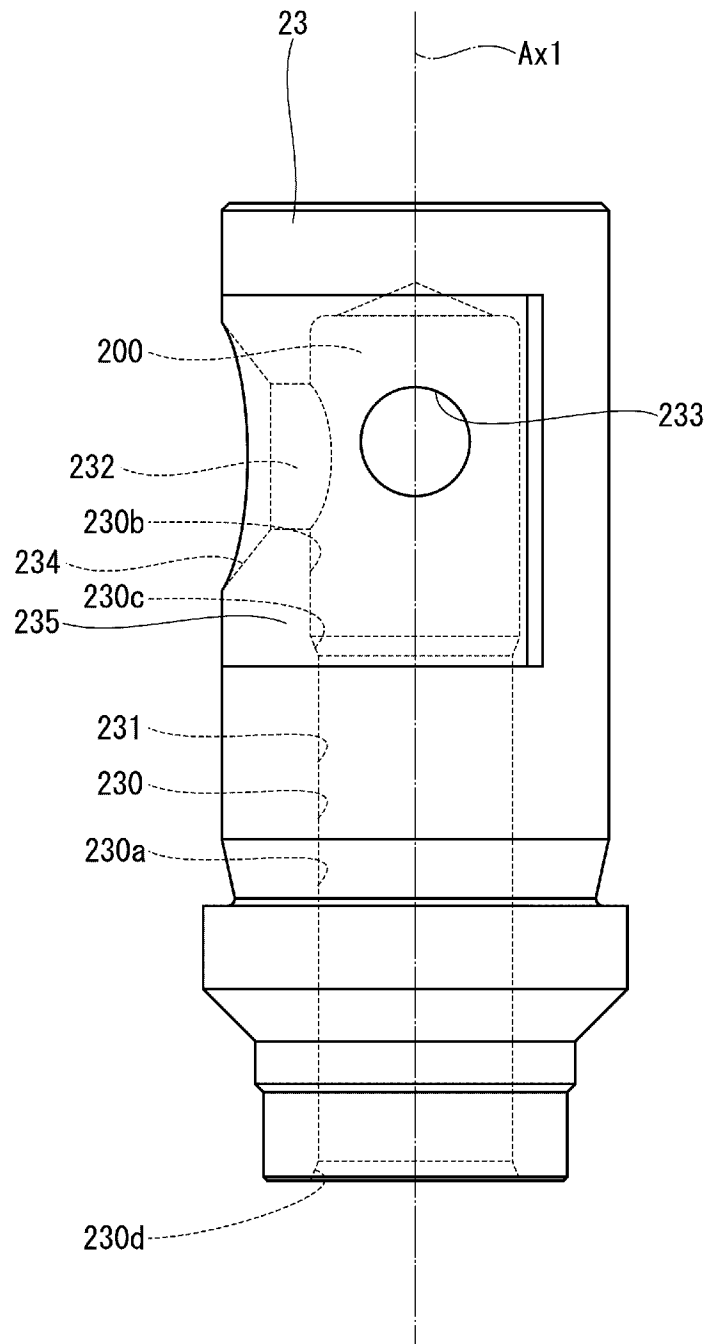
[図84]



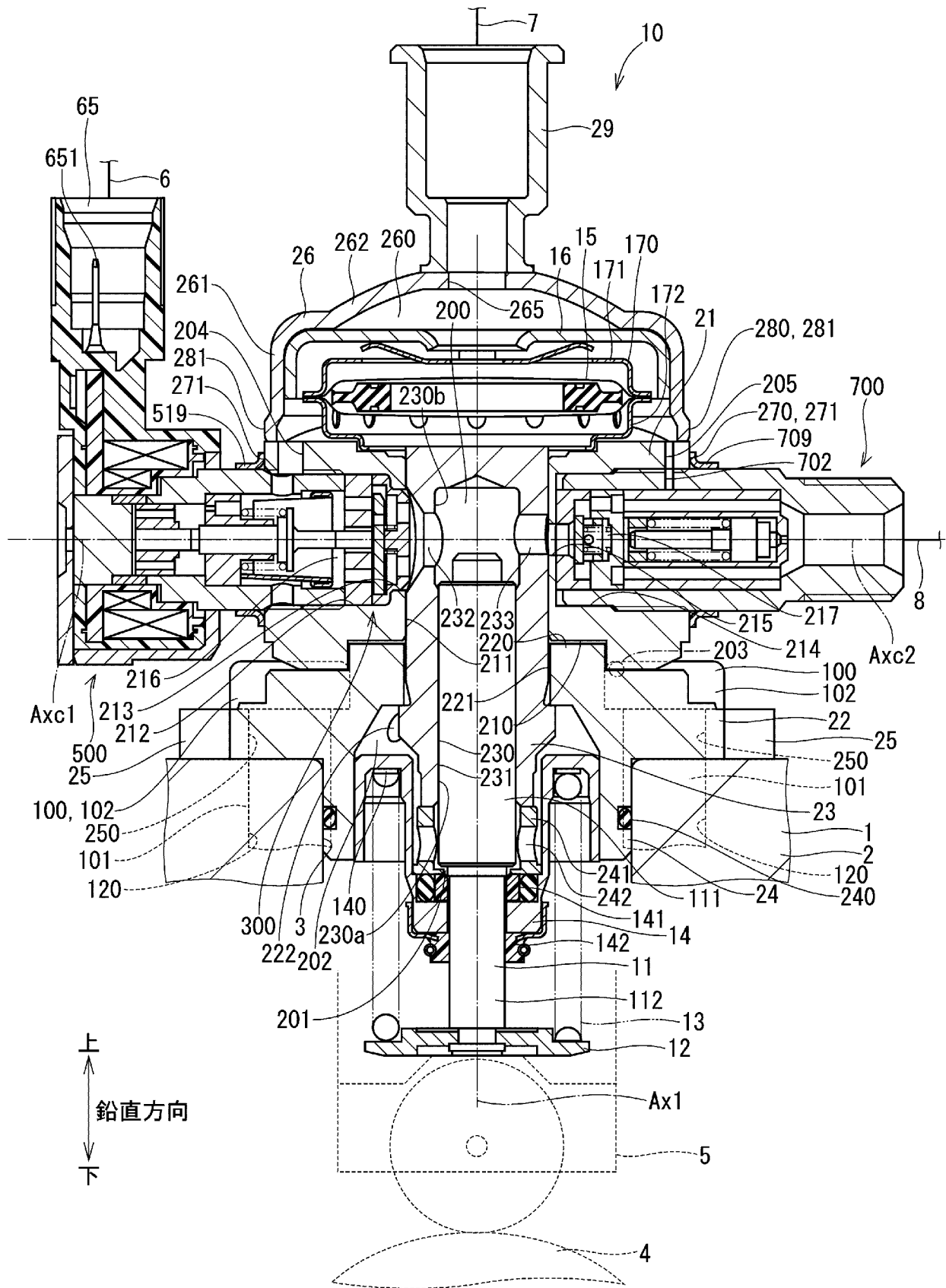
[図85]



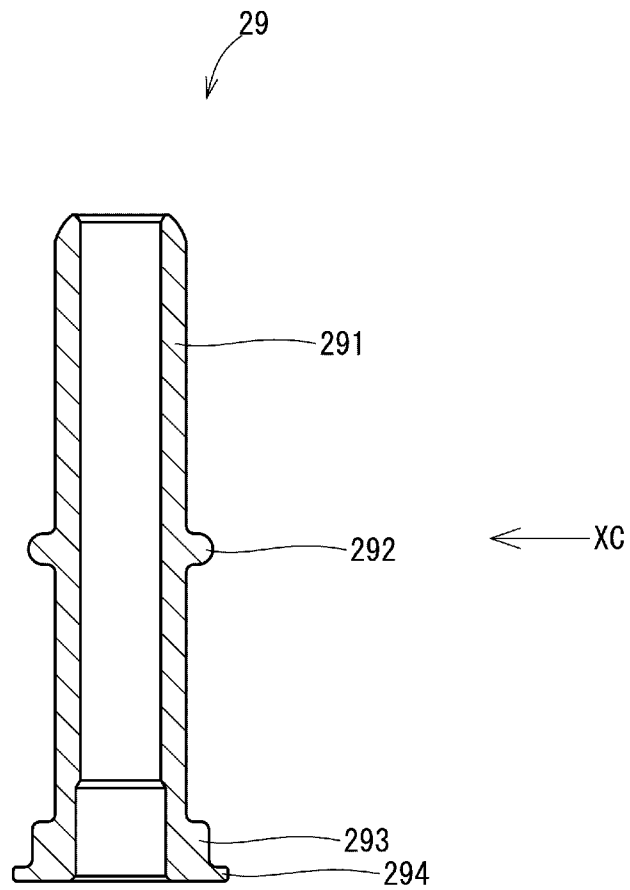
[図86]



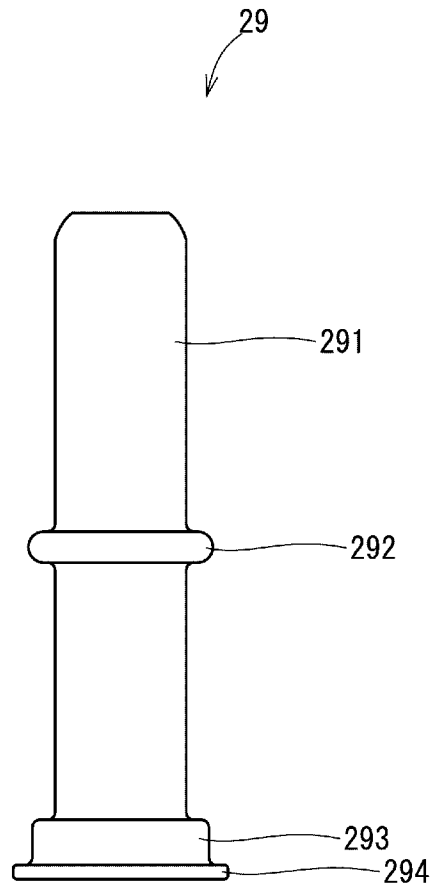
[図88]



[図89]



[図90]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/036273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02M59/44 (2006.01) i, F02M59/34 (2006.01) i, F02M59/36 (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. F02M59/44, F02M59/34, F02M59/36

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2006-241988 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 September 2006, paragraphs [0007]-[0009], [0020]-[0034], fig. 1-4 & US 2006/0191517 A1, paragraphs [0012]-[0015], [0035]-[0061], fig. 1-4 & EP 1696118 A1	1-7
A	JP 11-82238 A (DENSO CORPORATION) 26 March 1999, paragraphs [0002]-[0005], [0010]-[0020], fig. 1-7 & US 6123059 A, column 1, line 10 to column 3, line 4, column 5, line 5 to column 7, line 41, fig. 1-5, 15, 16 & EP 1452728 A1	1-7



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
06.11.2018

Date of mailing of the international search report
27.11.2018

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/JP2018/036273

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-98849 A (DENSO CORPORATION) 28 May 2015, paragraphs [0005], [0010]-[0024], fig. 1-4, 6 (Family: none)	1-7
A	JP 2015-45231 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 12 March 2015, paragraphs [0012]-[0038], fig. 1-4 (Family: none)	1-7
A	JP 2007-120492 A (DENSO CORPORATION) 17 May 2007, paragraphs [0039]-[0044], fig. 10-13 & US 2007/0071614 A1, paragraphs [0083]-[0088], fig. 10-13 & EP 1770274 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02M59/44(2006.01)i, F02M59/34(2006.01)i, F02M59/36(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. F02M59/44, F02M59/34, F02M59/36

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2006-241988 A（三菱重工業株式会社）2006.09.14, 段落0007-0009, 0020-0034, 図1-4 & US 2006/0191517 A1, 段落[0012]-[0015], [0035]-[0061], 図1-4 & EP 1696118 A1	1-7
A	JP 11-82238 A（株式会社デンソー）1999.03.26, 段落0002-0005, 0010-0020, 図1-7 & US 6123059 A, 第1欄第10行-第3欄第4行、第5欄第5行-第7欄第41行、図1-5, 15-16 & EP 1452728 A1	1-7

☒ 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

06.11.2018

国際調査報告の発送日

27.11.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

首藤 崇聡

3G

6100

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
A	JP 2015-98849 A (株式会社デンソー) 2015.05.28, 段落0005、 0010-0024, 図1-4、6 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2015-45231 A (トヨタ自動車株式会社) 2015.03.12, 段落001 2-0038, 図1-4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2007-120492 A (株式会社デンソー) 2007.05.17, 段落0039 -0044, 図10-13 & US 2007/0071614 A1, 段落 [0083]-[0088], 図10-13 & EP 1770274 A1	1-7