

(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
2016 年 12 月 29 日(29.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/208359 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 51/00 (2006.01) *F16K 31/06* (2006.01)
F02M 59/36 (2006.01) *H01F 7/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066525
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 3 日(03.06.2016)
- (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 2015-127207 2015 年 6 月 25 日(25.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 草壁 亮(KUSAKABE Ryo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 徳尾 健一郎(TOKUO Kenichiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 臼井 悟史(USUI Satoshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシ

テムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 橋田 稔 (HASHIDA Minoru); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 菅波 正幸(SUGANAMI Masayuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 伯耆田 淳(HOHKITA Atsushi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 久保田 栄一(KUBOTA Eiichi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 北島 大輔(KITAJIMA Daisuke); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 堀江 裕(HORIE Hiroshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

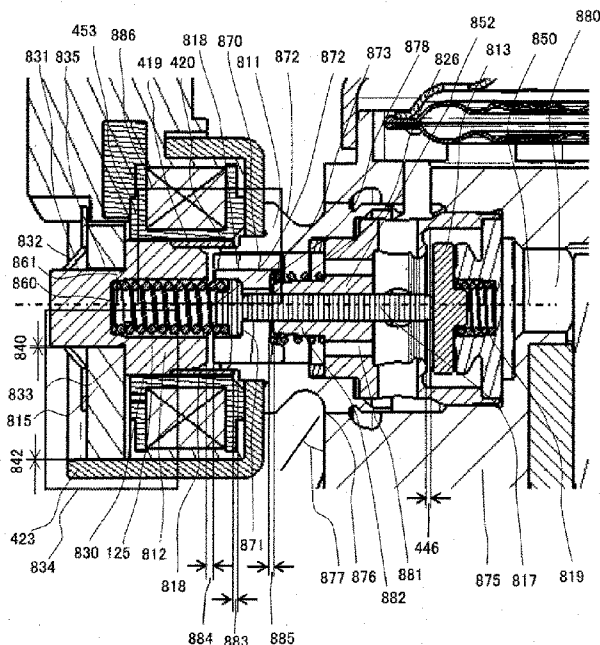
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

[続葉有]

(54) Title: FLOW RATE CONTROL VALVE AND HIGH-PRESSURE FUEL SUPPLY PUMP

(54) 発明の名称: 流量制御弁及び高圧燃料供給ポンプ

【図 8】



(57) Abstract: The objective of the present invention is to improve the responsiveness of an electromagnetic flow rate control valve provided for the purpose of causing a suction valve to close, and to perform control so as to achieve a desired discharge flow rate. A flow rate control valve is equipped with a fixed core arranged on the inner circumferential side of a coil, a yoke arranged on the outer circumferential side of the coil, and a cover part opposing the coil in the axial direction. The fixed core has an enlarged part that makes contact with the cover part in the axial direction and the size of which increases toward the coil. The cover part is restricted in the axial direction only at the area of contact with the fixed core.

(57) 要約: 吸入弁を閉弁動作させるために設ける電磁式の流量制御弁の応答性を向上させ、所望の吐出流量に制御する。コイルの内周側に配置される固定コアと、コイルの外周側に配置されるヨークと、コイルと軸方向に対向するカバー部とを備え、固定コアは、カバー部と軸方向に接触してコイルの側に向かって拡大する拡大部を有し、カバー部は前記固定コアとの接触部のみで軸方向に規制される。



BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

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:

(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,

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 流量制御弁及び高圧燃料供給ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の燃料噴射弁に燃料を圧送する高圧燃料供給ポンプに関し、特には、吐出する燃料の量を調節する流量制御弁を備えた高圧燃料ポンプに関する。

背景技術

[0002] 自動車等の内燃機関において、燃焼室内へ直接的に燃料を噴射する直接噴射タイプにおいて、燃料を高圧化し所望の燃料流量を吐出する流量制御弁を備えた高圧燃料ポンプが広く用いられている。

[0003] 一般的に燃料噴射装置に供給する圧力が大きいほど、燃料噴射装置から噴射される燃料噴霧の微粒化が促進されて燃焼効率が向上する。したがって、高圧燃料ポンプの性能として吐出圧力が大きいことが求められる。また、エンジンが高回転の条件で流量を制御するためには、所定の時間内に流量制御弁を開・閉動作させる必要があり、流量制御弁の応答性向上が求められている。

[0004] 流量制御弁の応答性を向上させる駆動部構造として、特許文献１に開示されている方法がある。特許文献１では、固定コア及び可動コアを形成するステンレス鋼の飽和磁束密度は、ケースを形成するステンレス鋼の飽和磁束密度よりも大きくすることで、磁気吸引力を大きくし、応答性を向上させる方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１２－１５４４７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] コイルへの通電を停止した状態で加圧室と流量制御弁とを連通するノーマ

ルオープン式の高圧燃料ポンプ用の流量制御弁では、燃料噴射装置への吐出流量を制御するために、所定のタイミングで吸入弁の閉弁動作を行う必要がある。

[0007] また、燃料を加圧室に吸入した後、燃料を加圧するための加圧ピストンが圧縮行程に至るまでの間に、吸入弁を開弁状態から閉弁動作させる必要があり、エンジンの回転数が増加するほど、加圧ピストンの速度が増加することから閉弁動作に要する時間を短くする必要がある。

[0008] 本発明の目的は、吸入弁を閉弁動作させるために設ける電磁式の流量制御弁の応答性を向上させ、所望の吐出流量に制御することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するため本発明の高圧ポンプの流量制御弁は、コイルの内周側に配置される固定コアと、コイルの外周側に配置されるヨークと、コイルと軸方向に対向するカバー部とを備え、固定コアは、カバー部と軸方向に接触してコイルの外周側に向かって拡大する拡大部を有し、カバー部は前記固定コアとの接触部のみで軸方向に規制されることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、吸入弁を閉弁動作させるために設ける電磁式の流量制御弁の応答性を向上させ、所望の吐出流量に制御することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明が適用可能な高圧燃料供給ポンプを含む燃料供給システムの全体構成の1例を示した図である。

[図2]実施例1における機構的に一体に構成された高圧燃料供給ポンプ本体101の具体事例を示した図である。

[図3]取り付け根部204が内燃機関本体に埋め込まれて、固定された状態を示した図である。本発明の第一実施例における燃料噴射装置の駆動部構造の断面拡大図を示した図である。

[図4]実施例1における高圧燃料供給ポンプ本体101の流量制御弁106の断面拡大図を示した図である。

[図5]実施例1における流量制御弁106の断面拡大図かつ、吐出工程において吸入弁113が閉弁し、アンカー部118と固定コア412が接触している状態を示した図である。

[図6]実施例1における流量制御弁106の断面拡大図かつ、吐出工程において吸入弁113が閉弁し、アンカーロッド117と吸入弁113とが接触している状態を示した図である。

[図7]ポンプ作動における各工程における各部状態などを示したタイムチャートを示した図である。

[図8]本発明の第2実施例による高圧燃料供給ポンプの流量制御弁106の断面拡大図を示した図である。

[図9]本発明の第2実施例による流量制御弁106のカバー部815、ヨーク423、固定コア812近傍を拡大した拡大部834を示した図である。

[図10]本発明の第2実施例による流量制御弁106のカバー部815、固定コア812、アンカー部818、アウターコア811近傍を拡大した拡大部886を示した図である。

[図11]本発明の第3実施例による流量制御弁106のカバー部1115、ヨーク423、固定コア812近傍を拡大した図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を用いて本発明の実施例について説明する。

実施例 1

[0013] 以下、図1～7を用いて、本発明に係る高圧燃料ポンプの実施例1について説明する。図1は、本実施例の高圧燃料供給ポンプを含む燃料供給システムの全体構成の一例を示す図である。図2は、本実施例における高圧燃料ポンプ本体の断面図である。なお、図2において、図1と同等の構成部品については同じ記号を用いる。

[0014] 図1において、破線で囲まれた部分101が高圧燃料供給ポンプ本体を示し、この破線の中に示されている機構、部品は高圧燃料供給ポンプ本体101に一体に組み込まれていることを示す。高圧燃料供給ポンプ本体101に

は、燃料タンク 110 からフィードポンプ 111 を経由して燃料が送り込まれ、高圧燃料供給ポンプ本体 101 からコモンレール 121 を通って、燃料噴射装置 122 に加圧された燃料が送られる。エンジンコントロールユニット 123 は圧力センサ 124 から燃料の圧力を取り込み、これを最適化すべくフィードポンプ 111、高圧燃料供給ポンプ本体 101 内の電磁コイル 102 (ソレノイド)、燃料噴射装置 122 を制御する。

[0015] 図 1 において、燃料タンク 110 の燃料は、エンジンコントロールユニット 123 からの制御信号 S1 に基づきフィードポンプ 111 によって汲み上げられ、適切なフィード圧力に加圧されて吸入配管 112 を通して高圧燃料供給ポンプ 101 の低圧燃料吸入口 (吸入ジョイント) 103 に送られる。低圧燃料吸入口 103 を通過した燃料は、圧力脈動低減機構 104、吸入通路 105 を介して容量可変機構を構成する流量制御弁 106 の吸入ポート 107 に至る。なお圧力脈動低減機構 104 は、エンジンのカム機構 (図示せず) により往復運動を行うプランジャ 108 に連動して圧力を可変とする、環状低圧燃料室 109 に連通することで、流量制御弁 106 の吸入ポート 107 に吸入する燃料圧力の脈動を低減している。

[0016] 流量制御弁 106 の吸入ポート 107 に流入した燃料は、吸入弁 113 を通過し加圧室 114 に流入する。吸入弁 113 の弁位置は、エンジンコントロールユニット 123 からの制御信号 S2 に基づき、高圧燃料供給ポンプ本体 101 内の電磁コイル 106 が制御されることで定まる。加圧室 114 では、エンジンのカム機構 (図示せず) により、プランジャ 108 に往復運動する動力が与えられている。プランジャ 108 の往復運動により、プランジャ 108 の下降工程では吸入弁 113 から燃料を吸入し、プランジャ 108 の上昇工程では吸入した燃料が加圧され、吐出弁機構 115 を介して圧力センサ 124 が装着されているコモンレール 121 へ燃料が圧送される。この後、エンジンコントロールユニット 123 からの制御信号 S3 に基づき燃料噴射装置 122 がエンジンへ燃料を噴射する。

[0017] 加圧室 114 の出口に設けられた吐出弁機構 115 は、吐出弁シート 11

5 a、吐出弁シート 115 a と接離する吐出弁 115 b、吐出弁 115 b を吐出弁シート 115 a に向かって付勢する吐出弁ばね 115 c など構成されている。加圧室 114 内部圧力が吐出弁 115 b の下流側の吐出通路 116 側圧力よりも高く、かつ吐出弁ばね 115 c が定める抗力に打ち勝つときに吐出弁 115 b が開放され、加圧室 114 から吐出通路 116 側に加圧された燃料が圧送供給される。

[0018] また、図 1 の流量制御弁 106 を構成する各部品について、113 は吸入弁、117 は吸入弁 113 の位置を制御するロッド、442 は可動部、441 はアンカー部 118 に固定されロッド 117 と摺動するアンカー摺動部、119 は吸入弁ばね、125 はロッドを吸入弁 113 の方向へ付勢する付勢ばね、126 はアンカー部付勢ばねである。吸入弁 113 は、吸入弁ばね 119 により閉弁方向に付勢され、ロッド付勢ばね 125 によりロッド 117 を介して開弁方向に付勢されている。また、可動部 442 はアンカー部付勢ばね 126 により閉弁方向に付勢されている。吸入弁 113 の弁位置は、ソレノイド 102 によりロッド 117 を駆動することで制御される。また、以降、可動部 442 とアンカー摺動部 441 と一体で構成される部品をアンカー部 118 と称する。

[0019] このように高圧燃料供給ポンプ 101 は、エンジンコントロールユニット 123 が流量制御弁 106 へ与える制御信号 S2 により高圧燃料供給ポンプ本体 101 内のソレノイド 102 が制御され、吐出弁機構 115 を介してコモンレール 121 へ圧送される燃料が所望の供給燃料となるように燃料流量を吐出する。

[0020] また高圧燃料供給ポンプ 101 においては、加圧室 114 とコモンレール 121 との間が、リリーフバルブ 130 により連通されている。このリリーフバルブ 130 は、吐出弁機構 115 と並列配置された弁機構である。リリーフバルブ 130 は、コモンレール 121 側の圧力がリリーフバルブ 130 の設定圧力以上に上昇すると、リリーフバルブ 130 が開弁し高圧燃料供給ポンプ 101 の加圧室 114 内に燃料が戻されることでコモンレール 121

内の異常な高圧状態を防止する。

- [0021] リリーフバルブ 130 は、高圧燃料供給ポンプ本体 101 内の吐出弁 115b の下流側の吐出通路 116 と加圧室 114 とを連通する高圧流路 131 を形成し、ここに吐出弁 115b をバイパスするように設ける。高圧流路 131 には燃料の流れを吐出流路 131 から加圧室 114 への一方向のみに制限するリリーフ弁 132 が設けられている。リリーフ弁 132 は、押付力を発生するリリーフばね 133 によりリリーフ弁シート 134 に押付けられており、加圧室 114 内と高圧流路 131 内との間の圧力差がリリーフばね 133 で定まる規定の圧力以上になるとリリーフ弁 130 がリリーフ弁シート 134 から離れ、開弁するように設定されている。
- [0022] この結果、高圧燃料供給ポンプ 101 の流量制御弁 106 の故障等によりコモンレール 121 が異常な高圧となった場合、吐出流路 131 と加圧室 114 の差圧がリリーフ弁 132 の開弁圧力以上になると、リリーフ弁 130 が開弁し、異常高圧となった燃料は吐出流路 131 から加圧室 114 へと戻され、コモンレール 121 等の高圧部配管が保護されるよう構成する。
- [0023] 図 2 は、機構的に一体に構成された高圧燃料供給ポンプ本体 101 の具体事例を示した図である。図 2 より、図示中央高さ方向にエンジンのカム機構（図示せず）により往復運動（この場合には上下動）を行うプランジャ 108 がシリンダ 201 内に配置され、プランジャ 108 上部のシリンダ 201 内に加圧室 114 が形成されている。
- [0024] また、図示中央左側に流制御弁 106 側の機構を配置し、図示中央右側にリリーフ 130 の機構を配置している。また図示上部には、燃料吸入側の機構として低圧燃料吸入口（図示せず）、圧力脈動低減機構 202、吸入通路 203 などを配置している。さらに、図 1 の中央下部にはプランジャ内燃機関側機構 204 を記述している。プランジャ内燃機関側機構 204 は、図 3 に示すように内燃機関本体に埋め込まれて固定される部分であることから、ここでは取り付け根部と称することにする。なお、図 2 の表示断面では、低圧燃料吸入口を図示していない。低圧燃料吸入口は、別角度の表示断面内に

は表示可能であるが、本発明と直接関係がないので説明、表示を割愛する。

[0025] 図3は、取り付け根部（プランジャ内燃機関側機構）204が内燃機関本体に埋め込まれて、固定された状態を示したものである。但し図3では取り付け根部204を中心として記述しているので、他の部分の記述を割愛している。また、図3は、低圧燃料吸入口301が燃料ポンプ本体の上部に位置しているが、低圧燃料吸入口131は、シリンダ108を軸として円周上の一に設けてもよい。

[0026] 図3において、302は内燃機関のシリンダヘッドの肉厚部分を示している。内燃機関のシリンダヘッド302には、取り付け根部204の形状に合わせて2段の径で構成される取り付け根部取り付け用孔303が形成される。この取り付け根部取り付け用孔303に、取り付け根部204が嵌め込まれることで、取り付け根部204が内燃機関のシリンダヘッド302に気密に固定される。

[0027] 図3では、高圧燃料供給ポンプはポンプ本体1に設けられたフランジ304を用いシリンダヘッド302の平面に密着し、少なくとも2つ以上の複数のボルト305で固定される。取付けフランジ304は、溶接部306にてポンプ本体1に全周をレーザーにて溶接結合されて環状固定部を形成している。またシリンダヘッド302とポンプ本体1間のシールのためにOリング307がポンプ本体1に嵌め込まれ、エンジンオイルが外部に漏れるのを防止する。なお、フランジ304とポンプ本体1は一体に成形しても良い。

[0028] プランジャ根部204は、プランジャ108の下端308において、内燃機関のカムシャフトに取り付けられたカム309の回転運動を上下運動に変換し、プランジャ108に伝達するタペット310が設けられている。プランジャ108はリテーナ311を介してばね312にてタペット310に圧着されている。これによりカム309の回転運動に伴い、プランジャ108を上下に往復運動させている。

[0029] また、シールホルダ313の内周下端部に保持されたプランジャシール314がシリンダ315の図中下方部においてプランジャ108の外周に摺動

可能に接触する状態で設置されており、環状低圧燃料室 316 の燃料をプランジャ 108 が摺動した場合にでもシール可能な構造とし、外部に燃料が漏れることを防止する。

[0030] 図 2 において、高圧燃料供給ポンプ本体 101 にはプランジャ 108 の往復運動をガイドし、かつ内部に加圧室 114 を形成するよう端部（図 2 では上側）が有底筒形状に形成されたシリンダ 201 が取り付けられている。さらに加圧室 114 流量制御弁 106 と加圧室 114 から吐出通路に燃料を吐出するための吐出弁機構 115 に連通するよう、外周側に環状の溝 206 と、環状の溝 207 と加圧室 114 とを連通する複数の連通穴が設けられている。

[0031] シリンダ 201 はその外径において、高圧燃料供給ポンプ本体 101 と圧入で接合することで固定され、高圧燃料供給ポンプ本体 101 との隙間から加圧した燃料が低圧側に漏れないよう圧入部円筒面でシールしている。また、シリンダ 201 の加圧室 114 側外径に小径部 207 を有する。加圧室 114 の燃料が加圧されることによりシリンダ 201 が低圧燃料室 220 側に力が作用するが、ポンプ本体 101 に小径部 230 を設けることで、シリンダ 201 が低圧燃料室 208 側に抜けることを防止している。お互いの面を軸方向に平面に接触させることで、高圧燃料供給ポンプ本体 101 とシリンダ 201 との前記接触円筒面のシールに加え、二重のシールの機能をも果たす。

[0032] 高圧燃料供給ポンプ本体 101 の頭部にはダンパカバー 208 が固定されている。また、高圧燃料供給ポンプ本体 101 の低圧燃料室側には、吸入ジョイント（図示せず）が設けられており、低圧燃料吸入口（図示せず）を形成している。低圧燃料吸入口を通過した燃料は、吸入ジョイントの内側に固定されたフィルタ（図示せず）を通過し、圧力脈動低減機構 202、低圧燃料流路 203 を介して流量制御弁 106 の吸入ポート 209 に至る。

[0033] プランジャ 108 は、大径部 210 と小径部 211 を有することにより、

プランジャ１０８の往復運動によって環状低圧燃料室２１２の体積は増減を行う。体積の増減分は、燃料通路３２０（図３）により低圧燃料室２２０と連通していることにより、プランジャ１０８の下降時は、環状低圧燃料室２１２から低圧燃料室２２０へ、上昇時は、低圧燃料室２２０から環状低圧燃料室２１２へと燃料の流れが発生する。このことにより、ポンプの吸入工程もしくは、戻し工程におけるポンプ内外への燃料流量を低減することができ、脈動を低減する機能を有している。

[0034] 低圧燃料室２２０には高圧燃料供給ポンプ内で発生した圧力脈動が燃料配管１３０（図１）へ波及するのを低減させる圧力脈動低減機構２０２が設置されている。加圧室１１４に流入した燃料が、容量制御のため再び開弁状態の吸入弁１１３を通して吸入通路１２０３（吸入ポート２０９）へと戻される場合、吸入通路２０３（吸入ポート２０９）へ戻された燃料により低圧燃料室２２０には圧力脈動が発生する。圧力脈動低減機構２０２は、波板状の円盤型金属板２枚をその外周で張り合わせ、内部にアルゴンのような不活性ガスを注入した金属ダンパで形成されており、圧力脈動はこの金属ダンパが膨張・収縮することで吸収低減される。２２１は金属ダンパを高圧燃料供給ポンプ本体１０１に固定するための取付金具である。

吐出弁機構は、吐出弁シート１１５ａ、吐出弁シート１１５ａと接離する吐出弁１１５ｂ、吐出弁１１５ｂを吐出弁シート１１５ａに向かって付勢する吐出弁ばね１１５ｃ、吐出弁１１５ｂと吐出弁シート１１５ａとを収容する吐出弁ホルダ１１５ｄから構成され、吐出弁シート１１５ａと吐出弁ホルダ１１５ｄとは当接部（図示せず）で溶接により接合されて一体の吐出弁機構１１５を形成している。

[0035] 図２において、加圧室１１４と燃料吐出口１２に燃料差圧が無い状態では、吐出弁８ｂは吐出弁ばね８ｃによる付勢力で吐出弁シート１１５ａに圧着され閉弁状態となっている。加圧室１１４の燃料圧力が、燃料吐出口の燃料圧力よりも大きくなった時に始めて、吐出弁１１５ｂは吐出弁ばね１１５ｃに逆らって開弁し、加圧室１１４内の燃料は燃料吐出口１２を経てコモンレ

ール 1 2 1 へと高圧吐出される。吐出弁 1 1 5 b は開弁した際、吐出弁ストッパと接触し、ストロークが制限される。したがって、吐出弁 1 1 5 b のストロークは吐出弁ストッパによって適切に決定される。これによりストロークが大きすぎて、吐出弁 1 1 5 b の閉じ遅れにより、燃料吐出口へ高圧吐出された燃料が、再び加圧室 1 1 4 内に逆流してしまうのを防止でき、高圧燃料供給ポンプの効率低下が抑制できる。

[0036] 次に本実施例の主要部である流量制御弁 1 0 6 側の構造について、図 4、図 5、図 6 を用いて説明する。図 4 はポンプ作動における吸入、戻し、吐出の各工程のうち、吸入工程における状態、図 5、図 6 は吐出工程における状態を表している。まず図 4 により、流量制御弁 1 0 6 側の構造について説明する。流量制御弁 1 0 6 側の構造は、吸入弁 1 1 3 を主体に構成された吸入弁部 4 A と、ロッド 1 1 7 と可動部およびソレノイド 1 0 2 を主体に構成されたソレノイド機構部 4 B に大別して説明する

まず吸入弁部 A は、吸入弁 1 1 3、吸入弁シート 4 0 1、吸入弁ストッパ 4 0 2、吸入弁付勢ばね 1 1 9、吸入弁ホルダ 4 0 3 から構成される。吸入弁シート 4 0 1 は円筒型で、内周側軸方向にシート部 4 0 5、円筒の軸を中心に放射状に 1 つが 2 つ以上の吸入通路部 4 0 4 を有し、外周円筒面で高圧燃料供給ポンプ本体 1 0 1 に圧入で接合されて保持される。

[0037] 吸入弁ホルダ 4 0 3 は、放射状に 2 方向以上の爪を有し、爪外周側が吸入弁シート 4 0 1 の内周側で同軸に嵌合保持される。さらに円筒型で一端部につば形状を持つ吸入ストッパ 4 0 2 が吸入弁ホルダ 4 0 3 の内周円筒面に圧入で接合されて保持される。

[0038] 吸入弁付勢ばね 1 1 9 は、吸入弁ストッパ 4 0 2 の内周側に、一部前記ばねの一端を同軸に安定させるための細径部に配置され、吸入弁 1 1 3 が、吸入弁シート部 4 0 5 と吸入弁ストッパ 4 0 2 の間に、弁ガイド部 4 4 4 に吸入弁付勢ばね 1 1 9 が嵌合する形で構成される。吸入弁付勢ばね 1 1 9 は圧縮コイルばねであり、吸入弁 1 1 3 が吸入弁シート部 4 0 5 に押し付けられる方向に付勢力が働く様に設置される。圧縮コイルばねに限らず、付勢力を

得られるものであれば形態を問わないし、吸入弁 113 と一体になった付勢力を持つ板ばねの様なものでも良い。

[0039] この様に吸入弁部 A を構成することで、ポンプの吸入工程においては、吸入通路 404 を通過し流量制御弁の内部に入った燃料が、吸入弁 113 とシート部 405 の間を通過し、吸入弁 113 の外周側及び吸入弁ストッパ 402 の外径に設けた燃料通路 445 の間を通り、高圧燃料供給ポンプ本体 101 及びシリンダの通路を通過し、加圧室へ燃料を流入させる。また、ポンプの吐出工程においては、吸入弁 113 が吸入弁シート部 405 と接触して燃料をシールすることで、燃料の入口側への逆流を防ぐ逆止弁の機能を果たす。

[0040] 吸入弁 113 の軸方向の移動量 446 は、吸入弁ストッパ 402 によって有限に規制されている。移動量が大きすぎると吸入弁 113 が閉じる時の応答遅れにより前記逆流量が多くなりポンプとしての性能が低下するためである。この移動量の規制は、吸入弁シート 401、吸入弁 113、吸入弁ストッパ 402 の軸方向の形状寸法及び、圧入位置で規定することが可能である。

[0041] 吸入弁ストッパ 402 には、環状突起が設けられ、吸入弁 113 が開弁している状態において、吸入弁ストッパ 402 との接触面積を小さくしている。開弁状態から閉弁状態へ遷移時、吸入弁 113 が吸入弁ストッパ 402 から離れやすい様、すなわち閉弁応答性を向上させるためである。前記環状突起が無い場合、すなわち前記接触面積が大きい場合、吸入弁 113 と吸入弁ストッパ 402 が離間する際に、吸入弁 113 と吸入弁ストッパ 402 との間の圧力が低下し、吸入弁 113 の動きを妨げる方向にスクイズ力が働き、吸入弁 113 が吸入弁ストッパ 402 から離れにくくなる。

[0042] 吸入弁 113、吸入弁シート 401、吸入弁ストッパ 402 は、お互い作動時に衝突を繰返すため、高強度、高硬度で耐食性にも優れるマルテンサイト系ステンレスに熱処理を施した材料を使用するとよい。吸入弁スプリング 119 及び吸入弁ホルダ 403 には耐食性を考慮しオーステナイト系ステン

レス材を用いるとよい。

[0043] 次にソレノイド機構部4 Bについて述べる。ソレノイド機構部Bは、可動部品であるロッド1 1 7、可動部、固定部であるガイド部4 1 0、アウターコア4 1 1、固定コア4 1 2、そして、ロッド付勢ばね1 2 5、アンカー部付勢ばね1 2 6、カバー部4 1 5、ヨーク4 2 3、ソレノイド1 0 2からなる。

[0044] 可動部品であるロッド1 1 7とアンカー1 1 8は、別部材に構成している。ロッド1 1 7はガイド部4 1 0の内周側で軸方向に摺動自在に保持され、可動部のアンカー摺動部4 4 1の内周側は、ロッド1 1 7の外周側で摺動自在に保持される。すなわち、ロッド1 1 7及びアンカー部1 1 8共に幾何学的に規制される範囲で軸方向に摺動可能に構成されている。アンカー摺動部4 4 1は、固定コア4 1 2側端面でロッド1 1 7のつば部4 1 7 aと接触するように構成している。

[0045] アンカー部1 1 8は燃料中で軸方向に自在に滑らかに動くために、アンカー摺動部4 4 1に部品軸方向に貫通する貫通穴4 5 0を1つ以上有し、アンカー部1 1 8前後の圧力差による動きの制限を極力排除している。また、貫通孔4 5 0はロッド1 1 7の中心に設け、ガイド部4 1 0よりも吸入弁1 1 3側に吸入通路部4 0 4と実質的に平行となるよう横溝の燃料通路を設けて、アンカー部1 1 8の固定コア4 1 2側の空間と吸入弁シート4 0 1の上流の空間4 1 3とを連通させるよう構成しても良い。結果、ガイド部4 1 0の燃料通路4 1 4を設けなくてもアンカー部1 1 8の固定コア4 1 2側の空間を連通させることができ、ガイド部4 1 0の加工コストを抑制できる。

[0046] ガイド部4 1 0は、径方向には、高圧燃料供給ポンプ本体1 0 1の吸入弁1 1 3が挿入される穴の内周側に挿入され、軸方向には、吸入弁シート4 0 5の一端部に突き当てられ、高圧燃料供給ポンプ本体1 0 1に溶接固定されるアウターコア4 1 1と高圧燃料供給ポンプ本体1 0 1との間に挟み込まれる形で配置される構成としている。ガイド部4 1 0にもアンカー部1 1 8と同様に軸方向に貫通する燃料通路4 1 4が設けられ、アンカー部1 1 8が自

在に滑らかに動くことができる様、アンカー部 118 側の燃料室の圧力がアンカー部 118 の動きを妨げない様に構成している。

[0047] アウターコア 411 は、高圧燃料供給ポンプ本体 101 と溶接される部位との反対側の形状を薄肉円筒形状としており、その内周側に固定コア 412 が挿入される形で溶接で接合して固定する。固定コア 412 の内周側にはロッド付勢ばね 40 が、細径部をガイドに配置され、ロッド 117 が吸入弁 113 と接触し、前記吸入弁 113 が吸入弁シート 401 から引き離す方向、すなわち吸入弁 113 の開弁方向に付勢力を与える。

[0048] アンカー部付勢ばね 126 は、ガイド部 410 の中心側に設けた円筒径の中央軸受部 452 に方端を挿入し同軸を保ちながら、アンカー部 118 にロッドつば部 117a 方向に付勢力を与える配置としている。アンカー部 118 の移動量 470 は吸入弁 113 の移動量 446 よりも大きく設定される。吸入弁 113 が開弁状態から閉弁する際にアンカー部 118 と固定コア 412 とが接触する前に、吸入弁 113 と吸入弁シート 401 とを接触させることによって、確実に吸入弁 113 を閉弁させられ、吸入弁 113 の閉弁時の応答性を確保できる。結果、吐出流量を確保できる。また、アンカー部 118 の閉弁時の移動に伴う排除体積が、アンカー部 118 と固定コア 812 との間を流れることで、アンカー部 118 と固定コア 812 間の圧力が増加する。圧力が増加することで、アンカー部 118 には流体力、いわゆるスクイーズ力が作用して閉弁方向とは逆向きに押される。スクイーズ力は、一般的にアンカー部 118 と固定コア 812 とのギャップの 3 乗に比例するため、ギャップが小さいほどその影響が大きい。吸入弁 113 の移動量 447 よりもアンカー部 118 の移動量を大きくすることで、アンカー部に作用するスクイーズ力が増加する前に吸入弁 113 を閉弁させられるため、吸入弁 113 の応答性の低下によって生じる吐出流量の低下を抑制する効果がある。

[0049] ロッド 117 とガイド部 410 はお互い摺動し、また、ロッド 117 は吸入弁 113 と衝突を繰返すため、硬度と耐食性を考慮しマルテンサイト系ステンレスに熱処理を施したものを使用する。アンカー部 118 と固定コア 4

12は磁気回路を形成するためフェライト系の磁性ステンレスを用い、ロッド付勢ばね125、アンカー部付勢ばね126には耐食性を考慮しオーステナイト系ステンレスを用いるとよい。

[0050] 上記構成によれば、吸入弁部Aとソレノイド機構部Bには、3つのばねが有機的に配置されて構成されている。吸入弁部Aに構成される吸入弁付勢ばね119と、ソレノイド機構部Bに構成されるロッド付勢ばね125、アンカー部付勢ばね126がこれに相当する。本実施例ではいずれのばねもコイルばねを使用しているが付勢力を得られる形態であればいかなるものでも構成可能である。

[0051] この3つのばね力の関係は、下記の式で構成する。

〔数1〕

ロッド付勢ばね125力>アンカー部付勢ばね126力+吸入弁付勢ばね119力+流体により吸入弁113が閉じようとする力……………(1)

(1)式の関係により、ソレノイド102への無通電時には、各ばね力により、ロッド117は吸入弁113を吸入弁シート部405から引き離す方向、すなわち弁が開弁する方向に力f1として作用する。(1)式より、弁が開弁する方向の力f1は下記の(2)式で表現される。

〔数2〕

$f1 = \text{ロッド付勢ばね125力} - (\text{アンカー部付勢ばね126力} + \text{吸入弁付勢ばね119力} + \text{流体により吸入弁が閉じようとする力}) \dots\dots (2)$

次に、ソレノイド機構部4Bのソレノイド102周辺のソレノイド部構成について述べる。ソレノイド部は、カバー部415、ヨーク423、ソレノイド102、ボビン453、端子454、コネクタ455から成る。ボビン453に銅線が複数回巻かれたソレノイド102が、カバー部415とヨーク423により取り囲まれる形で配置され、樹脂部材であるコネクタと一体にモールドされ固定される。二つの端子454のそれぞれの方端はソレノイド102の銅線の両端にそれぞれ通電可能に接続される。端子454も同様にコネクタ455と一体にモールドされ残りの方端がエンジン制御ユニット

側と接続可能な構成としている。

[0052] 固定コア412外径の径方向のソレノイド102側には、シールリング418が設けられている。シールリング418は固定コア412の外径部417とアウターコア411の外径部420に圧入で接合して固定され、圧入固定部近傍を溶接して燃料をシールしている。シールリング418は固定コア412の吸引面421と径方に対向する外径側に設けられている。また、ヨーク423の細径部440が、アウターコア411に圧入され固定される。その時、カバー部415の内径側は、固定コア39と接触もしくは僅かなクリアランスで近接する構成となる。

[0053] カバー部415、ヨーク423共に、磁気回路を構成するために、また耐食性を考慮し磁性ステンレス材料とし、ボビン453、コネクタ454は強度特性、耐熱特性を考慮し、高強度耐熱樹脂を用いる。ソレノイド102は銅、端子454には真鍮に金属めっきを施した物を使用する。

[0054] 上述の様にソレノイド機構部Bを構成することで、図4の破線422に示す様に、アンカー部118、固定コア412、カバー部415、ヨーク423、アウターコア411で磁気回路を形成し、ソレノイド102に電流を供給すると、固定コア412、アンカー部118間に磁気吸引力が発生し、アンカー部118を固定コア412側に引き寄せる力が発生する。シールリング418の材質はオーステナイト系ステンレス鋼を用いるよう構成することで、磁束が固定コア412とアンカー部118との間を通過し易くなり、磁気吸引力を向上できる。また、シールリング418をアウターコア411と一体成形する場合には、吸引面421の径方向の外径に位置する箇所を極力薄肉にすることで、アウターコア411側を流れる磁束を低減できる。結果、固定コア412とアンカー部118との間を通過する磁束が増加し、磁気吸引力を向上できる。

[0055] 上記の磁気吸引力が前記(2)式の弁が開弁する方向の力 f_1 を上回った時に、可動部品であるアンカー部118がロッド117と共に固定コアに引き寄せられ、アンカー部118が固定コア412と接触するまでアンカー部

は運動を継続する。

[0056] 本発明に係る高圧燃料供給ポンプの上記構成によれば、ポンプ作動における吸入、戻し、吐出の各工程において、以下のように作動する。

[0057] 最初に吸入工程について説明する。吸入工程では、図3のカム309の回転により、プランジャ108がカム309方向に移動（プランジャ108が下降）する。つまりプランジャ108位置が上死点から下死点に移動している。吸入工程状態にある時は、例えば図1、2、3を参照しながら説明すると、加圧室114の容積は増加し加圧室114内の燃料圧力が低下する。この工程で加圧室114内の燃料圧力が吸入通路105の圧力よりも低くなると、燃料は、開口状態にある吸入弁113を通り、高圧燃料供給ポンプ本体101に設けられた連通穴205と、シリンダ外周通路206を通過し、加圧室114に流入する。

[0058] 吸入工程における流量制御弁106側の各部位置関係を図4を用いて説明する。この状態では、ソレノイド102は無通電状態であり磁気吸引力は作用していない。よって、吸入弁113は、ロッド付勢ばね125の付勢力を受けて、ロッド117に押圧され、かつ吸入弁ストッパ402と接触して開弁している。

[0059] 次に戻し工程について説明する。戻し工程では、図3のカム309の回転により、プランジャ108が上昇方向に移動する。つまりプランジャ108位置が下死点から上死点に向かって、移動し始めている。このとき加圧室114の容積は、プランジャ108における吸入後の圧縮運動に伴い減少するが、この状態では、一度加圧室114に吸入された燃料が、再び開弁状態の吸入弁113を通して吸入通路404へと戻されるので、加圧室114の圧力が上昇することは無い。この工程を戻し工程と称する。

[0060] この状態で、エンジンコントロールユニット123からの制御信号が流量制御弁106に印加されると、戻し工程から吐出工程に移行する。制御信号が流量制御弁106に印加されると、磁気回路内に磁束が発生し、アンカー部118に磁気吸引力が生じる。磁気吸引力作用時における流量制御弁10

6側の各部位置関係が図5に示されているので図5を参照しながら説明する。この状態では、ソレノイド102に電流を与えると、固定コア412、アンカー部118間を磁束が通過して、アンカー部118に磁気吸引力が発生し、アンカー部118を固定コア412側に引き寄せる磁気吸引力が発生する。アンカー部118が固定部である固定コア412に吸引されると、アンカー部118とロッドつば部417aの係止機構により、ロッド117が吸入弁113から離れる方向に移動する。このとき、吸入弁付勢ばね119による付勢力と燃料が吸入通路404に流れ込むことによる流体力により吸入弁113が閉弁する。閉弁後、加圧室114の燃料圧力はプランジャ108の上昇運動と共に上昇し、吐出弁機構115の燃料吐出口の圧力以上になると、吐出弁機構115を介して燃料の高圧吐出が行われ、コモンレール121へと供給される。この工程を吐出工程と称する。

[0061] プランジャ108の圧縮工程（下始点から上始点までの間の上昇工程）は、戻し工程と吐出工程からなる。そして、流量制御弁106のソレノイド102への通電タイミングを制御することで、吐出される高圧燃料の量を制御できる。ソレノイド102へ通電するタイミングを早くすれば、圧縮工程中の、戻し工程の割合が小さく、吐出工程の割合が大きい。すなわち、吸入通路404に戻される燃料が少なく、高圧吐出される燃料は多くなる。一方、通電するタイミングを遅くすれば圧縮工程中の、戻し工程の割合が大きく吐出工程の割合が小さい。すなわち、吸入通路404に戻される燃料が多く、高圧吐出される燃料は少なくなる。ソレノイド102への通電タイミングは、エンジンコントロールユニット123からの指令によって制御することで、高圧吐出される燃料の量を内燃機関が必要とする量に制御できる。

[0062] 図6には、吐出工程における流量制御弁106側の各部位置関係が示されている。ここには、ポンプ室の圧力が十分増加した後の吸入弁113が閉まった状態（閉弁）でのソレノイド102への通電が解除された無通電の状態の図を示している。この状態では、次の周期の工程に備えて、次回の磁気吸引力発生、作用を有効に行わせるための体制を整えている。本構造では、こ

の体制整備を行うことに特徴を有している。

[0063] 図7のタイミングチャートには、上から順にa) プランジャ108の位置、b) ソレノイド102の電流、c) 吸入弁113の位置、d) アンカーロッド117の位置、e) アンカー部118の位置、f) 加圧室114内圧力を示している。また横軸には、吸入工程から戻し工程、吐出工程を経て吸入工程に戻る一周期間における各時刻 t を時系列的に表示している。

[0064] 図7の、a) プランジャ108の位置によれば、吸入工程はプランジャ108の位置が上死点から下死点に至る期間であり、戻し工程と吐出工程の期間がプランジャ108の位置が下死点から上死点に至る期間である。またb) コイル電流によれば、戻し工程の中でソレノイド102に吸引電流を流し、それに引き続いて保持電流を流している状態の中で、吐出工程に移行する。

[0065] さらに、c) 吸入弁113の位置、d) ロッド117の位置、e) アンカー部118の位置は、b) ソレノイド102への電流供給による磁気吸引力の発生に対応してそれぞれの位置が変化し、吸入工程の初期に元の位置に復帰している。これらの位置変化を受けて、f) 加圧室内圧力は吐出工程の間に高い圧力となる。

[0066] 以下、各工程での各部動作とその時の各物理量との関係について、説明する。まず、吸入工程について、時刻 t_0 においてプランジャ108が上死点から下降を始めると、f) 加圧室内の圧力が例えば30MPaレベルの高圧の状態から急激に小さくなる。この圧力低下に伴い、前述の(2)式の、弁が開弁する方向の力 f_1 により、時刻 t_1 においてロッド117、アンカー部118、吸入弁113が、吸入弁113の開弁方向に移動を始め、時刻 t_2 において吸入弁113が全開、ロッド117とアンカー部118が図3の開弁位置状態となる。これにより吸入弁113が開弁することで、吸入弁シート401の通路460から吸入弁シート405内径側に流入した燃料が、加圧室114内に吸入され始める。

[0067] 吸入工程初期における移動の際に、吸入弁113は吸入弁ストッパ402

に衝突し、吸入弁 1 1 3 はその位置で停止する。同じくロッド 1 1 7 も先端が吸入弁 1 1 3 に接触する位置（図 7 におけるプランジャロッドの開弁位置）で停止する。

[0068] これに対しアンカー部 1 1 8 は、当初ロッド 1 1 7 と同速度で吸入弁 1 1 3 開弁方向に移動するが、ロッド 1 1 7 が吸入弁 1 1 3 に接触し停止した時刻 t_2 後でも慣性力で移動を続けようとする。図 7 の O A に示す部分がこのオーバーシュートの領域である。この際、アンカー部付勢ばね 1 2 6 がその慣性力に打ち勝ち、アンカー部 1 1 8 は再び固定コア 4 1 2 に近づく方向に移動し、ロッドつば部 4 1 7 a にアンカー部 1 1 8 が押し当てられる形で接触する位置（図 7 におけるアンカー部開弁位置）で停止できる。ロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 の再接触によるアンカー部 1 1 8 の停止時刻が t_3 で示されている。停止時刻 t_3 以降の安定状態における時刻 t_4 でのアンカー部 1 1 8、ロッド 1 1 7、吸入弁 1 1 3 の各位置を示す状態が図 4 に示されている。

[0069] なお前述及び図 7 においては、O A に示す部分で、ロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とが完全に離れる説明としているが、ロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とが接触したままの状態でも良い。言い換えると、ロッドつば部 4 1 7 a とアンカー部 1 1 8 との接触部に作用する荷重は、アンカーロッド 1 1 7 の運動停止後減少し、0 になるとアンカー部 1 1 8 がアンカーロッド 1 1 7 に対し分離を開始するが、0 にならず僅かの荷重を残すアンカー部付勢ばね 1 2 6 の設定力でも良い。吸入弁 1 1 3 が吸入弁ストッパ 4 0 2 に衝突する時には、製品としての重要な特性となる異音の問題が発生する。異音の大きさは前記衝突時のエネルギーの大きさに起因するが、本発明ではロッド 1 1 7 とアンカー 1 1 8 とを別体に構成しているために、吸入弁ストッパ 3 2 に衝突するエネルギーは、吸入弁 1 1 3 の質量とアンカーロッド 1 1 7 の質量のみで発生することとなる。すなわちアンカー部 1 1 8 の質量は衝突エネルギーに寄与しないため、ロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とを別体に構成することで、異音の問題を低減することができる。

[0070] なおロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とを別体に構成したとしても、アンカー部付勢ばね 1 2 6 が無い構成の場合、前記慣性力でアンカー部 1 1 8 は吸入弁 1 1 3 の開弁方向に移動を続け、ガイド部 1 1 7 の固定コア 4 1 2 側端面に衝突し、前記衝突部とは相違する部分で異音が発生する問題が起こる場合がある。異音の問題に加え、衝突することでアンカー部 1 1 8 の構成部品である摺動部 4 4 1 とガイド部 4 4 2 の摩耗や変形等が起こるばかりでなく、前記摩耗により金属異物が発生し、その異物が摺動部やシート部に挟まることで、又、変形し軸受機能を損なうことで、吸入弁ソレノイド機構の機能を損なう恐れがある。しかしながら、磁気回路を構成する可動部 4 4 2 と衝突、摺動するために強度が要求される摺動部 4 4 1 を別部材で構成することで、吸入弁ソレノイド機構の機能が損なわれるのを抑制できる。また、可動部 4 4 2 には磁性特性が良いフェライト系ステンレス鋼を使用し、摺動部 4 4 1 は硬度が高いオーステナイト系ステンレス鋼を用いるとよい。例えば、摺動部 4 4 1 には、焼き入れの熱処理によって硬度を確保でき SUS 4 2 0 を用いると良い。

[0071] また、アンカー部付勢ばね 1 2 6 が無い構成の場合、アンカー部 1 1 8 が前記慣性力で開弁方向に運動を継続するために、アンカー部 1 1 8 の固定コア 4 1 2 と対向する面と、固定コア 4 1 2 の吸引面 4 2 1 との距離が大きく（図 7 の O A 部）なる。その結果、動作時刻として後工程である、戻し工程から吐出工程に遷移させるためにソレノイド 1 0 2 に電流を供給した時に、固定コア 4 2 1 とアンカー部 1 1 8 との間の磁気抵抗が増加し、必要な磁気吸引力が得られない問題が発生する。必要な磁気吸引力が得られない場合、高圧燃料供給ポンプから吐出する燃料の最大流量が低下してしまう場合がある。

[0072] このため、アンカー部付勢ばね 1 2 6 は前記の流量の低下を発生させないための重要な機能を持っている。

[0073] 吸入弁 1 1 3 が開弁した後、さらにプランジャ 1 0 8 が降下を行い下死点に到達（時刻 t 5）する。この間、加圧室 1 1 4 には燃料が流入し続け、こ

の工程が吸入工程である。下死点まで降下したプランジャ 108 は、上昇工程に入り、戻し工程に移行する。

[0074] このとき、吸入弁 113 は前記弁が開弁する方向の力 f_1 で開弁状態に停止したままであり、吸入弁 113 を通過する流体の方向が真逆になる。すなわち吸入工程では、燃料が吸入弁シート 405 の通路から加圧室 114 に流入していたのに対し、上昇工程となった時点で、加圧室 114 から吸入弁シート 405 の通路の方向に戻される。この工程が戻し工程である。

[0075] この戻し工程において、エンジン高回転時すなわちプランジャ 108 の上昇速度が大きい条件において、戻される流体による吸入弁 113 の閉弁力が増大し、前記弁が開弁する方向の力 f_1 が小さくなる。この条件において、各ばね力の設定力を誤り、弁が開弁する方向の力 f_1 が負の値になった場合、吸入弁 113 は意図せず閉弁してしまう。所望の吐出流量よりも大きな流量が吐出されてしまうため、燃料配管内の圧力が所望の圧力以上に上昇し、エンジンの燃焼制御に悪影響を及ぼすことになる。そのため、プランジャ 108 の上昇速度が最も大きい条件で、前記弁が開弁する方向の力 f_1 が正の値を保つように各ばね力を設定する必要がある。

[0076] また、環境負荷低減の観点から、バイオ燃料に代表されるエタノール混合ガソリンの普及が拡大している。エタノール混合ガソリンでは、エタノールが含まれないガソリンに比べてエネルギー密度が低いため、同じ出力を得ようとした場合、インジェクタ 122 で噴射する必要がある燃料量が増加する。吸入弁 113 に作用する流体による閉弁力は、吸入弁シート 405 を流れる燃料の流速が早くなるほど大きくなるため、インジェクタ 122 で噴射する燃料が増加すると、閉弁力が増加する。

[0077] この戻し工程の途中の時刻 t_6 においてソレノイド 102 に電流を供給して、戻し工程から吐出工程への遷移状態を作り出す。なお図 7 において t_7 は吸入弁 113 の閉弁運動開始時刻、 t_8 は保持電流開始時刻、 t_9 は吸入弁 113 の閉弁時刻、 t_{10} はソレノイド 102 への通電終了時刻を意味している。

[0078] この場合に、所望の吐出時刻よりも、磁気吸引力の発生遅れ、吸入弁 113 の閉弁遅れを考慮した早い時刻において、ソレノイド 102 に電流を供給すると、アンカー部 118 と固定コア 412 の間を磁束が通過し、アンカー部 118 に磁気吸引力が働く。電流は前記弁が開弁する方向の力 f_1 に打ち勝つに必要な大きさの電流を与える必要がある。この磁気吸引力が、前記弁が開弁する方向の力 f_1 に打ち勝った時点 t_7 で、アンカー部 118 が固定コア 412 方向へ移動を開始する。アンカー部 118 が閉弁方向に移動することで、軸方向につば部 417a で接触しているロッド 117 も同じく閉弁方向に移動し、吸入弁 113 が吸入弁付勢ばね 126 の力と、流体力、主には、加圧室側からシート部を通過する流速による静圧の低下により閉弁を開始（時刻 t_9 ）する。

[0079] ソレノイド 102 に電流が供給された時、アンカー部 118 と固定コア 412 が規定の距離より離れすぎている場合、すなわちアンカー部 118 が図 7 の「開弁位置」を超えて、OA の状態が継続した場合、アンカー部 118 に作用する磁気吸引力が小さいために前記弁が開弁する方向の力 f_1 に打ち勝つことができず、アンカー部 36 が固定コア 39 側に移動することに時間を要したり、所定の時間内に移動できない問題が発生する。

[0080] この問題を起こさない為に本発明ではアンカー部付勢ばね 126 を設けている。アンカー部 118 が所望のタイミングで固定コア 412 に移動できない場合、吐出したいタイミングにおいても吸入弁 113 が開いた状態を維持するため、吐出工程が開始できず、すなわち必要な吐出量が得られないため所望のエンジン燃焼ができない懸念がある。このため、アンカー部付勢ばね 126 は、吸入工程で発生が懸念される異音問題を防止するため、また吐出工程が開始できない問題を防止するための重要な機能を持っている。

[0081] 図 7 において、移動を始めた c) 吸入弁 113 は、シート部 401 に衝突し停止することで、閉弁状態となる。閉弁すると、筒内圧が急速に増大するため、吸入弁 113 は筒内圧により閉弁方向に前記弁が開弁する方向の力 f_1 よりも遥かに大きい力で強固に押し付けられ、閉弁状態が維持される。

- [0082] e) アンカー部 1 1 8 は吸入弁 1 1 3 が閉弁後に、アンカーロッド 1 1 7 が吸入弁 1 1 3 から離間することで固定コア 4 1 2 の方向に運動し、固定コア 4 1 2 に衝突し停止する。ロッド 3 5 はアンカー部 3 6 停止後も慣性力で運動を続けるが、ロッド付勢ばね 1 2 6 が慣性力に打ち勝ち押し戻され、つば部 4 1 7 a がアンカー部 1 1 8 に接触する位置まで戻ることができる構成としている。
- [0083] アンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 に衝突する時には、製品としての重要な特性となる異音の問題が発生する。閉弁動作中は、開弁動作中にくらべて閉弁方向に作用する磁気吸引力が大きいことから、アンカー部 1 1 8 と固定コア 4 1 2 との衝突速度が、開弁動作時の吸入弁 1 1 3 と吸入弁ストッパ 4 0 2 との衝突速度よりも大きくなる場合がある。したがって、この異音は、前述した吸入弁 1 1 3 と吸入弁ストッパ 4 0 2 とが衝突する異音の大きさよりも大きくより問題となる場合がある。異音の大きさは前記衝突時のエネルギーの大きさに起因するが、アンカーロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とを別体に構成しているために、固定コア 4 1 2 に衝突するエネルギーは、アンカー部 1 1 8 の質量のみが寄与する。すなわちロッド 1 1 7 の質量は衝突エネルギーに寄与しないため、ロッド 1 1 7 とアンカー部 1 1 8 とを別体に構成することで、異音の問題を低減している。
- [0084] 一度アンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 に接触した時刻 t_8 後は、接触することによりアンカー部 1 1 8 と固定コア 4 1 2 間の磁気抵抗が小さいために、十分な磁気吸引力が発生しており、接触を保持するためだけの小さな電流値（保持電流）とすることができる。
- [0085] ここで、ソレノイド機構部 4 B 内に発生する懸念のある、流体による壊食の問題について述べる。ソレノイド 1 0 2 に電流を供給し、アンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 に引き寄せられる際、二物体の間にある空間体積が急速に縮小することで、その空間にある流体は行き場を失い、速い流れを持ってアンカー部 1 1 8 外周側へ押し流され、シールリング 4 1 8 に衝突し、そのエネルギーによる壊食発生の懸念がある。また、押し流された流体がアンカ

一部 1 1 8 の外周を通過しガイド部側に流れるが、アンカー部外周側の通路が狭いために流速が大きくなり、すなわち静圧が急速に低下することによるキャビテーションが発生し、シールリング 4 1 8 においてキャビテーション壊食が発生する懸念がある。実施例 1 の図 4 における高圧燃料ポンプ本体 1 0 1 の構造によれば、シールリング 4 1 8 を用いることで、吸引面 4 2 1 以外を通過する漏れ磁束を提言するために、アウターコア 4 1 1 に薄肉部を形成する必要がなく、キャビテーションを抑制できる効果がある。

[0086] これらの問題を回避するためにアンカー部 1 1 8 を構成する摺動部 4 4 1 の中心側に 1 つ以上の軸方向の貫通穴 4 5 0 (図 4) を設置している。貫通穴 4 5 0 を設けることで、アンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 側に引き寄せられる際にその空間の流体が、可動部 4 4 2 外周側の狭い通路を通過する流量が小さくなる効果が得られる。この様に構成することで、上記壊食の問題を解決することができる。

[0087] アンカー部 3 6 とロッド 3 5 を一体で構成している場合、上記問題がさらに懸念される事象が発生する。エンジン高回転時すなわちプランジャ 1 0 8 の上昇速度が大きい条件において、ソレノイド 1 0 2 に電流が供給されアンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 に移動しようとする力に、さらに非常に速度の大きい流体による吸入弁 1 1 3 を閉じる力が追加付与力として増加され、アンカーロッド 1 1 7 及びアンカー部 1 1 8 が固定コア 4 1 2 へ急激に接近するため、その空間の流体が押し出される速度がさらに大きくなり、前記壊食の問題がさらに大きなものになる。アンカー部 1 1 8 の貫通穴 4 5 0 の容量が不足する場合、壊食の問題が解決できない。また、貫通孔 4 5 0 を可動部 4 4 2 の固定コア 4 1 2 側端面に設けると、吸引面積が減少して磁気吸引力が低下する。可動部 4 4 2 と摺動部 4 4 1 を別体で構成することで、磁気回路の主経路ではない可動部 4 4 2 下流の位置に貫通孔 4 5 0 を設けることが可能となるため、磁気吸引力確保と燃料通路の確保が両立できる。なお、貫通孔 4 5 0 の径方向の位置は固定コア 4 1 2 の内径または可動部 4 4 2 の固定コア 4 1 2 側端面の内径よりも外径側に設けると良い。このような構成

にすることで、幾何学的に貫通孔４５０の断面積を大きく確保することができるため、可動部４４２外周を流れる流量を低減できる。結果、キャビテーション壊食の抑制効果が高まる。

[0088] アンカー部１１８とロッド１１７を別体で構成すれば、吸入弁１１３を閉じる力がロッド１１７に与えられた場合においても、ロッド１１７のみが固定コア４１２側に押し出され、アンカー部１１８は取り残されながら、通常の磁気吸引力のみの力で固定コア４１２側に移動を行う。すなわち急激な空間の減少は起こらず、壊食の問題の発生を防ぐことができる。

[0089] アンカー部１１８とロッド１１７を別体で構成する弊害は前述した通り、所望の磁気吸引力を得られない問題、異音、機能低下があるが、本構造ではアンカー部付勢ばね１２６を設置することで、この弊害を取り払うことが可能となる。

[0090] 次に吐出工程について説明する。図７において、プランジャ１０８が下死点から上昇工程に転じ、所望のタイミングでソレノイド１０２に電流を供給して吸入弁１１３が閉じるまでの戻し工程が終了した直後、加圧室内の圧力が急速に増大し、吐出工程となる。

[0091] 吐出工程後には、省電力の観点からソレノイド１０２に供給する電力を低減することが望ましいため、ソレノイド１０２に供給する電流を切断する。これにより、アンカー部１１８に磁気吸引力が作用しなくなり、アンカー部１１８及びロッド１１７が、ロッド付勢ばね１２５とアンカー部付勢ばね１２６の合力により、固定コア４１２から離れる方向へ移動する。ところが、加圧室の圧力が高く、吸入弁１１３には大きな流体力が作用して閉弁位置にあるためロッド１１７は閉弁状態の吸入弁１１３に衝突した位置で停止する。すなわちこの時のロッド１１７の移動量は、図４の４７０から４４６を引いた値となる。

[0092] ロッド１１７とアンカー部１１８はソレノイド１０２への電流の供給を停止した後、アンカー部１１８に作用する磁気吸引力がアンカー部１１８およびロッド１１７に作用する開弁方向の力を下回ったタイミングで同時に移動

をするが、ロッド１１７が上記のロッド１１７先端と閉弁している吸入弁１１３とが接触した状態で停止した後も、アンカー部１１８は慣性力で吸入弁１１３の方向へ移動を継続する（図７のＯＢの状態）。ところが、アンカー部付勢ばね１２６が慣性力に打ち勝ち、アンカー部１１８に固定コア４１２方向に付勢力を与えるため、アンカー部１１８はロッド１１７のつば部４１７ａに接触した状態（図６の状態）で停止することができる。

[0093] アンカー部付勢ばね１２６が無い場合は、吸入工程について前述したと同じく、アンカー部１１８が停止することなく吸入弁１１３方向に移動し、ガイド部４１０に衝突する異音の問題や機能障害の問題が懸念されるが、アンカー部付勢ばね４１を設置しているため、上記問題を防ぐことが可能となる。

[0094] この様に、燃料が吐出される吐出工程が行われ、次の吸入工程直前においては、吸入弁１１３、ロッド１１７、アンカー部１１８は図６の状態となっている。プランジャ１０８が上死点に達した時点で、吐出工程が終了し、再び吸入工程が開始される。

[0095] かくして、低圧燃料吸入口（図示せず）に導かれた燃料はポンプ本体としての高圧燃料供給ポンプ本体１０１の加圧室１１４にてプランジャ１０８の往復動によって必要な量が高圧に加圧され、燃料吐出口（図示せず）からコモンレール１２１に圧送されるのに好適な高圧燃料供給ポンプを提供することができる。

[0096] なお吸入弁１１３は、早く閉まることが必要であるため、吸入弁ばね１１９のばね力は、極力大きくし、アンカー部付勢ばね４１のばね力を小さく設定するのがよい。これにより吸入弁１１３の閉じ遅れによる流量効率の悪化を阻止できる。

[0097] 以上で説明したように、アンカー部１１８とロッド１１７を別体で構成し、アンカー部付勢ばね１２６を設けると、図７に示すＯＡやＯＢのようにアンカー部１１８がオーバーシュートする。このため、アンカー部１１８とロッド１１７は離間と接触を繰り返すことになり、そこで磨耗が発生する可能

性がある。この磨耗を防止することは、アンカー部 118 とロッド 117 を別体で構成し、アンカー部付勢ばね 126 を設けたことにより発生する新たな課題である。とくに、

本発明の実施例 1 に係る流量制御弁では、アンカー部 118 は、磁路を形成する可動部 442 と、ロッド 117 との摺動を行う摺動部 441 から形成されている。そして、摺動部 441 にめっき処理等の表面処理や焼入れ処理等の熱処理を施すことで、硬度を高めている。以上の構成により、アンカー部 118 全体に前述した高硬度化処理を施した場合に一般に発生する磁性ステンレス材の磁気特性悪化を防止でき、磁気吸引力の低下を抑制することができる。めっき処理の場合、処理が不要な部分にマスキングをすることで摺動部 441 のみに処理を施す方法が考えられる。また、焼入れ処理の場合、高周波焼入れやレーザー焼入れ、または処理が不要な部分に防炭剤を塗布する部分浸炭焼入れなどの方法が考えられる。処理が不要な可動部 442 を外周側に、処理が必要な摺動部 441 を内周側に、それぞれ分けて配置することで、前述した部分高硬度化処理を施すことが容易になるよう工夫している。

[0098] そして、このようにして硬度を高めた摺動部 441 に、他部材と衝突や摺動する機能を集約する構成とした。これにより、摺動および衝突によって生じる磨耗を防止することができる。総じて、本実施例の構成を用いれば、磁気吸引力を低下させることなく信頼性の高い電磁弁と、それを搭載した低騒音な高圧燃料供給ポンプの提供を実現することができる。また、本発明の流量制御弁 106 は、高圧燃料ポンプ本体 101 に限らず、インジェクタなどの流量を制御するための装置に適用しても応答性向上の効果が得られる。

[0099] また、通路 460 の軸方向の位置は、吸入通路 404 よりも固定コア側に構成するとよい。また、通路 460 と吸入通路 404 とは、その燃料通路の断面が互いに重なるよう構成する。この構成によって、高圧ポンプボディの外径を大きくすることなく、吸入弁 113、吸入弁シート 401、吸入弁ストッパ 402 を高圧ポンプボディに内包するためのスペースを確保しつつ、

吸入通路４０４からくる燃料は、通路４６０に対して斜めの方向に流れるため、燃料の通路断面積を確保できるメリットがある。

[0100] また、ガイド部４５２とアンカーロッド１１７との摺動長さを確保するため、ガイド部４５２のアンカーロッド１１７との摺動面を通路４６０と径方向に対向する位置にまで延長するよう構成するとよい。この構成によって、摺動長さを確保できるため、摺動による摺動部の磨耗に対する強度を確保でき、かつアンカー部１１８の傾きを抑制できる。アンカー部１１８の傾きを抑制することで、アンカー部１１８外径とアウターコア４１１内径との隙間を小さく設計できるため、磁気抵抗が小さくなり、磁気吸引力を向上できる。

実施例 ２

[0101] 次に図８、９、１０を用いて、本発明の実施例２に係る電磁式の流量制御弁１０６の構成について説明する。図８は実施例２における流量制御弁１０６の拡大図である。なお図８において図１、４と同等の部品については同じ記号を用いる。図９は、図８の拡大部８３４で示す磁気回路の構成部品であるカバー部８１５、固定コア８１２、ヨーク４２３の拡大図である。なお、図９の図中には、点線で磁気回路中に生じる磁束線を示す。図９において図４、８と同様の構成部品については同じ記号を用いる。図１０は、図８のカバー部８１５、固定コア８１２、アンカー部８１８、アウターコア８１１で構成される拡大部８８６の拡大図である。

[0102] 実施例１における電磁弁との差異について以下の通り説明する。固定コア８１２は、カバー部８１５と軸方向に接触してソレノイド１０２の外周側に向かって外径が拡大する拡大部８３０が設けられ、外径が縮小する細径部８３１が設けられている。また、カバー部８１５は、固定コア８１２の外周側の端面である細径部８３１と径方向に対抗する内周側対向面８３５を有している。実施例１における可動部４４２と摺動部４４１は、実施例２では一体に成形されており、アンカー部４１８と称する。

[0103] 固定コア８１２には軸方向外側、すなわちアンカー部１１８とは反対側に

細径部 831 が設けられている。また、細径部 831 には固定ピン 832 が固定されており、カバー部 815 が外径拡大部 830 と接触するよう押し付けることで、カバー部 815 の軸方向の動きを規制している。

[0104] また、拡大部 830 と軸方向に対向する吸入弁 113 側にシールリング 818 が設けられている。固定コア 812 の拡大部 830 の外径はシールリング 818 の内径よりも大きく構成される。シールリング 818 は固定コア 412 の外径部 419 とアウターコア 411 の外径部 420 に圧入固定されており、たとえば溶接で接合して燃料をシールしている。シールリング 818 は固定コア 412 の吸引面 421 および可動コア 118 と径方向に対向する位置に設けられ、可動コア 117 と固定コア 812 の間の以外の磁気の流れを遮断し、漏れ磁束を低減する。結果、固定コア 812 と可動コア 118 を流れる磁束が増加し、磁気吸引力を向上できる。

[0105] また、実施例 1 におけるガイド部 452 と、吸入弁シート 401 とは、一体成形されており、ガイド部 452 と吸入弁シート 401 で構成される部材をあらたにガイド部 852 と称する。

[0106] 次に、実施例 2 の流量制御弁の構成における作用および効果について説明する。

[0107] 図 8 より、カバー部 815 と拡大部 830 とが接触することで、カバー部 815 と固定コア 812 間の磁気ギャップがなくなり、磁気抵抗が小さくなる。結果、磁気吸引力を大きくでき、アンカー部 418 の応答性が向上することで吸入弁 813 の応答性も向上する。とくに、磁気回路に発生可能な磁束は、磁気抵抗が小さいほど増加し、アンカー部 818 と固定コア 812 の間を通過する磁束も相対的に増加する。

[0108] また、磁気回路を等価回路に置き換えるパーミアンス法によると、磁気抵抗 R は、磁気回路を構成する磁性材の透磁率を μ 、磁束が通過する断面の断面積を S とすると、下記 (3) 式で求められる。

[0109]

[数3]

$$R = \frac{\ell}{\mu \cdot S} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

式（３）より、透磁率 μ が大きく、断面積 S が大きいほど磁気抵抗 R は小さくなり、発生可能な磁束数が増加し、磁気吸引力を向上できる。結果として、アンカー部１１８の開弁時の応答性が向上し、燃焼に必要なインジェクタ１２２で噴射する燃料の流量を確保できる。実施例２における電磁式の流量制御弁の構成では、外径拡大部８３０を設けることで、カバー部８１５と固定コア８１２が接触する断面積が大きくなるため、磁気抵抗を低減できる。また、カバー部８１５と固定コア８１２を軸方向に接触させることで、カバー部８１５と固定コア８１２の間の磁気ギャップを低減できるため、固定コア８１２とカバー部８１５との間の透磁率が真空の透磁率からカバー部８１５および固定コア８１２を構成する磁性材の透磁率となる。結果、透磁率が増加して磁気抵抗を低減でき、磁気吸引力を向上できる。また、カバー部８１５外径とヨーク４２３の内径との間の隙間８４２は、カバー部８１５内径と固定コア８１２の細径部８３１との間の隙間８４０より小さくなるよう構成するとよい。磁束は、磁気抵抗が小さい箇所を流れやすい性質をもつため、固定コア８１２からカバー部８１５へ流れる磁束は、カバー部８１５と細径部８３１との間には流れにくく、固定コア８１２とカバー部８１５との接触面８３３に流れやすい。また、カバー部８１５とヨーク４２３との間は、磁束の主経路となっているため、磁気回路に発生した磁束が多く通過する。したがって、磁束が多く通過するカバー部８１５とヨーク４２３の磁気ギャップを小さく構成することで、磁気抵抗を低減し、磁気吸引力を向上できる。

[0110] カバー部８１５を細径部８３１に圧入固定した場合、圧入時の荷重がシー

ルリング４１８に作用するため、シールリング４１８およびシールリング４１８の溶接部が圧入時の荷重を受けて変形する可能性がある。とくにシールリング４１８と固定コア８１２との溶接部およびシールリング４１８とインナーコア８１１の溶接部に応力が作用しやすい。

[0111] 本発明の実施例２における構成によれば、カバー部８１５は固定コア８１２の外径拡大部８３０のみで軸方向に規制されるよう固定ピン８３３で押し付け力を発生させているため、シールリング４１８およびその溶接部には圧入時の大きな荷重は作用せず、シールリング４１８が変形もしくは荷重を受けて変形して、アンカー部１１８の移動量が変化することで生じる磁気吸引力がばらつきを抑制する効果がある。

[0112] また、カバー部８１５、ヨーク４２３およびアウターコア８１１と比較して、固定コア８１２およびアンカー部４１８の材料は磁性特性とくに、飽和磁束密度が高い材料を用いるとよい。カバー部８１５、ヨーク４２３、アウターコア８１１より軸方向に近い内径側に内包されている固定コア８１２およびアンカー部４１８は、幾何学的に磁路断面積の確保が難しく、磁気抵抗が大きくなる場合がある。したがって、カバー部８１５、ヨーク４２３およびアウターコア８１１と比較して、固定コア８１２およびアンカー部４１８の磁性特性がよい材料を用いることで、式（３）より、固定コア８１２およびアンカー部４１８の透磁率 μ が大きくなるため、磁気抵抗が小さくなって、磁気吸引力を向上できる。さらに、アンカー部４１８に作用する磁気吸引力は、電流の変化がない静的な状態においては、式（４）で表され、アンカー部４１８の吸引面の磁束密度 B と、アンカー部４１８と固定コア８１２との対向面積でできる吸引面積 S および真空の透磁率 μ_0 で求められる。したがって、固定コア８１２およびアンカー部４１８に最も飽和磁束密度が高い材料を用いることで、磁気吸引力を向上でき、閉弁時の応答性を向上できる。

[0113]

[数4]

$$F_{mag} = \frac{B^2 \cdot S}{2\mu_0} \quad \dots (4)$$

また、磁気回路で発生した主磁束が空气中(燃料中)を通過する箇所は、固定コア812では、アンカー部418との対向面であり、可動部418では固定コア812との対向面と、アウターコア811と径方向に対向する側面870となる。固定コア812に比べてアウターコア811の方が、側面870の断面積分、空气中を磁束が通過する際の磁束と対向する面の面積が大きいので、固定コア812よりもアンカー部418の方に磁気特性が高い材料をもちいてもよい。

[0114] また、アンカー部818よりもアンカーロッド817の方が、磁気特性が低い材料を用いるとよい。アンカーロッド817は、アンカー部818と吸入弁813と衝突するため、材料の機械強度、とくに硬度が高いことが求められるため、マルテンサイト系ステンレス鋼、例えばSUS420を用いるとよい。また、SUS420は、焼入れによって硬度が高くなり、かつ熱処理を行うことで、磁性が小さくなる性質を持つ。したがって、ガイド部817に使用するSUS420には焼き入れ処理を施すことで、硬度の向上と磁性の低下を両立できる。アンカーロッド817の磁気特性を低くすることで、固定コア812からアンカーロッド817側に漏れる磁束を低減でき、磁気吸引力の向上が可能となる。

[0115] また、一般的に磁性特性がよい材料は高価な場合があるため、固定コア812およびアンカー部418に比べてカバー部815、ヨーク423およびアウターコア811には磁気特性が劣る材料を用いることで、流量制御弁106のコストを低減できる。

[0116] また、カバー部815、ヨーク423と比較して、アウターコア811に

は磁性特性がよい材料を用いるとよい。アウターコア 811 にはアンカー部 418 の側面 870 から流れる磁束が通過するため、磁気特性を向上させて磁束が通やすくなることで、磁気抵抗を低減できる。結果、磁気吸引力が大きくなり、応答性を向上できる。

[0117] 次に、アンカー部 418 の構成について説明する。アンカー部 418 には段差 871 を設け、アンカーロッド 817 の吸入弁 813 側端面と段差 871 が接触するよう構成される。このとき、アンカーロッド 817 の固定コア 812 側の端面 872 の軸方向の位置は、固定コア 812 のアンカー部 418 側端面よりも吸入弁 813 側とするとよい。アンカーロッド 817 の端面 872 の軸方向の位置が、固定コア 812 のアンカー部 418 側端面よりもカバー部 815 側にあると、固定コア 812 と端面 872 の間の距離が小さくなり、アンカーロッド 817 側に磁束が漏れて磁気吸引力が低下して、応答性が遅くなる場合がある。したがって、本発明の第 2 実施例における構成によれば、アンカー部 418 と固定コア 812 の間を通過せず、アンカーロッド 817 に漏れる磁束を低減できるため、応答性を向上できる。

[0118] また、アンカー部 418 の吸入弁 813 側端面には内径が縮小するアンカー部付勢ばね 126 の台座面 878 が設けられており、アンカー部付勢ばね 126 を径方向にガイドする機能を備える。また、吸入弁 813 が開弁している状態において、アンカー部 418 の吸入弁 813 側端面の軸方向の位置がガイド部 852 の固定コア 812 側端面よりも吸入弁 813 側となるよう構成するとよい。この構成によって、アンカー部 418 の高さやガイド部 852 のアンカーロッド 817 との摺動長さを確保したまま、アウターコア 811 よりも上流の部品を下流側へシフトすることができ、流量制御弁 106 の全長が短くなって、材料費を抑制することができる。また、アンカー部付勢ばね 126 を径方向にガイドする機能をアウターコア 811 の内径に持たせる場合、アンカー部付勢ばね 126 の外径を大きくして、アンカー部 418 の下流側端面にアンカー部付勢ばね 126 の台座を構成してもよい。この構成の場合、アンカー部付勢ばね 126 と燃料通路 873 が径方向に重なら

ないため、燃料通路 8 7 3 の断面積を大きく確保できる。結果、アンカー部 4 1 8 の移動に伴う排除体積によって、アンカー部 4 1 8 の上部の圧力が上昇することで生じるキャビテーションを抑制できる。

また、ガイド部 8 5 2 の構成について説明する。ガイド部 8 5 2 は、アンカーロッド 8 1 7 と摺動する機能と、吸入弁 8 1 3 との間で燃料をシールする機能とを備える。また、ガイド部 8 5 2 には燃料通路 8 8 1 が円周上に少なくとも 2 つ以上設けられており、アンカー部 4 1 8 の移動に伴う排除体積を下流へ流す機能を備える。

[0119] また、ガイド部 8 5 2 の固定コア 8 1 2 側端面には、アンカー部付勢ばね 8 2 6 の台座面を備え、外径でアンカー部付勢ばね 8 2 6 をガイドするガイド部 8 8 2 を有する。ガイド部 8 8 2 を設けることで、アンカー部付勢ばね 8 2 6 の傾きを抑制できるため、結果として、アンカー部 4 1 8 に作用する軸方向に対するモーメントを低減でき、アンカー部 4 1 8 の傾きを抑制できる。アンカー部 4 1 8 が傾く場合、アンカーサイドギャップの磁気抵抗が軸に対して円周方向で不均一になって磁気吸引力の低下する場合がある。本実施例の構成により、アンカー部 4 1 8 の傾きを抑制でき、磁気吸引力が大きくなるため、応答性を向上できる。

[0120] また、吸入弁 8 1 3 の移動量 4 4 6 は、アンカー部 8 1 8 の移動量 8 8 4 よりも小さく、アンカー部 8 1 8 とガイド部 8 8 2 との間の隙間 8 8 5 はアンカー部 8 1 8 の移動量よりも小さく設定するとよい。この構成によって、ガイド部 8 8 2 において、アンカーロッド 8 1 7 との摺動部の長さを確保できるため、アンカー部 8 1 8 の傾きを抑制でき、磁気吸引力を向上できる。また、吐出工程から吸入工程において吸入弁 8 1 3 が開弁しアンカーロッド 8 1 8 が吸入弁 8 1 3 方向に運動を継続する際に、アンカー部 8 1 8 がガイド部 8 8 2 の固定コア 8 1 2 側端面に衝突しないように隙間 8 8 5 を設定するとよい。隙間 8 8 5 を十分確保することで、アンカー部 8 1 8 がガイド部 8 8 2 に衝突することにより生じる異音を低減できる。また、アンカー部 8 1 8 のガイド部 8 8 2 と対向する端面と、ガイド部 8 1 8 のアンカー部 8 1

８と対向する面は、互いに実質的平面で構成されるとよい。この構成によって、アンカー部８１８がガイド部８８２に近接する際、アンカー部８１８の移動に伴う排除体積によってアンカー部８１８とガイド部８８２との間の圧力が上昇し、アンカー部８１８に吸入弁８１３の閉弁方向の力であるスクイズ力が生じる。スクイズ力は、一般的に隙間８８５の３乗に比例して大きくなるため、アンカー部８１８がガイド部８８２に近づくほど大きくなり、アンカー部８１８を減速させる効果が高まる。アンカー部８１８が減速されることで、隙間８８５を小さく設定できるため、ガイド部８８２をアンカー部８１８側に延長でき、アンカーロッド８１７とガイド部８８２との摺動長さを大きくとれる効果が得られる。摺動長さを大きくする効果については前述したとおりである。

[0121] また、アンカー部４１８には、アンカー部４１８の上流と下流を連通するための燃料通路８７２を設ける。燃料通路８７２を設ける効果については、実施例１と重複するため、詳細説明を割愛する。燃料通路８７２は、固定コア８１２の内径と軸方向に対向する位置に設けて、軸に対して円周状に２個乃至複数設けるとよい。また、アンカー部１１８外径とアウターコア８１１内径との間（サイドギャップ）の径方向の断面積は、燃料通路８７２の総断面積よりも大きく設計するとよい。アンカー部４１８の排除体積に伴う流量は、燃料通路８７２とサイドギャップに分かれて流れるが、アンカー部４１８と固定コア８１２との間のギャップが小さくなると、アンカー部４１８の固定コア４１８側の空間の流量抵抗が大きくなり、内径側すなわち燃料通路８７２側へ燃料が流れにくくなる。したがって、燃料通路８７２の総断面積よりもサイドギャップの断面積を大きくすることで、排除体積に伴う燃料を効率的に下流側へ流すことができ、急激な圧力変化に伴って生じるキャビテーションを抑制できる効果がある。

[0122] 図９における図８の流量制御弁の拡大部８３４において、アンカー部１１８に磁気吸引力が生じている場合の磁束線を示した図である。図９において、図８と同等の部品意については同じ記号を用いる。図中には、固定コア８１

2、カバー部 8 1 5、ヨーク 4 2 3 を通過する磁束線を点線で記載する。

[0123] 図 8、図 9 より、実施例 1 における流量制御弁 1 0 6 において、カバー部 8 1 5 の軸方向の厚みは、ヨーク 4 2 3 の径方向の厚みよりも厚く構成すると良い。幾何学的に磁路断面積は、ソレノイド 1 0 2 の中心軸 8 5 0 に近い内径側よりも中心軸 8 5 0 から遠い外径側の方が大きくなる。したがって、カバー部 8 1 5 に比べて幾何学的に断面積が小さくなるカバー部 8 1 5 の軸方向の厚みをヨーク 4 2 3 の径方向の厚みよりも厚くすることで、磁路断面積を確保でき、磁気抵抗を低減できる。結果、磁気吸引力を大きくできるため、応答性が向上し、流量の制御性が向上する。また、カバー部 8 1 5 の外径とヨーク 4 2 3 の内径との間にギャップがある場合、そのギャップ部を磁束が通過しにくいため、図 9 の点線に示すようにカバー部 8 1 5 からヨーク 4 2 3 に流れる磁束がギャップ部で軸方向に広がる。結果、カバー部 8 1 5 の固定コア 8 1 2 と対向する反対側の端面 9 0 2 近傍を通る磁束 9 0 3 が、拡大部 9 0 1 に示すようにカバー部 8 1 5 とヨーク 4 2 3 との間のギャップを通過できず、空気中に漏れる場合がある。式 (4) で示したとおり、漏れ磁束は空気中を通過するため、カバー部 8 1 5 を構成するフェライト系のステンレス鋼に比べて透磁率が小さく、磁気抵抗が大きくなる。結果としてアンカー部 1 1 7 に働く磁気吸引力が低下する。

[0124] カバー部 8 1 5 の軸方向の厚みをヨーク 4 2 3 の径方向の厚みよりも大きくすることで、拡大部 9 0 1 の空気中を通過する漏れ磁束を低減でき、磁気吸引力を向上できる。

[0125] また、カバー部 8 1 5 の固定コア 8 1 2 の細径部 8 3 1 と対向する内周側対向面 8 3 5 と固定コア 8 1 2 の細径部の外周側との間の隙間 8 4 0 は概ね $12\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲で形成するとよい。カバー部 8 1 5 の外径とヨーク 4 2 3 の内径でカバー部の径方向の位置を規定する場合、カバー部の内径と外径での 2 重圧入を抑制するため、カバー部 8 1 5 の内径もしくは外径のどちらか一方で径方向の位置が規定できるよう、カバー部 8 1 5 の内径もしくは外径のどちらか一方に隙間を設けるとよい。このとき、カバー部 8 1

5の内径に比べて、カバー部外径423の方が磁束の主経路となっているため、カバー部815外径とヨーク423内径の隙間を小さくできるようにカバー部815外径とヨーク423内径を隙間嵌めもしくは軽圧入とするとよい。この場合、カバー部815内径と固定コア812の細径部831とが接触しないように隙間840は0より大きい $12\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度の範囲のギャップを設けるとよい。たとえば、カバー部815の外径とヨーク423内径でカバー部815の径方向の位置を規定する場合、隙間840が確保できるようにカバー部815の同軸と、ヨーク423の内径、固定子812の同軸の寸法公差を考慮して決める必要がある。一般的な切削加工を行った場合の寸法公差の最小値として、カバー部815の同軸が 0.01mm 、ヨーク423の内径が $\phi 0.01\text{mm}$ 、固定子812の同軸が 0.02 とすると、各寸法の2乗平均が 0.02mm となり、片側の隙間840は 0.012mm 以上確保する必要がある。また、寸法公差の最大値として、カバー部815の同軸が 0.05mm 、ヨーク423の内径が $\phi 0.1\text{mm}$ 、固定子812の同軸が 0.05 とすると、各寸法の単純和で 0.2mm となり、片側の隙間840は 0.1mm 以上確保する必要がある。したがって、隙間840は $12\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度の範囲のギャップを設けることで、カバー部815の径方向の位置を規定しつつ、カバー部815の内径と細径部831の外径との隙間840を最小化でき、磁気吸引力の向上との両立が可能となる。また、効果については後述するが、固定コア812の細径部831には逃げ904を設けない場合、細径部831と固定コア812のカバー部との接触面833との隅部には加工による曲率のRが形成される。この構成の場合、隙間840の最大値はRを考慮して設定する必要がある、Rが一般的な機械寸法の $R0.2\text{mm}$ の場合は、隙間840の最大値 $100\mu\text{m}$ に $200\mu\text{m}$ を加算して $300\mu\text{m}$ に設定する必要がある。

[0126] また、隙間840が大きすぎると、隙間840を通る漏れ磁束の磁気抵抗が大きくなり、磁気吸引力が低下する。隙間840を大きくする場合には、カバー部815の内径を大きくするか、固定コア812の細径部831の外

径を小さくする必要があるが、前述の場合、カバー部 815 と固定コア 812 との接触面積が低下して、磁気吸引力が低下する場合がある。また、後述の場合には、細径部 831 とばね室 860 内径の肉厚が小さくなり、固定コア 812 の強度の確保が難しい課題がある。したがって、隙間 840 の最大値を $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることで、磁気吸引力の向上と、固定コア 812 の強度の確保を両立することができる。

[0127] また、固定コア 812 の細径部 831 には逃げ 904 を設けるとよい。固定コア 812 に逃げ 904 がない場合、細径部 831 と接触面の隅部に加工上の曲率 R が形成される。結果、カバー部 815 と固定コア 812 を接触させるためには、隅部に曲率 R があってもカバー部 815 の内周側対向面と固定コア 812 とが干渉しないように、細径部 831 とカバー部 815 の内周側対向面との間には曲率 R の径に応じた隙間をあける必要性がある。磁気回路に発生する磁束が多い場合、磁束が接触面 833 を通過できず、細径部 831 とカバー部 815 の内周側対向面との間を通過する可能性がある。細径部 831 には逃げ 904 を設けることで、細径部 831 とカバー部 815 の内周側対向面との隙間を小さくでき、細径部 831 とカバー部 815 の内周側対向面との間の磁気抵抗を小さくすることで、アンカー部 118 に作用する磁気吸引力を向上できる。結果、吸入弁 113 が開弁状態から閉弁する際の応答性を向上できる。

[0128] また、固定コア 812 に設けたロッド付勢ばね 125 の台座面 860 の軸方向の位置は、カバー部 815 と固定コア 812 との接触面 833 よりも上流側、すなわち吸入弁 113 と逆の方向に設けるとよい。実施例 1 で説明した通り、大流量が要求される場合、吸入弁 113 の外径を通過する燃料の流速が大きくなり、吸入弁 113 に閉弁方向に作用する流体力が大きくなる。結果、流体力よりもロッド付勢ばね 125 とアンカーばね 826 と吸入弁ばね 119 の合力が小さいと、意図しないタイミングで吸入弁 813 が閉弁し、必要な最大流量が確保できない場合がある。吸入弁 813 が閉弁しないようにするためには、吸入弁 813 の軸方向の移動量 446 を大きくして吸入

弁シート部４０５の流路断面積を確保して、燃料の流速を低減するか、もしくはロッド付勢ばね１２５の荷重を強く設計する必要がある。移動量４４６を大きくする場合、ロッド付勢ばね１２５の変位量も大きくなるため、ロッド付勢ばね１２５が変位した際にばねが接触しないようにロッド付勢ばね１２５全長を大きくする必要がある。

[0129] 固定コア８１２に設けたロッド付勢ばね１２５の台座面８６０の軸方向の位置を、カバー部８１５と固定コア８１２との接触面８３３よりも上流側に構成することで、ロッド付勢ばね１２５を格納するための隙間を確保でき、流量が大きくなった場合であっても吸入弁１１３を開弁状態で維持することができる。結果、インジェクタ１２２に供給する流量を大きくでき、エンジン要求の高出力に対応でき、かつエタノール混合燃料を用いる場合であっても必要な出力を維持できる効果が得られる。また、固定コア８１２の細径部８３１の外径が、固定コア８１２のロッド付勢ばね１２５が内包されている部分の内径よりも大きく構成するとよい。この結果、細径部８３１と固定コアの内径との肉厚８６１を確保することができ、ロッド付勢ばね１２５のばね荷重や、固定ピン８３２による荷重が固定コア８１２に作用した場合であっても必要な強度を確保できる。

[0130] また、シールリング８１８のカバー部８１５側端面は固定コア８１２と接触しており、シールリング８１８の吸入弁８１３側端面とアウターコア８１１との間には隙間８８５をもうけるとよい。この構成によって、シールリング４１９を固定コア８１２に圧入した後、シールリング４１９をアウターコア８１１に圧入する際、シールリング４１９の圧入深さを調整することで、可動部８１８の変位量８８４を調整することができる。変位量８８４を小さくすることで、固定コア８１２とアンカー部８１８との距離が小さくなるため、磁気吸引力が向上する。可動部８１８の移動量８８４は、吸入弁８１３の変位量４４６よりも大きく設定することで、吸入弁８１３を確実に閉弁させることができる。なお、シールリング４１９とアウターコア８１１との隙間８８３で変位量８８４を調整する場合には、先に吸入弁８１３の移動量４４

6を測定しておき、移動量446と寸法公差のばらつきの最大値以上となるように隙間833を決めるとよい。

[0131] また、隙間885は、固定コア812とシールリング419の間に設けてもよい。この場合、シールリング419の吸入弁813側端面とアウターコア811の固定コア812側端面とは接触させるとよい。シールリング419の片側端面を固定コア812もしくはアウターコア811と接触させることで、シールリング419溶接時の熱影響による変形を最小限に抑制することができ、かつ変位量884の調整と両立できる。

[0132] また、アウターコア811の外径には外径が縮小する窪み874をもうけるとよい。アウターコア811は、高圧燃料ポンプのボディー875と、溶接部876で溶接接合されて固定される。窪み874を構成することで溶接機の入射角877を確保することができるため、安定的に溶接部876を溶接でき、溶接部の強度が向上して、信頼性が高まる。

[0133] 次に図10を用いて、固定コア812、アンカー部818、アウターコア811の構成の詳細について説明する。

固定コア812の吸引面1005の外径には軸に並行となる平坦部1003と、平坦部1002より上流に外径拡大部830と比較して外径が縮小する外径縮小部1002を設けるとよい。式(4)より、磁気吸引力は、吸引面1005の磁束密度の2乗に比例する

。固定コア812では、拡大部830によって磁路断面積を確保して、磁気抵抗を低減する。実施例2では、吸引面1005の磁束密度を向上させるため、吸引面1005近傍に外径が縮小する外径縮小部1002を設けて磁気抵抗を低減しつつ、吸引面1005の磁束密度を向上できる。結果、磁気吸引力が大きくなり、閉弁時の応答性を向上できる。また、外径縮小部1002の近傍を通過する磁束は、軸方向に対して斜めに流れるが、平坦部1003を設けることで、外径縮小部1002を流れてきた磁束の流れが軸方向に沿う様に偏向されて、アンカー部818の吸引面1006に対して垂直方向に通過する。吸引面1006に対して磁束が垂直に通過することで、磁束は

最短距離を通過するため磁気抵抗が小さくなり、磁気吸引力を向上できる。

また、平坦部 1003 および外径縮小部 1002 を設けることで、固定コア 812 の吸引面 1005 からアウターコア 811 のシールリング 419 との接触する突出部 1007 へ漏れる磁束を抑制できる結果、吸引面 1005 を通過する磁束が増加し、磁気吸引力が大きくなる。

[0134] また、固定コア 812 の内径には、吸引面 1005 に向かって内径が拡大する拡大部 1014 をもうけるとよい。拡大部 1014 によって、局所的に吸引面 1005 の吸引面積を絞ることで、吸引面 1005 の磁束密度が向上して磁気吸引力を向上させることができる。アンカー部 818 の燃料通路の断面積を確保するため、アンカー部 818 の内径を大きくする場合があるが、固定コア 812 内径よりもアンカー部 818 の内径の方が小さくなると、固定コア 812 の内径付近を通過してきた磁束がアンカー部 818 の吸引面 1006 に対して斜めに通過することで、真空の透磁率となる上部空間 1012 の通過距離が長くなり磁気抵抗が増加する場合がある。固定コア 812 の内径に拡大部 1014 を設けることで、磁気吸引力を大きくして応答性を向上する効果が得られる。また、拡大部 1014 と外径縮小部 1002 とを設けることで、磁気吸引力を大きくする相乗効果が得られる。

[0135] なお、拡大部 1014 の軸方向の位置は、外径縮小部 1002 よりも吸入弁 813 側に構成するとよい。固定コア 812 の外径では、シールリング 419 の内径から吸引面 1005 に向かって断面積がシールリング 419 内径と吸引面 1005 の外径の径の差分による断面積変化に比べて、内径側の固定コア 812 の内径の拡大部 1014 の断面積変化の方が小さくなる。したがって、拡大部 1014 の軸方向の位置は、外径縮小部 1002 よりも吸入弁 813 側であっても吸引面 1005 の断面積を絞る効果が得られ、磁気吸引力の向上が可能となる。

[0136] また、拡大部 830 の外径は、シールリング 419 の外径よりも僅かに大きく設定するとよい。シールリング 419 と固定コア 812 を溶接する場合、溶接部の外径が僅かに大きくなる。したがって、拡大部 830 の外径でソ

レノイド１０２のボビン４５３の径方向の位置を決めることで固定コア８１２、アンカー部８１８との径方向の位置を精度よく決めることができ、ソレノイド１０２の位置がずれることによる磁気吸引力の低下を抑制できる。

[0137] また、拡大部８３０の外径をシールリング４１９の外径よりも小さく設定するもしくは、拡大部８３０の外径とシールリング外径を同じ図面寸法に設定する場合には、シールリング４１９の溶接部外径に外径が縮小する窪みを設けるとよい。この構成によって、シールリング４１９を溶接した場合であっても溶接後の外径がシールリング４１９の外径よりも小さく抑えることができ、ソレノイド１０２の位置を正確に決めることができる。

[0138] また、アウターコア８１１のヨーク４２３と対向する端面１００９には、逃げ部１００４を設けるとよい。ヨーク４２３は、アウターコア８１１の圧入部１００８に圧入固定されているが、逃げ部１００４によって、圧入時にアウターコア８１１のヨーク４２３側の端面１００９とヨーク４２３の端面１００９側の端面とを接触させることができる。アンカー部８１８の側面からアウターコア８１１側へ通過してきた磁束は、圧入部１００８を通過するが、ヨーク４２３の内径は外径に比べて幾何学的に断面積が小さいため、圧入部１００８を通過できなかった磁束は、端面１００９を通過する。端面１００９とヨーク４２３との間に隙間があると、磁気抵抗が大きくなって磁気吸引力が低下する。実施例２による構成によれば、逃げ部１００４によって端面１００９とヨーク４２３とを接触させることで、磁気吸引力を大きくでき、応答性を向上できる。

[0139] また、アンカーロッド８１７のつば部１０１７aの外径には、アンカー部８１８との接触面１０１１に向かった外径が縮小する傾斜面１０１０をもうけるとよい。アンカー部８１８が固定コア８１２側に移動する際、アンカー部８１８の移動に伴う排除体積が燃料通路８７３とアンカー部８１８の側面を通過する。燃料通路８７３を通過する燃料は、アンカー部８１８の吸引面１００６の上部空間１０１２から燃料通路８７３側に流れるが、つば部１０１７aによって燃料通路８７３の断面積が局所的に絞られた後、つば部１０

17aを流れる燃料の流速が早くなり、つば部1017aの下流で剥離が生じることで、キャビテーション壊食が生じる場合がある。傾斜面1010をもうけることで、つば部1017aから下流に向けて燃料通路の断面積が段階的に拡大するため、つば部で早くなった流速を下流に向けて低下させることができ、剥離によるキャビテーション壊食を抑制できる。結果、キャビテーション壊食によってアンカーロッド817とアンカー部818の接触面が磨耗し、アンカー部818の移動量884が変化して磁気吸引力が変化することを抑制できる。なお、傾斜面1010は、テーパーもしくは、Rを含む曲率で構成しても同等の効果が得られる。

また、アンカー部818の燃料通路873の入口には傾斜面1013を設けるとよい。傾斜面1013によって、上部空間1012から流れてきた燃料が燃料通路873の入り口で剥離して生じるキャビテーション壊食を抑制できる。燃料通路873の孔径を大きくしてもキャビテーション壊食を抑制する効果がえられるが、燃料通路によって吸引面積が減少して磁気吸引力が低下してしまう。本発明の実施例2では、傾斜面1010および傾斜面1013を設けることで、キャビテーション壊食を抑制しつつ、磁気吸引力を維持することが可能となる。なお、傾斜面1013はテーパー、Rを含む曲率もしくはテーパーとRを含む曲率で構成するとよい。

実施例 3

[0140] 次に図11を用いて、本発明の実施例3に係る電磁式の流量制御弁106の構成について説明する。図11は実施例3における磁気回路の構成部品であるカバー部815、固定コア812、ヨーク423の拡大図である。なお、図11において、図1、8と同等の部品については同じ記号を用いる。

[0141] 実施例3における実施例2の流量制御弁106との差異について説明する。実施例3では、カバー部1115をプレスで成形する。プレス成形の場合、板材から金型でカバー部1115の外径、内径寸法となるように抜き加工を行うため、切削に比べて短時間で加工できることからコストを低減できるメリットがある。

[0142] カバー部 1 1 1 5 をプレスで成形した場合、カバー部 1 1 1 5 の外径を金型で抜く際に、材料にクラックが生じてカバー部 1 1 1 5 の外径に外径が小さくなる破断面 1 1 0 1 と、外径が概ね金型と同一となるせん断面 1 1 0 2 が生じる。破断面 1 1 0 1 が形成されると、ヨーク 4 2 3 の内径と破断面 1 1 0 1 との隙間 1 1 0 3 は、ヨーク 4 2 3 の内径とせん断面 1 1 0 2 との隙間 1 1 0 4 よりも大きくなる。破断面 1 1 0 1 が形成される場合、せん断面 1 1 0 1 がソレノイド 1 0 2 側に位置するようにカバー部 1 1 1 5 の向きを調整するとよい。磁束は、磁気抵抗が小さい箇所に流れやすい性質をもち、かつ式、(5) に示す通り磁気回路の内部磁場 H_{in} は、電流 A とソレノイド 1 0 2 の巻数 T の積に比例し、磁束が通過する磁路の長さ l に反比例する。したがって、磁束はソレノイド 1 0 2 に近い磁性材内を通過する方が磁路の長さが短くなるため、磁気回路に発生する内部磁場 H_{in} が大きくなる。結果、磁気回路に発生する磁束が増加し、磁気吸引力が大きくなることでアンカー部 8 1 8 の応答性が向上する。

[0143] [数5]

$$H = \frac{A \cdot T}{l} \quad \dots (5)$$

また、カバー部 1 1 1 5 を金型でプレス加工する場合に、金型とカバー部 1 1 1 5 外径のクリアランスが小さいと、2 次せん断が発生する場合がある。この場合であっても破断面 1 1 0 1 側にプレスによるダレが生じるため、せん断面 1 1 0 2 に比べて外径が小さくなる。したがって、せん断面 1 1 0 2 をソレノイド 1 0 2 側にくるようカバー部 1 1 1 5 の向きをきめることで、前述した通り吸引力が増加して、アンカー部 8 1 5 の応答性を向上できる。

符号の説明

- [0144] 1 0 1 : ポンプ本体
1 0 8 : プランジャ
1 2 2 : インジェクタ
1 2 3 : エンジンコントロールユニット (E C U)
1 2 5 : ロッド付勢ばね
1 2 6 : アンカー部付勢ばね
1 0 2 : ソレノイド
1 0 6 : 流量制御弁
1 1 4 : 加圧室
1 1 5 : 吐出弁機構
2 0 1 : シリンダ
3 1 3 : シールホルダ
2 0 2 : 圧力脈動低減機構
1 0 a : 低圧燃料吸入口
1 2 : 燃料吐出口
3 1 4 : プランジャシール
1 1 3 : 吸入弁
4 0 5 : 吸入弁シート
4 4 1 : 摺動部
1 1 9 : 吸入弁ばね
1 1 7 : アンカーロッド
1 1 8 : アンカー部
4 1 5 : カバー部
4 2 3 : ヨーク
4 1 8 : シールリング
4 4 2 : 可動部
4 4 1 : 摺動部
4 1 1 : アウターコア

4 1 2 : 固定コア

1 1 0 1 : 破断面

1 1 0 2 : せん断面

請求の範囲

[請求項1]

コイルの内周側に配置される固定コアと、
前記コイルに対して軸方向外側に位置するカバー部と、を備えた電磁式の流量制御弁において、
前記固定コアは、前記カバー部と軸方向に接触し前記コイルの外周側に向かって拡大する拡大部を有し、
前記カバー部は前記固定コアの外周側と対向する内周側対向面を有するとともに、前記カバー部の軸方向内側は前記拡大部を有する前記固定コアとの接触のみで軸方向に規制される流量制御弁。

[請求項2]

コイルの内周側に配置される固定コアと、
前記コイルに対して軸方向外側に位置するカバー部と、
前記固定子と対向してカバー部と反対側に配置される可動子と、前記可動子を固定コアとは反対側に付勢するばね部と、を備えた流量制御弁において、
前記固定コアは、軸方向外側に細径部を有し、該細径部の外周側において前記カバー部の内周側対向面と対向するように構成され、
前記固定コアは、内周側に形成されるスペースに前記ばね部を保持するように構成されるとともに、前記固定コアの前記スペースの径に対して前記細径部の径が大きくなるように構成されることを特徴とする流量制御弁。

[請求項3]

コイルの内周側に配置される固定コアと、
前記コイルに対して軸方向外側に位置するカバー部と、
前記コイルの外周側に配置されるヨークと、により磁気回路を構成する流量制御弁において、
前記ヨークは前記カバー部と反対側の端部において他の部材と圧入乃至溶接で接合され、前記固定コアは、前記カバー部と軸方向に接触する接触部を有し、かつ前記カバー部は径方向でヨークと接触していることを特徴とする流量制御弁。

- [請求項4] 請求項 1 又は 2 に記載の流量制御弁において、
 前記コイルの外周側に配置されるヨークを備え、
 前記カバー部の軸方向厚みは前記ヨークの径方向厚みよりも厚く構成されることを特徴とする流量制御弁。
- [請求項5] 請求項 1 に記載の流量制御弁において、
 前記コイルの外周側に配置されるヨークを備え、
 前記カバー部は、前記ヨークの内周部と対向する外周側対向面を有することを特徴とする流量制御弁。
- [請求項6] 請求項 5 に記載の流量制御弁において、
 前記カバー部の前記内周側対向面は前記固定コアの外周側と所定の隙間を介して配置されるとともに、前記カバー部の前記外周側対向面は前記ヨークの内周部と所定の隙間を介して配置されることを特徴とする流量制御弁。
- [請求項7] 請求項 6 に記載の流量制御弁において、
 前記カバー部の前記内周側対向面と前記固定コアの外周側との間の隙間は、前記カバー部の前記外周側対向面と前記ヨークの内周部との間より大きく形成されることを特徴とする流量制御弁。
- [請求項8] 請求項 6 に記載の流量制御弁において、
 前記カバー部の前記内周側対向面と前記固定コアの外周側との間の隙間は概ね $12\ \mu\text{m}$ ～ $100\ \mu\text{m}$ で形成されることを特徴とする流量制御弁。
- [請求項9] 請求項 1 又は 2 に記載の流量制御弁において、
 前記固定コアは、前記カバー部と対向するカバー側対向面と可動子と対向する可動子側対向面とを有し、前記カバー側対向面と前記可動子側対向面との間の中央位置よりも前記カバー側対向面の側において前記拡大部を有することを特徴とする流量制御弁。
- [請求項10] 請求項 1 に記載の流量制御弁において、
 前記固定コアは、軸方向外側に細径部を有し、該細径部の外周側に

において前記カバー部の内周側対向面と対向するように構成されることを特徴とする流量制御弁。

[請求項11]

請求項9に記載の流量制御弁において、

可動子を開弁方向に付勢するばね部を備え、

前記固定コアは、内周側に形成されるスペースに前記ばね部を保持するように構成されるとともに、前記固定コアの前記スペースの径に対して前記細径部の径が大きくなるように構成されることを特徴とする流量制御弁。

[請求項12]

請求項1又は2に記載の流量制御弁において、

前記固定コアは、軸方向外側に細径部を有し、該細径部の外周側において前記カバー部の内周側対向面と対向するように構成され、

前記固定コアの前記細径部に前記カバー部を前記固定コアと軸方向に接触するよう付勢する固定ピンが固定され、前記固定コアは、軸方向外側に細径部を有し、該細径部の外周側において前記カバー部の内周側対向面と対向するように構成され、前記固定コアは、内周側に形成されるスペースに前記ばね部を保持するように構成されるとともに、前記固定コアの前記スペースの径に対して前記細径部の径が大きくなるように構成されることを特徴とする流量制御弁。

[請求項13]

燃料を加圧する加圧室と、

前記加圧室の出口側に配置され燃料を吐出する吐出弁と、

前記加圧室の入口側に配置され、燃料を前記加圧室に送る吸入弁と

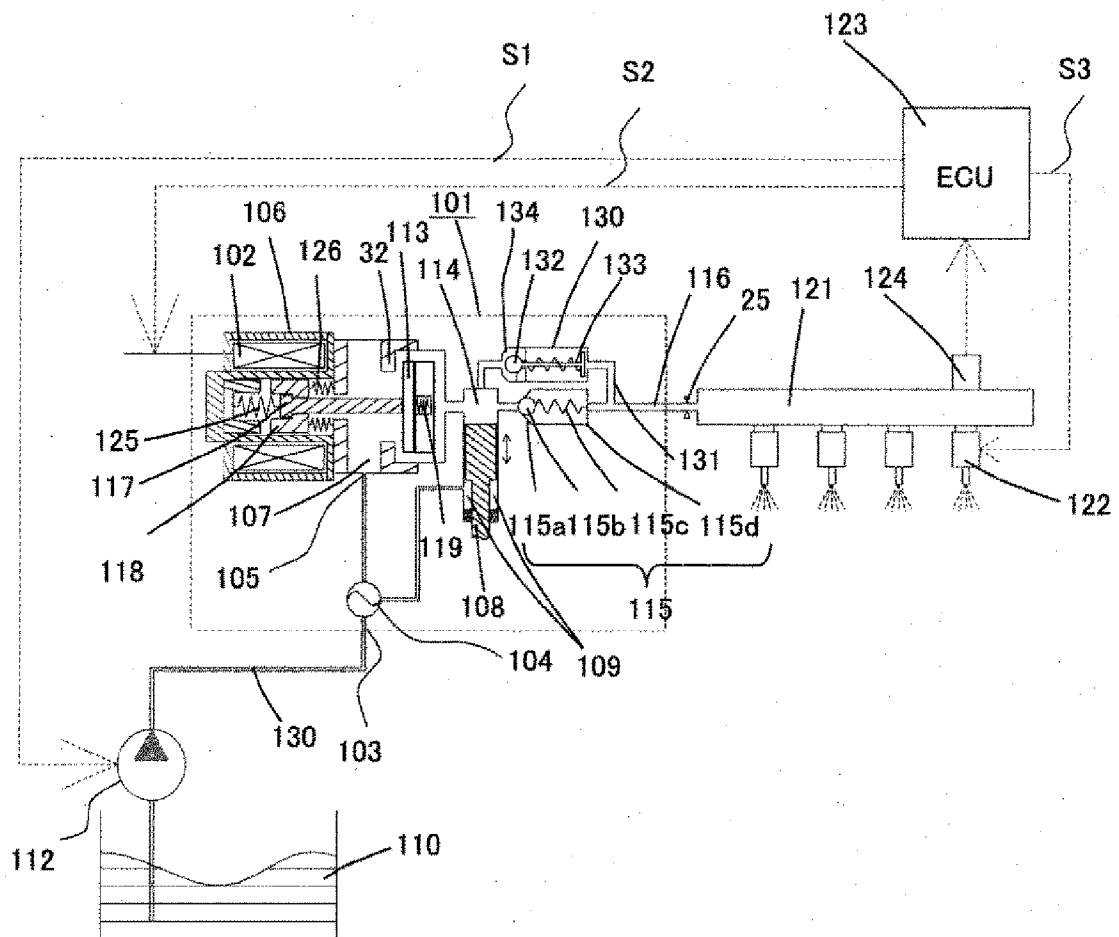
、

前記加圧室を往復運動可能なプランジャと、を備えた高圧燃料供給ポンプにおいて、

前記吸入弁に前記請求項1又は2に記載の流量制御弁を用いたことを特徴とする高圧燃料供給ポンプ。

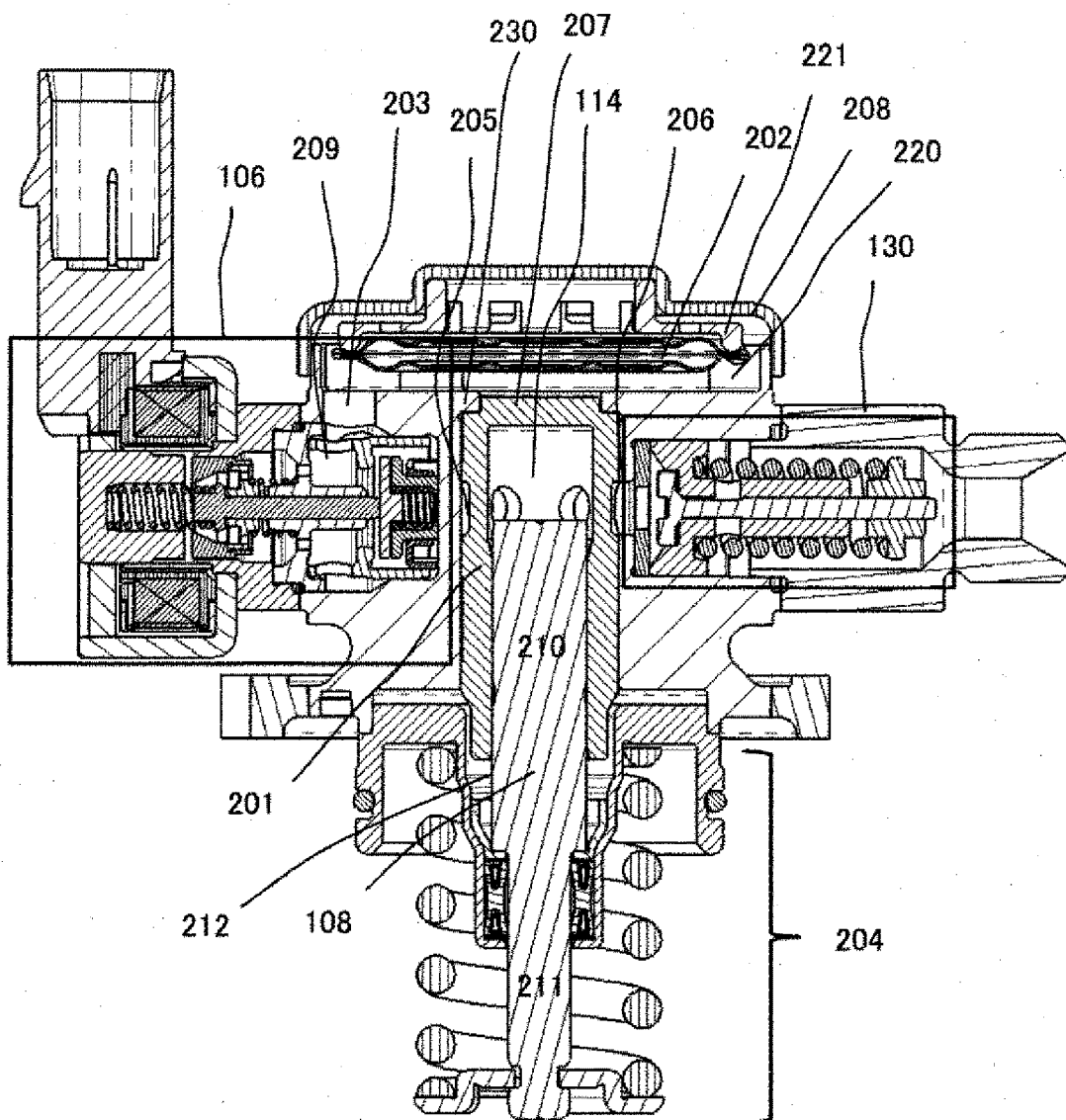
【図1】

【図1】



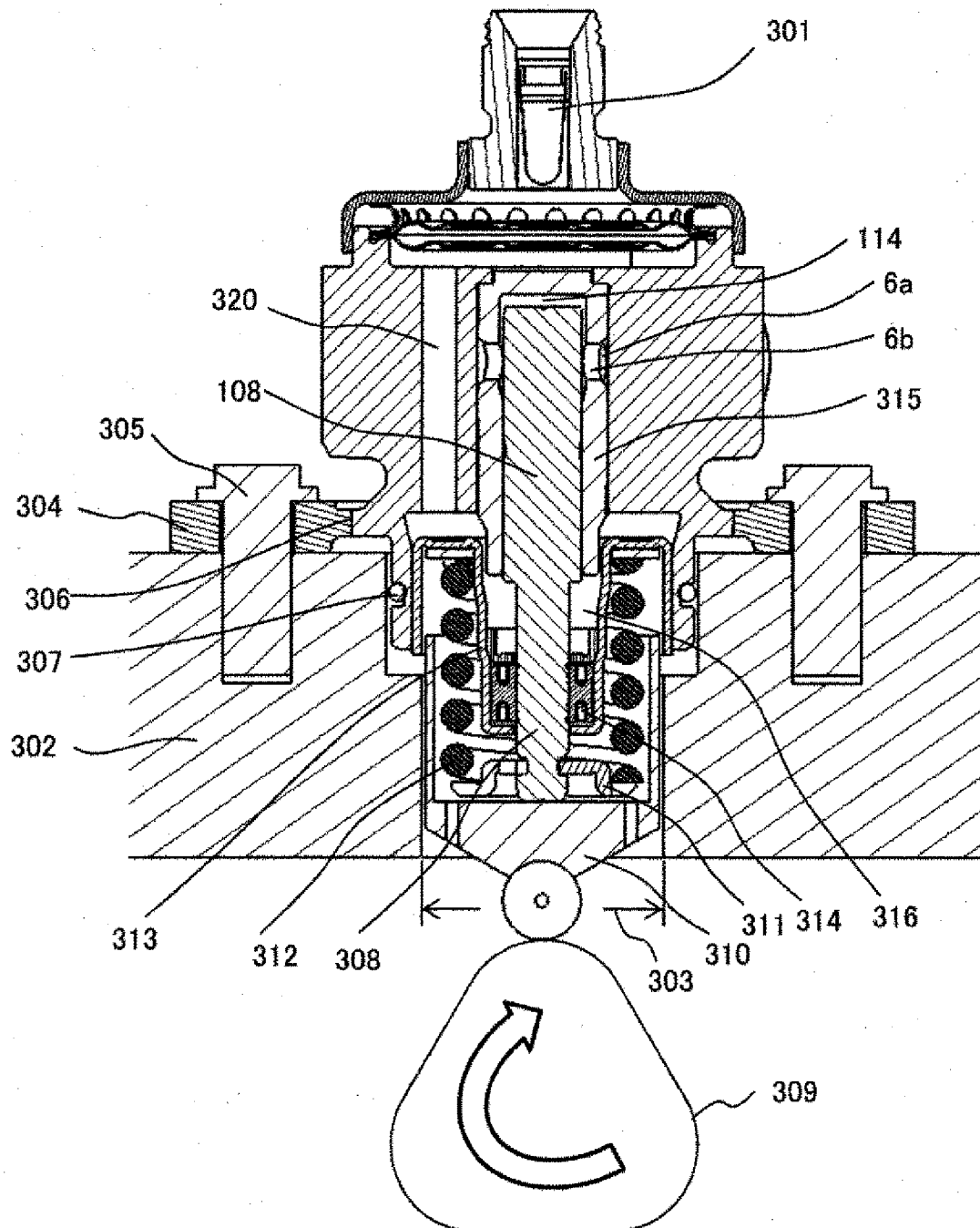
[図2]

【図2】



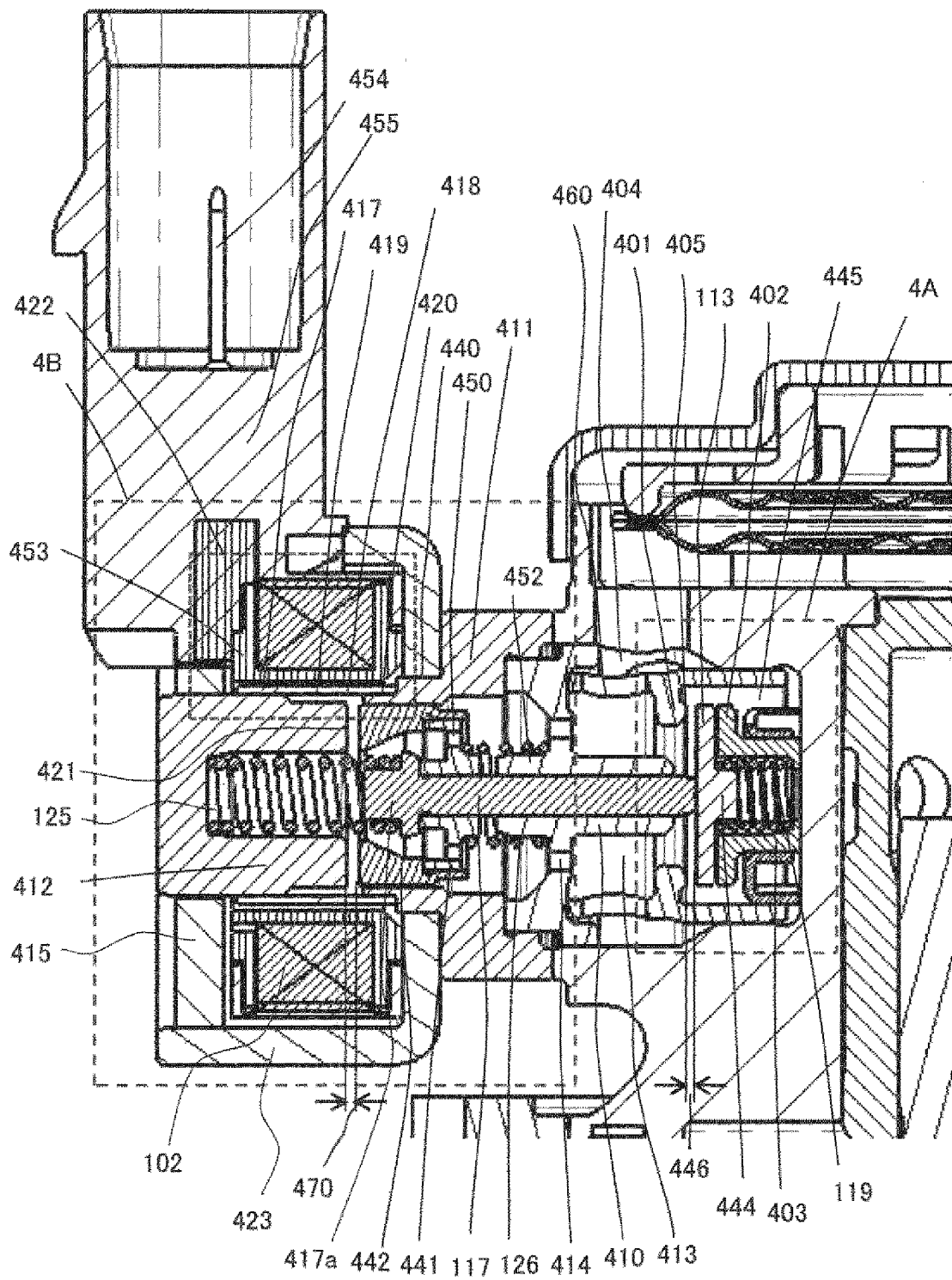
[図3]

【図3】



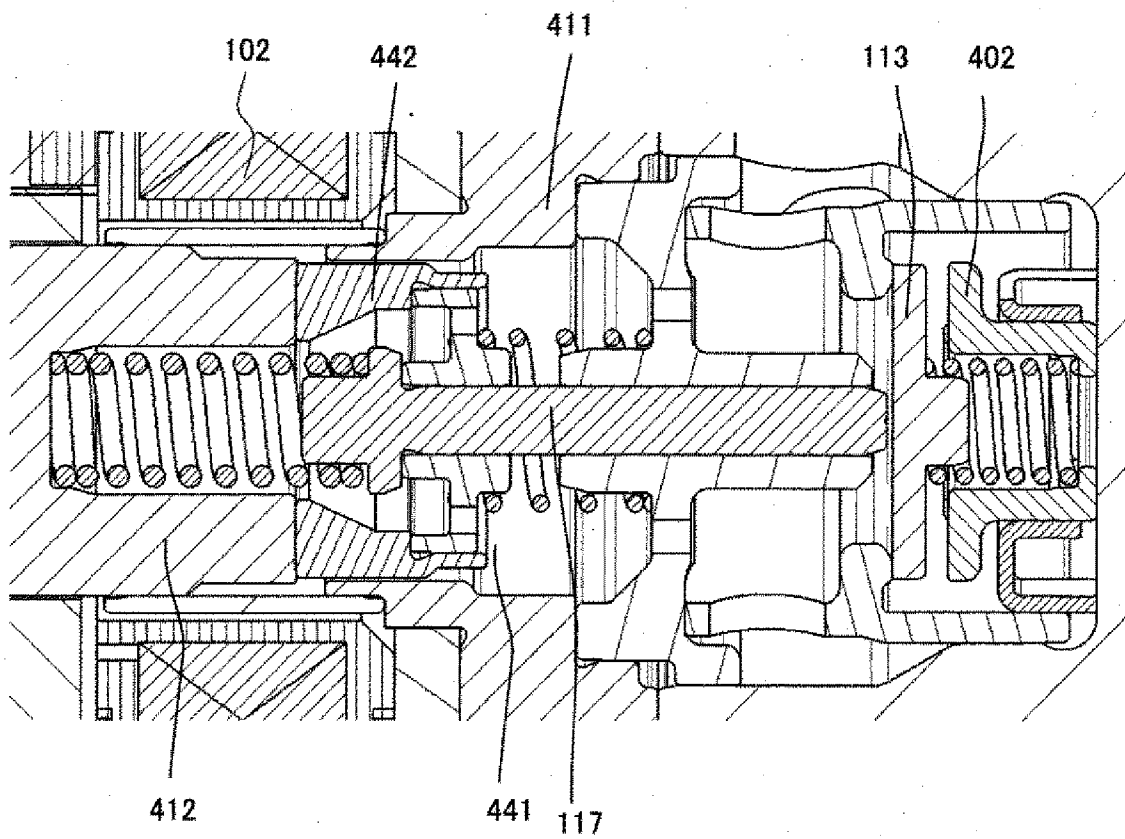
[図4]

【図4】



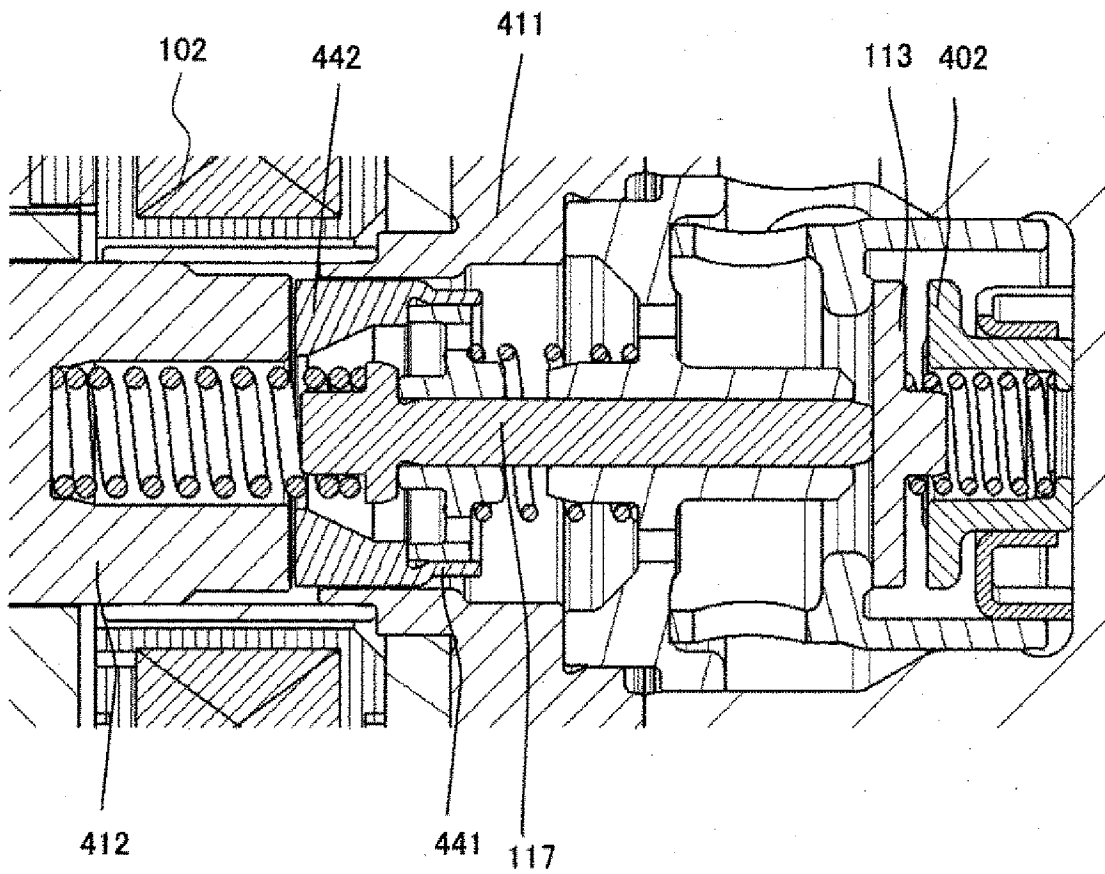
[図5]

【図5】



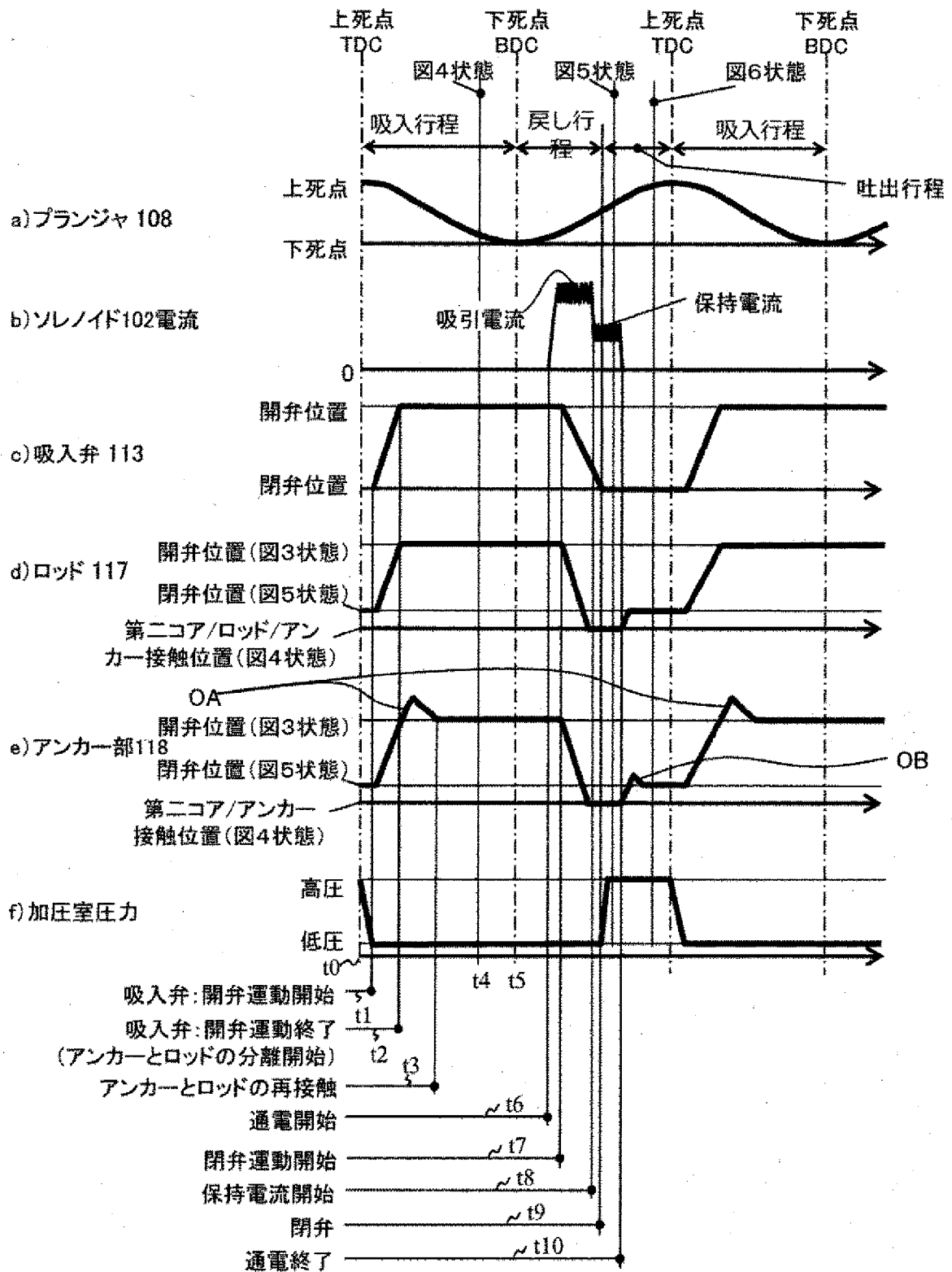
[図6]

【図 6】



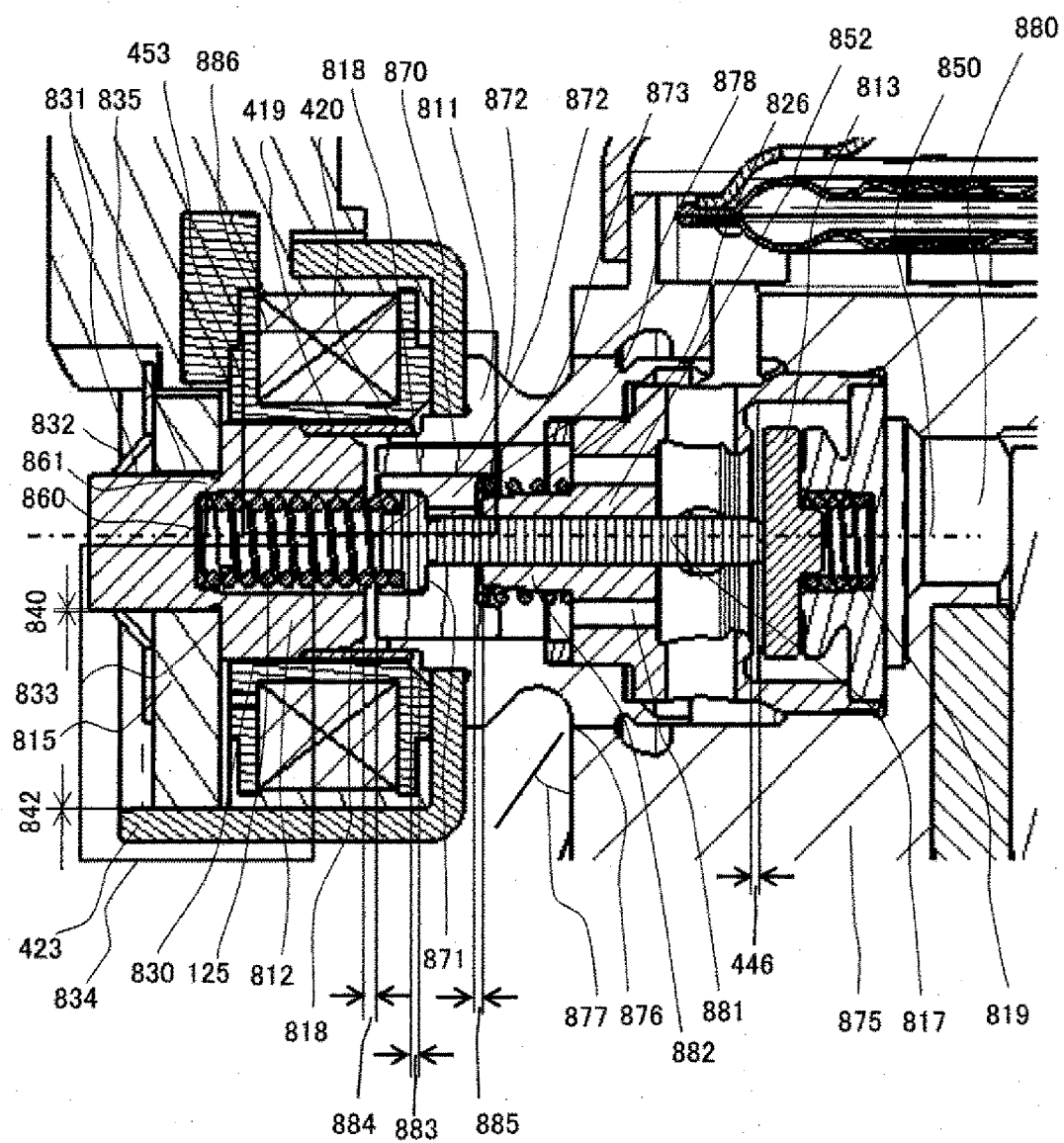
[図7]

【図 7】



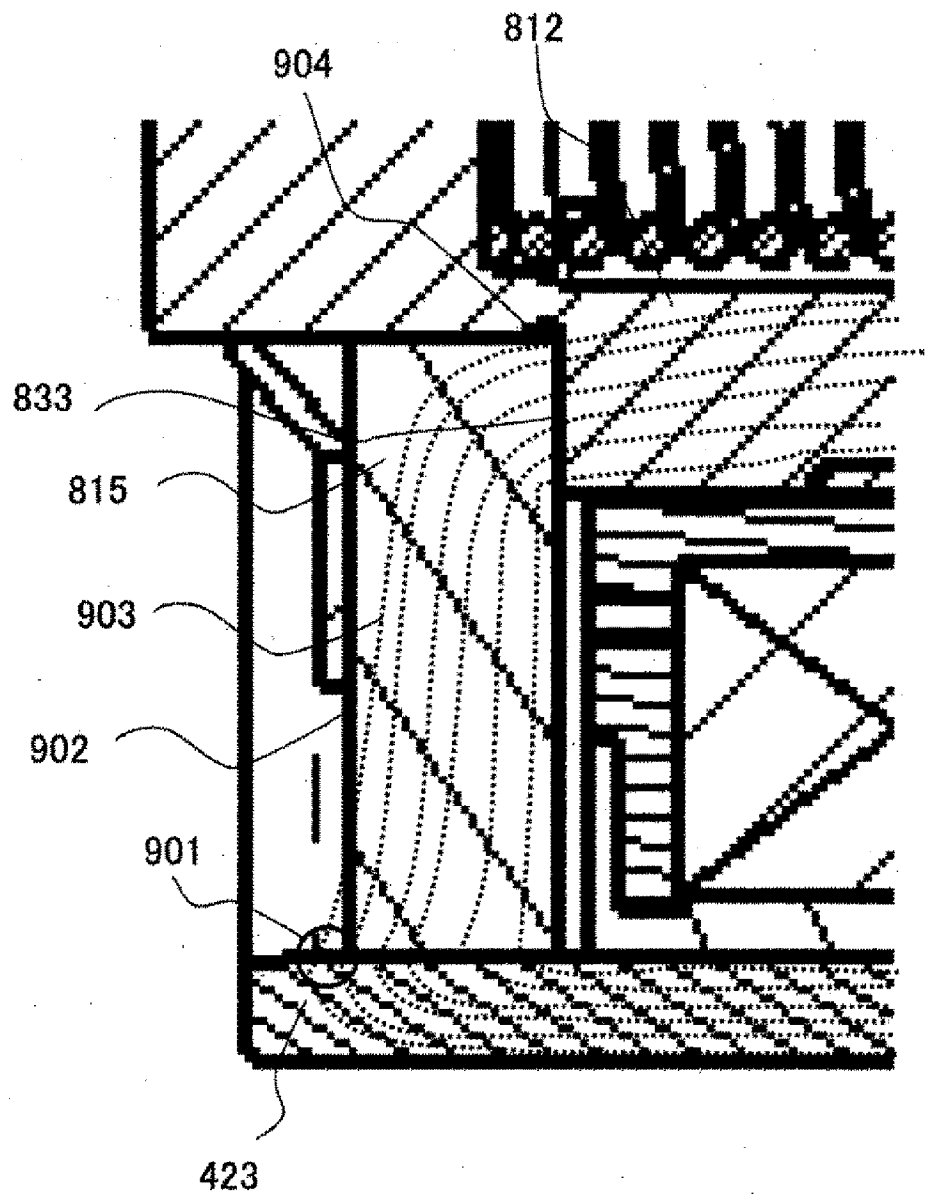
[図8]

【図8】



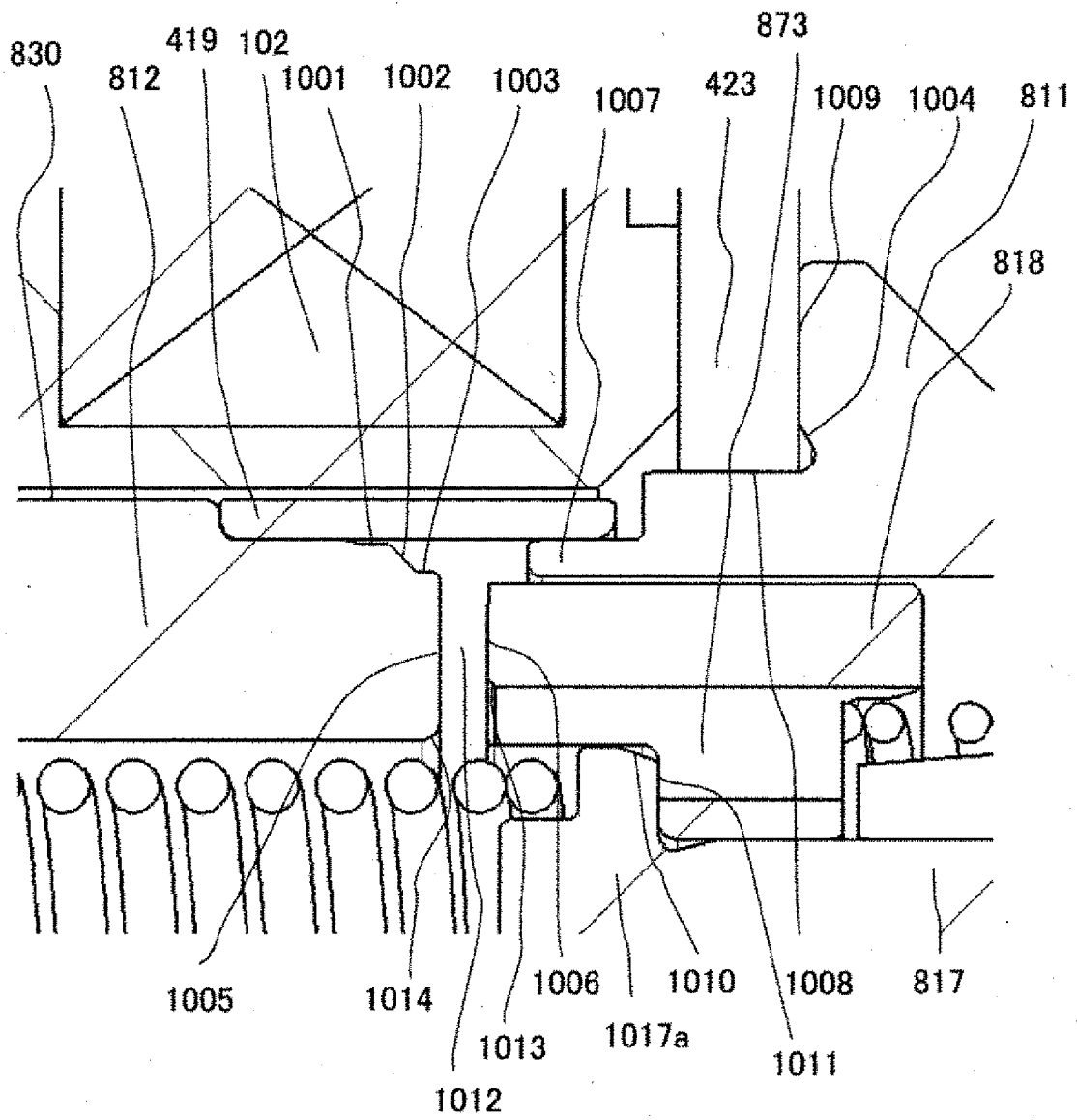
[図9]

【図 9】



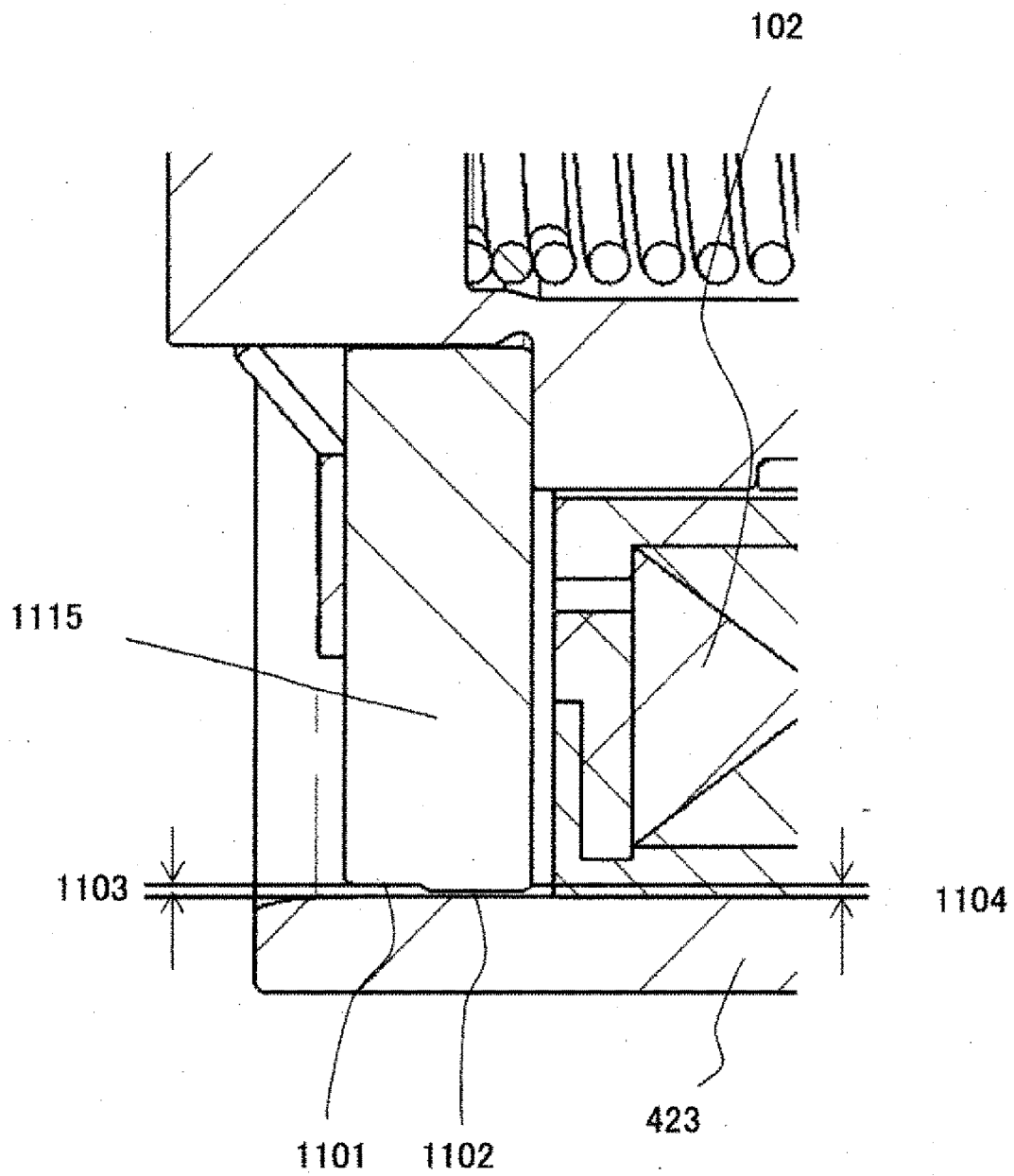
[図10]

【図10】



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M51/00(2006.01)i, F02M59/36(2006.01)i, F16K31/06(2006.01)i, H01F7/16(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)

F02M51/00, F02M59/36, F16K31/06, H01F7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X	JP 2002-188744 A (NIDEC Tosok Corp.), 05 July 2002 (05.07.2002), fig. 1, 3 (Family: none)	1, 3, 5, 9-10, 13 4, 6-8, 11-12
X	JP 2010-275893 A (Denso Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), fig. 3 & DE 102010017125 A1	2 11-12
Y	JP 2014-105758 A (Denso Corp.), 09 June 2014 (09.06.2014), fig. 5 (Family: none)	4, 6-8

☐ 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
15 July 2016 (15.07.16)

Date of mailing of the international search report
26 July 2016 (26.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M51/00(2006.01)i, F02M59/36(2006.01)i, F16K31/06(2006.01)i, H01F7/16(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. F02M51/00, F02M59/36, F16K31/06, H01F7/16

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 2002-188744 A (日本電産トソク株式会社) 2002.07.05, 図 1, 3 (ファミリーなし)	1,3,5,9-10,13 4,6-8,11-12
X Y	JP 2010-275893 A (株式会社デンソー) 2010.12.09, 図 3 & DE 102010017125 A1	2 11-12
Y	JP 2014-105758 A (株式会社デンソー) 2014.06.09, 図 5 (ファミリーなし)	4,6-8

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

15.07.2016

国際調査報告の発送日

26.07.2016

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)

堀内 亮吾

3 G

4 6 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3355