(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1月17日(17.01.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/013110 A1

(51) 国際特許分類:
F04C 2/344 (2006.01) *F04C 15/06* (2006.01)
F04B 53/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/025620

(22) 国際出願日： 2018年7月6日(06.07.2018)

(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 2017-135504 2017年7月11日(11.07.2017) JP

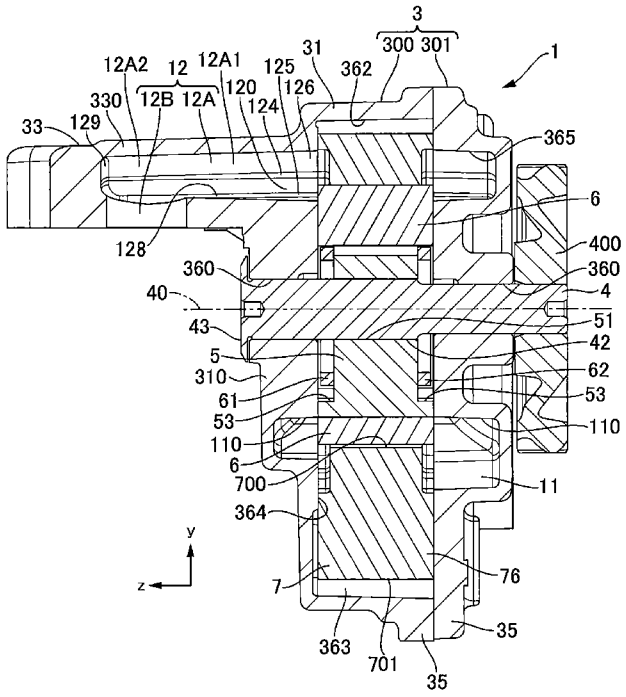
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 加藤 大輔(**KATO, Daisuke**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 永沼 敦(**NAGANUMA, Atsushi**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 大西 秀明(**OHNISHI, Hideaki**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小野 新次郎, 外(**ONO, Shinjiro** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２

(54) **Title:** PUMP

(54) 発明の名称： ポンプ



(57) **Abstract:** Provided is a pump having improved discharge efficiency. This pump for sucking in and discharging fluid is provided with a housing, a drive shaft which is rotatably supported by the housing, and a pump element which is accommodated in the housing and which is rotated by the drive shaft. The housing has formed therein: a suction passage to which fluid supplied from the outside of the housing is introduced; a suction port through which fluid is conducted from the suction passage to the pump element; a discharge port to which fluid pressurized by the pump element is introduced;

WO 2019/013110 A1

［続葉有］

番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 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, 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.

(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)）

and a discharge passage from which fluid from the discharge port is discharged to the outside of the housing. The discharge passage comprises: a first passage provided with a starting end connected to the discharge port, and with a terminating end, the first passage extending around a single straight line and up to the terminating end; and a second passage connected to the terminating end of the first passage and open to the outside of the housing. The shape of a cross-section of the first passage taken perpendicularly to the straight line changes continuously from the starting end to the terminating end.

(57) 要約：吐出効率の向上を図ることができるポンプを提供すること。 流体を吸入して吐出するポンプは、ハウジングと、ハウジングに回転自在に支持される駆動軸と、ハウジングに収容され、駆動軸により回転されるポンプ要素と、を備える。ハウジングの内部には、ハウジングの外部からの流体が導入される吸入通路と、吸入通路から流体をポンプ要素に導く吸入ポートと、ポンプ要素により加圧された流体が導入される吐出ポートと、吐出ポートからの流体をハウジングの外部に吐出する吐出通路と、が形成される。吐出通路は、前記吐出ポートに接続される始端部と、終端部と、を備え、１つの直線の周りに終端部まで延びる第１通路と、第１通路の終端部に接続され、ハウジングの外部に開口する第２通路と、を備える。上記直線に直交する方向に切った第１通路の断面の形状は、始端部から終端部まで連続的に変化する。

明　細　書

発明の名称 ： ポンプ

技術分野

[0001]　本発明は、ポンプに関する。

背景技術

[0002]　従来、流体を吸入して吐出するポンプが知られている。例えば、特許文献１には、ハウジングと、ハウジングに回転自在に支持される軸と、ハウジングに収容され、上記軸に連結されるポンプ要素とを備えたポンプが開示されている。このポンプのハウジングの内部には、ハウジングの外部からポンプ要素に流体を導入するための吸入通路と、ポンプ要素により加圧された流体をハウジングの外部へ吐出するための吐出通路とがある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－１４２２２０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　従来のポンプでは、吐出通路の断面の形状が非連続的に変化することで、ポンプの吐出効率が低下するおそれがあった。

課題を解決するための手段

[0005]　本発明の一実施形態に係るポンプにおいて、吐出通路は、第１通路と第２通路とを備える。第１通路は、１つの直線の周りに延びる。この直線に直交する方向に切った第１通路の断面の形状は、始端部から終端部まで連続的に変化する。第２通路は、第１通路の終端部に接続され、ハウジングの外部に開口する。

[0006]　よって、ポンプの吐出効率の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1実施形態のエンジンの作動油供給システムの回路図である。

[図2]第1実施形態のポンプが取り付けられたバランサモジュールの斜視図である。

[図3]第1実施形態のポンプが取り付けられたバランサモジュールの側面図である。

[図4]図3のIV-IV視断面を示す。

[図5]第1実施形態のポンプの正面図である。

[図6]図5のVI-VI視断面を示す。

[図7]第1実施形態のポンプを分解して各部品を同一軸線上に並べた斜視図である。

[図8]第1実施形態のカバーを外したポンプの正面図である。

[図9]第1実施形態のハウジング本体の正面図である。

[図10]図9のX-X視断面を示す。

[図11]第1実施形態のハウジング本体の底面図である。

[図12]第1実施形態のハウジング本体の正面図における吐出ポートおよびその近傍を拡大して示す。

[図13]図11のXIII-XIII視断面を示す。

[図14]図11のXIV-XIV視断面を示す。

[図15]図11のXV-XV視断面を示す。

[図16]図9のXVI-XVI視断面を示す。

[図17]第1実施形態の吐出通路の模式図であり、オイルの流れを矢印で示す。

[図18]他の形態の吐出通路の模式図であり、オイルの流れを矢印で示す。

[図19]第2実施形態のポンプの正面図である。

[図20]図19のXX-XX視断面を示す。

[図21]図19のXXI-XXI視断面を示す。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明を実施するための形態を、図面に基づき説明する。

[0009] ［第1実施形態］

まず、構成を説明する。本実施形態のポンプ1は、自動車の内燃機関（エンジン）の作動油供給システムに用いられる。エンジンは、レシプロエンジンであり、直列多気筒（例えば4気筒）である。ポンプ1は、エンジンの各摺動部や可変動弁機構に、流体であるオイル（作動油）を供給するオイルポンプである。可変動弁機構は、バルブタイミング制御装置等であり、エンジンの弁の作動特性を制御する。ポンプ1は、潤滑のためや可変動弁機構の作動のための油圧を発生する源である。図1に示すように、エンジンの作動油供給システムは、オイルパン100、オイルの通路、ポンプ1、圧力センサ18、および制御機構を備える。オイルパン100は、エンジンの下部にあり、作動油が貯留する低圧部である。通路は、吸入通路11、吐出通路12、リリーフ通路13、およびメインギャラリ14を有する。吸入通路11の一端はオイルストレーナ101を介してオイルパン100に接続する。吸入通路11の他端はポンプ1の吸入ポート110に接続する。吐出通路12の一端はポンプ1の吐出ポート120に接続する。吐出通路12の他端はオイルフィルタ102に接続する。リリーフ通路13は、吐出通路12から分岐してオイルパン100に作動油を排出可能である。リリーフ通路13にはリリーフ弁16が設置されている。メインギャラリ14の一端はオイルフィルタ102に接続する。メインギャラリ14はエンジンの各摺動部や可変動弁装置等に作動油を供給可能である。メインギャラリ14には圧力センサ18が設置されている。圧力センサ18は、メインギャラリ14の圧力（メインギャラリ圧）P1を検出する。

[0010] 制御機構は、制御通路15、制御弁17、およびエンジンコントロールユニット19を有する。制御弁17は、弁部とソレノイド部を有する電磁弁（ソレノイドバルブ）であり、比例制御弁である。弁部は、三方弁である。弁部は、スプール弁であり、ハウジング、弁体としてのスプール、戻しばねとしてのスプリングを有する。ハウジングは、入口ポート171、パイロットポート172、排出ポート173、および出口ポート174を有する。スプリングは、スプールを初期位置へ向けて付勢する。パイロットポート172からハウジングの内部に供給されたオイルの圧力（パイロット圧）は、スプールをスプリングと反対方

向に付勢する。ソレノイド部は、電磁力を発生し、スプールをスプリングと反対方向に付勢する。ソレノイド部は、供給される電流の値に応じて電磁力の大きさを連続的に変更可能である。制御通路15は、供給通路151、フィードバック通路152、排出通路153、および連通路154を有する。供給通路151は、メインギャラリ14から分岐し、制御弁17の入口ポート171に接続する。フィードバック通路152は、供給通路151から分岐し、制御弁17のパイロットポート172に接続する。排出通路153は、制御弁17の排出ポート173に接続し、オイルパン100に連通する。連通路154は、制御弁17の出口ポート174とポンプ1の制御室80とを接続する。

[0011] 図2～図4に示すように、ポンプ1は、エンジンのバランサモジュール（バランサユニット）2に設置される。すなわち、バランサモジュール2は、ポンプ一体型である。バランサモジュール2は、エンジンに発生する二次振動を打ち消すためのバランサ機構であり、バランサシャフト25,26がクランクシャフトに同期して回転することで、上記振動を打ち消す方向の起振力を発生させる。モジュール2は、ハウジング、バランサシャフト25,26、およびギアを有する。ハウジングは、ロアハウジング200およびアッパハウジング201を有する。以下、説明のため、図面において三次元直交座標系を設定する。バランサシャフト25,26の軸線が延びる方向にz軸を設定し、バランサシャフト25,26に対しポンプ1の側を正とする。z軸に直交する横方向にx軸を設定し、従動側シャフト26に対し駆動側シャフト25の側を正とする。z軸に直交する縦方向（垂直方向）にy軸を設定し、ロアハウジング200に対しアッパハウジング201の側を正とする。車両（自動車）にエンジンが設置された状態で、z軸方向は水平方向となり、y軸方向は鉛直方向となる。y軸正方向は鉛直上方となり、x軸負方向は車両前方となる。なお、車両への配置はこれに限らない。

[0012] 図4に示すように、ロアハウジング200は、ギア収容部、軸受収容部、およびウェイト収容部を有する。各収容部は、z軸方向に延びる半筒状であり、ロアハウジング200のy軸正方向側の面に開口する。ギア収容部は、駆動ギア収容部211、駆動側反転ギア収容部212、従動側反転ギア収容部213、減速ギア収

容部214、およびポンプ駆動ギア収容部215を有する。軸受収容部は、駆動側第1軸受収容部221、駆動側第2軸受収容部222、従動側第1軸受収容部223、および従動側第2軸受収容部224を有する。ウェイト収容部は、駆動側ウェイト収容部231および従動側ウェイト収容部232を有する。ロアハウジング200のx軸正方向側における1つの軸線上に、駆動ギア収容部211、駆動側第1軸受収容部221、駆動側ウェイト収容部231、駆動側第2軸受収容部222、および駆動側反転ギア収容部212が、この順に、z軸正方向側からz軸負方向側へ向って並ぶ。ロアハウジング200のx軸負方向側における1つの軸線上に、減速ギア収容部214、従動側第1軸受収容部223、従動側ウェイト収容部232、従動側第2軸受収容部224、および従動側反転ギア収容部213が、この順に、z軸正方向側からz軸負方向側へ向って並ぶ。ロアハウジング200のz軸正方向端であってx軸方向の中央には、駆動ギア収容部211に対しz軸正方向側に隣接して、ポンプ駆動ギア収容部215がある。ポンプ駆動ギア収容部215と減速ギア収容部214、駆動側第1軸受収容部221と従動側第1軸受収容部223、駆動側ウェイト収容部231と従動側ウェイト収容部232、駆動側第2軸受収容部222と従動側第2軸受収容部224、および駆動側反転ギア収容部212と従動側反転ギア収容部213は、それぞれx軸方向で互いに隣接する。ロアハウジング200をy軸方向に貫通するボルト孔241が、各軸受収容部にx軸方向に隣接してある。

[0013] アッパハウジング201は、ギア収容部、軸受収容部、ウェイト収容部、および取り付け部242を有する。各収容部は、ロアハウジング200において対応する収容部と実質的に同じ形状・配置であり、アッパハウジング201のy軸負方向側の面に開口する。駆動ギア収容部211は、アッパハウジング201のy軸正方向側の面にも開口する。アッパハウジング201は、ロアハウジング200のボルト孔241を貫通するボルト202により、ロアハウジング200に固定される。ロアハウジング200のy軸正方向側の面とアッパハウジング201のy軸負方向側の面とが接合することで、ギア収容部、軸受収容部、およびウェイト収容部が完成する。取り付け部242は、アッパハウジング201のy軸正方向側の面から突出する突起部であり、y軸方向に延びるボルト孔を有する。バランサモジュール

2は、取り付け部242のボルト孔を貫通するボルト203により、シリンダブロックの下部（y軸負方向側）へぶら下がるように取り付けられる。バランサモジュール2は、オイルパン100に収容される。

[0014] バランサシャフトは、駆動側シャフト25および従動側シャフト26を有する。駆動側シャフト25と従動側シャフト26は、クランクシャフトと平行に配置される。両シャフト25,26は、アッパハウジング201とロアハウジング200に挟まれ、xz平面内で隣り合って並び、両ハウジング200,201に回転可能に支持される。両シャフト25,26は、それぞれバランスウェイト250,260を有する。ウェイト250,260は、両シャフト25,26の軸心に対して重心がオフセットした偏心ウェイトである。ギアは、バランサ駆動ギア27、反転ギア、および減速ギア29を有する。反転ギアは、駆動側反転ギア281および従動側反転ギア282を有する。バランサ駆動ギア27は、駆動側シャフト25のz軸正方向端に固定される。駆動側反転ギア281は、駆動側シャフト25のz軸負方向端に固定される。従動側反転ギア282は、従動側シャフト26のz軸負方向端に固定される。減速ギア29は、従動側シャフト26のz軸正方向端に固定される。これらの固定は、圧入等による。

[0015] 駆動側シャフト25のバランスウェイト250は、両ハウジング200,201の駆動側ウェイト収容部231に収容される。バランサ駆動ギア27は、両ハウジング200,201の駆動ギア収容部211に収容される。駆動側反転ギア281は、両ハウジング200,201の駆動側反転ギア収容部212に収容される。駆動側シャフト25におけるバランスウェイト250とバランサ駆動ギア27との間のジャーナル部は、両ハウジング200,201の駆動側第1軸受収容部221に収容された軸受251に支持される。バランスウェイト250と駆動側反転ギア281との間のジャーナル部は、両ハウジング200,201の駆動側第2軸受収容部222に収容された軸受252に支持される。従動側シャフト26のバランスウェイト260は、両ハウジング200,201の従動側ウェイト収容部232に収容される。減速ギア29は、両ハウジング200,201の減速ギア収容部214に収容される。従動側反転ギア282は、両ハウジング200,201の従動側反転ギア収容部213に収容される。従動側シャフト26におけ

るバランスウェイト260と減速ギア29との間のジャーナル部は、両ハウジング200,201の従動側第1軸受収容部223に収容された軸受261に支持される。バランスウェイト260と従動側反転ギア282との間のジャーナル部は、両ハウジング200,201の従動側第2軸受収容部224に収容された軸受262に支持される。バランサ駆動ギア27の外周の一部は、アッパハウジング201の開口部からy軸正方向側に突出し、クランクシャフトと一体のギアと噛合う。駆動側シャフト25が、クランクシャフトの回転数の2倍で回転するように、バランサ駆動ギア27のギア比が設定されている。従動側反転ギア282は、駆動側反転ギア281と噛合う。両シャフト25,26は同じ回転数で反対方向に回転する。

[0016] 図5～図8に示すように、ポンプ1は可変容量形のベーンポンプである。ポンプ1は、ハウジング3、ボルト30、ポンプ駆動ギア400、駆動軸4、ロータ5、複数のベーン6、ベーンリング61,62、カムリング7、シール部材71、ピン72、およびスプリング73を有する。ハウジング3は、ハウジング本体（ボディ）300およびカバー301を有する。

[0017] 図9～図11に示すように、ハウジング本体300は、ポンプ要素収容部31、ばね収容部32、通路部、およびフランジ部35を有する。ハウジング本体300の内部には、軸受部360、ピン孔361、ポンプ要素収容孔362、ばね収容孔363、吸入ポート110、吐出ポート120、吸入通路11、吐出通路12、および連通路154がある。ポンプ要素収容部31は、有底筒状であり、底部310および円筒状の周壁311を有する。ポンプ要素収容部31には、ポンプ要素収容孔362、軸受部360、ピン孔361、吸入ポート110、および吐出ポート120がある。ポンプ要素収容孔362は、z軸方向に延びる有底筒状の凹部である。孔362は、z軸正方向側が底部310により閉塞され、z軸負方向側がハウジング本体300のz軸負方向側の面に開口する。軸受部360は、軸線40の周りをz軸方向に延び、底部310の略中央を貫通する。ポンプ要素収容孔362は、軸線40の周りに延びる。ピン孔361は、z軸方向に延びる有底円筒状であり、底部310のz軸負方向側の面（z軸方向におけるポンプ要素収容孔362の底面364）に開口する。ピン孔361は、底面364のx軸正方向側かつy軸正方向側の外縁にある。吸入ポート110および吐出ポ

ート120は、軸線40の周り方向（以下、周方向という）に延びる円弧状の凹部であり、底部310のz軸負方向側の面（ポンプ要素収容孔362の底面364）に開口する。吸入ポート110は有底である。底面364において、吸入ポート110は、軸受部360とピン孔361の間にある。吐出ポート120は、軸受部360に対しピン孔361の側にある。軸線40とピン孔361（の軸心）とを通る直線は、両ポート110,120に重なる。この直線に直交し軸線40を通る直線を挟んで、両ポート110,120は反対側にある。

[0018] 図10および図12に示すように、吐出ポート120は、底部310の内部を、第1直線91の周りに延びる。第1直線91は、軸線40に平行であり、軸線40に沿って（z軸方向に）延びる。第1直線91は、底面364への吐出ポート120の開口において、周方向の中間を通る。第1直線91に直交する方向に切った吐出ポート120の断面は、周方向に長い扁平な形状である。駆動軸4の半径方向における吐出ポート120の寸法よりも、周方向における吐出ポート120の寸法のほうが大きい。吐出ポート120の内周を構成する壁のうち、駆動軸4の回転方向側の壁121は、駆動軸4の半径方向に沿って広がると共に、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に駆動軸4の逆回転方向側に変位する。駆動軸4の逆回転方向側の壁122は、駆動軸4の半径方向に沿って広がると共に、第1直線91に対し傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に駆動軸4の回転方向側に変位する。駆動軸4の半径方向内側の壁123は、周方向に沿って広がると共に、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に半径方向外側に変位する。半径方向外側の壁は、ピン孔361の近傍で半径方向内側へ膨らむ部分124を有する。半径方向外側の壁のうち、上記膨らみ部分124よりも駆動軸4の逆回転方向側の部分125は、周方向に沿って広がる。上記膨らみ部分124よりも駆動軸4の回転方向側の部分126は、いわばペントフーフ状であり、円弧γに対し半径方向外側に若干膨らむ部分を有する。円弧γは、軸線40を中心とし、（周方向における）吐出ポート120の始端部のうち半径方向外側の端を通る円弧である。また、半径方向外側の壁124,125,126は、第1直線91に対

し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に半径方向内側に変位する。

[0019] 図9に示すように、ばね収容部32は、ポンプ要素収容部31のy軸負方向側にある。ばね収容部32には、吸入通路11およびばね収容孔363がある。吸入通路11およびばね収容孔363は、ハウジング本体300のz軸負方向側の面に開口する。吸入通路11は、ポンプ要素収容孔362の周壁311に開口し、吸入ポート110に接続する。吸入通路11は、吸入ポート110からx軸負方向側かつy軸負方向側に延びる。ばね収容孔363は、x軸方向に略沿って延びる筒状であり、吸入通路11と交差する。

[0020] 通路部は、吐出通路部33および連通路部34を有する。図10および図11に示すように、吐出通路部33は、ポンプ要素収容部31（底部310）のz軸正方向側の面におけるy軸正方向側から、z軸正方向に延びる。吐出通路部33は、本体部330、第1膨らみ部331、および第2膨らみ部332を有する。吐出通路部33は、xz平面に沿って広がる板状の扁平部である。y軸方向における本体部330の寸法よりも、ｘ軸方向およびｚ軸方向における本体部330の寸法のほうが大きい。膨らみ部331,332にはボルト孔333がある。ボルト孔333はy軸方向に延びて膨らみ部331,332を貫通する。第1膨らみ部331は、吐出通路部33のｘ軸負方向側かつｚ軸負方向側で本体部330に重なり、底部310に接続する。第2膨らみ部332は、吐出通路部33のｘ軸正方向側かつｚ軸正方向側で本体部330に重なり、本体部330のｚ軸正方向側に接続する。吐出通路部33のx軸正方向側はz軸方向に延びる。y軸方向から見て、吐出通路部33のx軸負方向側は、本体部330の大きな円弧を、膨らみ部331,332の小さな円弧が挟む形状であり、x軸およびz軸に対し傾いて延びる。吐出通路部33のy軸負方向側の面はxz平面に平行である。吐出通路部33のy軸正方向側の面は、xz平面に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々にy軸負方向側に変位する。

[0021] 吐出通路12は、第1通路12Aおよび第2通路12Bを有する。両通路12A,12Bは本体部330の内部にある。図12～図16に示すように、第1通路12Aは、始端部12A1が吐出ポート120に接続し、第2直線92の周りに終端部12A2まで延びる。第2直

線92は、駆動軸4の軸線40に平行であり、軸線40に沿って（z軸方向に）延びる。第2直線92は、周方向における第1通路12Aの中間を通る。第2直線92に直交する方向に切った第1通路12Aの断面は、周方向に長い扁平な形状である。駆動軸4の半径方向における第1通路12Aの寸法よりも、周方向における第1通路12Aの寸法のほうが大きい。第1通路12A（第2直線92）は、吐出ポート120（第1直線91）に対し、駆動軸4の回転方向側に偏倚している。第1通路12Aの内周を構成する壁のうち、駆動軸4の回転方向側の壁127は、y軸方向に沿って広がると共に、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に駆動軸4の逆回転方向側に変位する。壁127のz軸負方向側には曲面部127Aがあり、この曲面部127Aは吐出ポート120の壁121と滑らかに連続する。駆動軸4の逆回転方向側の壁128は、駆動軸4の逆回転方向に向って凸の曲面状であると共に、吐出ポート120における駆動軸4の逆回転方向側の壁122と滑らかに（曲面で）連続する。壁128は、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に駆動軸4の回転方向側（x軸正方向側）に変位する。駆動軸4の半径方向内側の壁は、周方向に沿って広がると共に、駆動軸4の逆回転方向側の端部123Aが部分的にx軸方向に延びる。端部123Aは、吐出ポート120の壁122と滑らかに（曲面で）連続する。その他の部分は、吐出ポート120における駆動軸4の半径方向内側の壁123と同一平面をなす。駆動軸4の半径方向内側の壁123,123Aは、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に半径方向外側に変位する。駆動軸4の半径方向外側の壁は、吐出ポート120における駆動軸4の半径方向外側の壁124,126と同一平面をなす。半径方向外側の壁のうち、駆動軸4の逆回転方向側の端部(始端部)124は、ピン孔361の近傍で半径方向内側へ膨らむ。この膨らみ部分124を除く部分126は、いわばペントルーフ状であり、上記円弧γに対し、半径方向外側に若干膨らむ部分を有する。また、半径方向外側の壁124,126は、第1直線91に対し僅かに傾いており、z軸の負方向側から正方向側へ向うにつれて徐々に半径方向内側に変位する。ｚ軸正方向端の壁129は、z軸に直交して広がる。第1通路12Aの内周を構

成する壁の各部127,128,129等は、互いに滑らかに（曲面で）連続する。

[0022] 以上より、第2直線92に直交する方向に切った第1通路12Aの断面の形状は、第1通路12Aの始端部12A1から終端部12A2にかけて連続的に変化する。始端部12A1と吐出ポート120との接続部の、軸線40に直交する断面の形状は、始端部12A1と吐出ポート120との間で連続的に変化する。この接続部の断面の面積は、吐出ポート120から始端部12A1に向かうにつれて（z軸に沿って負方向側から正方向側へ向かうにつれて）漸減する。第1通路12Aの断面の面積は、始端部12A1から終端部12A2に向かうにつれて（z軸に沿って負方向側から正方向側へ向かうにつれて）漸減する。

[0023] 第2通路12Bは、第1通路12Aの終端部12A2に接続し、第3直線93の周りに（第3直線93に沿って）延びてハウジング3の外部に開口する。第3直線93は、y軸方向に延びる。第2通路12Bは、本体部330のy軸負方向側の面に開口する。この開口は、駆動軸4の軸線方向（z軸方向）において底部310（駆動軸4のz軸正方向端）から所定距離だけ離れた位置にある。上記開口を含め、第3直線93に直交する方向に切った第2通路12Bの断面は、円形である。第1通路12Aの終端部12A2における第2通路12Bの開口の面積は、この開口のうち始端部12A1に最も近い部位α（z軸負方向端。図11参照）で切った第1通路12Aの断面の面積以下であり、上記開口のうち始端部12A1から最も遠い部位β（z軸正方向端）で切った第1通路12Aの断面の面積以上である。ハウジング3の外部への第2通路12Bの開口には、管やオイルフィルタ102等の部材が接続する。両膨らみ部331,332のボルト孔333にはボルトが貫通する。膨らみ部331,332は、上記ボルトと共に、第2通路12Bの上記開口に接続する部材を固定するための固定部として機能する。

[0024] 図9および図11に示すように、連通路部34は、ポンプ要素収容部31（周壁311）のx軸正方向側かつy軸正方向側の外表面から、x軸正方向に延びる。連通路部34は、本体部340およびボス部341,342を有する。ボス部341,342にはボルト孔343がある。ボルト孔343はy軸方向に延びてボス部341,342を貫通する。連通路154は、連通路部34の内部にある。連通路154の始端部は、本体部340の

x軸正方向側の端部においてy軸負方向側の面に開口する。連通路154の開口には、制御弁17に接続する部材が接続する。ボス部341,342は、制御弁17に接続する上記部材を固定するための固定部として機能する。連通路154の終端部は、ポンプ要素収容孔362の内周面に開口する。

[0025] 図9に示すように、フランジ部35は、ハウジング本体300のz軸負方向側にあり、ポンプ要素収容孔362および吸入通路11（ばね収容孔363）の開口を取り囲む。フランジ部35には、3つの第1ボス部351、3つの第2ボス部352、および1つのピン孔354がある。各ボス部351,352にはボルト孔353がある。ボルト孔353はz軸方向に延びてボス部351,352を貫通する。ピン孔354はz軸方向に延びてフランジ部35を貫通する。3つの第1ボス部351は、フランジ部35のy軸正方向側で、x軸方向で駆動軸4の軸線40を跨ぎ、y軸方向でも軸線40を跨ぐように、ポンプ要素収容孔362の周りに並ぶ。3つの第2ボス部352は、フランジ部35のy軸負方向側で、x軸方向で軸線40を跨ぐように、ばね収容孔363に沿って並ぶ。

[0026] 図7に示すように、カバー301は、吸入通路部37、オイルストレーナ設置部38、リリーフ通路部39、およびフランジ部35を有する。カバー301の内部には、軸受部360、ピン孔361、吸入ポート110、吐出ポート対応溝365、吸入通路11、およびリリーフ通路13がある。軸受部360、ピン孔361、吸入ポート110、吐出ポート対応溝365、および吸入通路11は、それぞれ、ハウジング本体300の軸受部360、ピン孔361、吸入ポート110、吐出ポート120、および吸入通路11とｚ軸方向で対応する位置および形状で、カバー301のz軸正方向側の面に開口する。軸受部360は、カバー301をｚ軸方向に貫通する。ピン孔361は、z軸方向に延びる有底円筒状である。吸入ポート110および吐出ポート対応溝365は、有底の凹部である。吸入通路11は、吸入通路部37の内部にある。吸入通路11の一端は、吸入ポート110に接続する。吸入通路11の他端側は、ｚ軸方向に延びてオイルストレーナ設置部38に接続する。オイルストレーナ設置部38にはオイルストレーナ101が設置される。リリーフ通路部39は、カバー301のx軸負方向側かつy軸正方向側の外表面から、x軸負方向かつy軸負方向に延びる

。リリーフ通路13は、リリーフ通路部39の内部にある。リリーフ通路13の始端部は、吐出ポート対応溝365の内周面に開口する。リリーフ通路13の終端部は、カバー301の外表面に開口する。リリーフ通路13にはリリーフ弁16が設置される。リリーフ弁16は、弁体としてのボール160、戻しばねとしてのスプリング161、およびスプリング161のリテーナ162を有する。フランジ部35は、カバー301のz軸正方向側にある。フランジ部35には、ｚ軸方向でハウジング本体300のボス部351,352とピン孔354にそれぞれ対応する位置に、ボス部351,352とピン孔354がある。リリーフ通路部39にはもう1つのボス部352がある。ボス部351,352にはボルト孔353がある。また、フランジ部35にはもう1つのピン孔355がある。ボルト孔353はz軸方向に延びてボス部351,352を貫通する。ピン孔355はz軸方向に延びてフランジ部35を貫通する。

[0027] 図6および図8に示すように、ロータ5、複数のベーン6、ベーンリング61,62、カムリング7、シール部材71、およびピン72は、ポンプ要素収容孔362に設置される。スプリング73は、ばね収容孔363に設置される。駆動軸4のz軸正方向側は、ハウジング本体300の軸受部360に嵌まり、回転自在に支持される。駆動軸4のz軸負方向側は、カバー301の軸受部360に嵌まり、回転自在に支持される。駆動軸4のz軸方向における中間部は、ポンプ要素収容孔362にある。駆動軸4の中間部の外周には、駆動軸4の軸線方向に沿って延びる複数の溝41と凸部42がある。駆動軸4のz軸正方向端には、ハウジング本体300に対する駆動軸4のz軸負方向側への移動を規制可能なフランジ部43がある。駆動軸4のz軸負方向端部は、カバー301からz軸負方向側に突出する。この端部に、圧入等によりポンプ駆動ギア400が固定される。ポンプ駆動ギア400はバランサモジュール2の減速ギア29と噛合う。ロータ5は円柱状である。ロータ5の内周には、ロータ5の軸線に沿って延びる複数の溝51と凸部52がある。ロータ5の溝51（凸部52）は駆動軸4の凸部42（溝41）に嵌まる。すなわち、駆動軸4とロータ5は、スプラインにより軸線方向に相対移動可能に連結する。ロータ5のz軸方向両側には、凹部53がある。凹部53にはベーンリング61,62が設置される。ロータ5の内部には、半径方向に延びるスリット54が複数（7つ）ある。スリ

ット54の半径方向外側は、ロータ5の外周面50に開口する。スリット54の半径方向内側には、背圧室55が接続する。背圧室55は、円筒状であり、z軸方向に延びてロータ5を貫通する。ベーン6はスリット54に収容される。各ベーン6の基端はベーンリング61,62に対向する。

[0028] ピン72の両端は、ハウジング本体300のピン孔361およびカバー301のピン孔361にそれぞれ嵌まる。カムリング7の内周面700は円筒状である。カムリング7の外周には、ピン溝74、シール溝75、およびアーム部76がある。ピン溝74は、半円筒状であり、z軸方向に延びてカムリング7を貫通する。ピン溝74にはピン72の外周の一部が嵌まる。シール溝75にはシール部材71が設置される。アーム部76は、板状であり、カムリング7の外周から半径方向外側に突出する。アーム部76は、ばね収容孔363のx軸正方向側に設置される。アーム部76のx軸正方向側の面は、ばね収容孔363のx軸正方向側にある突起321に接することが可能である。カムリング7のz軸方向両面には複数の溝77がある。各溝77は、z軸方向で対向するハウジング3の吸入ポート110や吐出ポート120（吐出ポート対応溝365）と略同じ形状であり、カムリング7の内周側と接続している。溝77は、カムリング7にz軸方向両側から作用する圧力による力を調整する機能を有する。スプリング73は、圧縮コイルばねである。スプリング73の一端は、アーム部76のx軸負方向側の面に設置される。スプリング73の他端は、ばね収容孔363のx軸負方向側の内周面に設置される。xy平面内で、スプリング73の軸線は、ピン72の軸心と突起321のx軸負方向側の面とを結ぶ直線に対し、略直交する。スプリング73は圧縮された状態であり、カムリング7が作動（揺動）していない初期状態で所定のセット荷重を有し、アーム部76をx軸正方向側に常時付勢する。

[0029] ハウジング3の内面とカムリング7の外周との間に、制御室80がある。制御室80は、カムリング7の外周面701におけるシール部材71からピン72までの間（アーム部76を含まない側）と、ポンプ要素収容孔362の内面と、カバー301のz軸正方向側の面とにより囲まれる空間である。シール部材71とピン72により制御室80がシールされる。制御室80には連通路154が開口する。

[0030] ロータ5の外周面50、隣り合う2枚のベーン6、カムリング7の内周面700、ポンプ要素収容孔362の底面364、およびカバー301のz軸正方向側の面により、ポンプ室（ベーン室）81が区画形成（画成）される。ロータ5の回転時に、ベーン6の先端がカムリング7の内周面700に接するように、ベーン6がロータ5の外周面50から出没する。ロータ5の回転に伴い各ベーン室81の容積が変化可能であり、各ベーン室81の容積が回転によって増減することでポンプ作用が行われる。（ロータ5の回転に応じて）ベーン室81の容積が増加する範囲（吸入領域）で吸入ポート110がベーン室81に開口する。吸入領域のベーン室81はオイルを吸入ポート110から吸入する。（ロータ5の回転に応じて）ベーン室81の容積が減少する範囲（吐出領域）で吐出ポート120がベーン室81に開口する。吐出領域のベーン室81はオイルを吐出ポート120へ吐出する。クランクシャフトの回転は、ギア27等を介してバランサシャフト25,26に伝達される。バランサシャフト25,26の回転は、ギア29,40を介してポンプ1の駆動軸4に伝達される。駆動軸4は、従動側シャフト26の回転数の1/2で回転するように、ギア29,40のギア比が設定されている。この結果、駆動軸4の回転数は、クランクシャフトと同等になる。

[0031] 駆動軸4はロータ5を図8の反時計回り方向に回転させる。ポンプ室を構成するロータ5やベーン6等の部品（ポンプ要素）は、回転することによって、吸入ポート110から導かれたオイルを加圧し、これを吐出ポート120に導入する。駆動軸4の軸線40は、ポンプ要素の回転軸線と一致する。軸線40の周り方向は、駆動軸4の回転方向すなわちポンプ要素の回転方向である。なお、吐出ポート120の圧力は背圧室55に導入される。これにより、ベーン6がスリット54から押し出される。回転数が低く、遠心力や背圧室55の圧力が低い場合でも、ベーンリング61,62がベーン6をスリット54から押し出す。これらにより、ベーン室81の液密性が向上する。また、駆動軸4とロータ5がスプライン嵌合することで、駆動軸4をロータ5に圧入する場合のような応力がロータ5に生じない。よって、ロータ5の回転時にベーン6が受ける油圧によりスリット54が広げられることでロータ5が破損に至るといった事態を抑制可能である。ポン

プ1は、オイルパン100から吸入通路11を介してオイルを吸上げ、吐出通路12へオイルを吐出する。ポンプ1は、吐出通路12に接続するメインギャラリ14を介してエンジンの各部へ作動油を圧送する。リリーフ弁16は、吐出通路12の圧力（吐出圧）が所定の高圧になると開弁し、吐出通路12からリリーフ通路13を介してオイルを排出する。

[0032] ベーン室81の最大容積と最小容積との差により、ポンプ1の理論吐出量(1回転当たりの吐出量)すなわち容量が決まる。この容積差（ベーン室81の容積の変化量）は可変である。カムリング7は、ポンプ要素収容孔362の内部で移動可能な部材（可動部材）であり、ピン72を中心とした回転方向の揺動が可能である。カムリング7が揺動することで、ロータ5の軸心40とカムリング内周面700の軸心78との差（偏心量）が変わる。偏心量が変わることで、ロータ5の回転時における複数のベーン室81の各々の容積の増減量（容積変化量）が変わる。カムリング7は、スプリング73により、ピン72を中心とする回転方向一方側（図8の反時計回り方向であり、偏心量が大きくなり、複数のベーン室81の各々の容積変化量が増大する側）に付勢される。このばね力をFsとする。制御室80には、吐出ポート120からメインギャラリ14へ供給されたオイルが制御通路15を介して導入されうる。カムリング7は、制御室80にあるオイルの圧力を受ける。カムリング7は、上記油圧により、ピン72を中心とする回転方向他方側（図8の時計回り方向であり、偏心量が小さくなり、複数のベーン室81の各々の容積変化量が減少する側）に付勢される。この油圧による力（油圧力）をFpとする。カムリング7の回転方向位置（偏心量すなわち容量）は、主にFpとFsで決まる。Fpが、Fsより大きくなると、カムリング7は上記回転方向他方側に揺動し、偏心量（容量）が小さくなる。FpがFsより小さくなると、カムリング7は上記回転方向一方側に揺動し、偏心量が大きくなる。

[0033] 制御弁17は、制御室80へのオイルの導入及び制御室80からのオイルの排出を制御可能である。スプールが初期位置にあるとき、出口ポート174（連通路154）と入口ポート171（供給通路151）との連通が遮断され、出口ポート174と排出ポート173（排出通路153）が連通する。これにより、ポンプ1の制御室

80の内部からオイルが連通路154及び排出通路153を介して排出されうる。スプールが初期位置からスプリングの付勢力と反対方向に移動すると、出口ポート174と排出ポート173との連通が遮断され、出口ポート174と入口ポート171が連通する。これにより、メインギャラリ14からオイルが供給通路151及び連通路154を介して制御室80の内部へ供給されうる。メインギャラリ14の圧力は、フィードバック通路152を介し、パイロット圧としてスプールに作用する。これにより、スプールの位置がフィードバック制御され、偏心量（容量）が調節される。すなわち、メインギャラリ14の圧力（パイロット圧）が上昇すると、スプールはスプリングの付勢力と反対方向に移動する。これにより制御室80へオイルが供給されて制御室80の圧力が上昇し、Fpが大きくなって、偏心量が小さくなる。一方、メインギャラリ14の圧力（パイロット圧）が低下すると、スプールはスプリングの付勢力と同じ方向に移動する。これにより制御室80からオイルが排出されて制御室80の圧力が低下し、Fpが小さくなって、偏心量が大きくなる。この繰り返しにより、メインギャラリ14の圧力が一定値（を中心とする所定範囲内）に保たれる。

[0034] ソレノイド部は、電磁力の大きさを変更することで、スプールが移動を開始するときのメインギャラリ14の圧力を変更する。電磁力は、スプールをスプリングと反対方向に付勢することで、パイロット圧を助勢する。よって、電磁力が大きくなるに応じて、より低いメインギャラリ14の圧力（パイロット圧）で、スプールがスプリングの付勢力と反対方向に移動し、制御室80へオイルが供給されるようになる。これにより、メインギャラリ14の圧力がより低い一定値（を中心とする所定範囲内）に制御される。エンジンコントロールユニット19は、エンジンの回転数、負荷、油温や水温等の運転条件に応じて、必要なメインギャラリ14の圧力を算出する。コントロールユニット19は、圧力センサ18等から入力された情報と内蔵されたプログラムに基づき、ソレノイド部へ供給する電流の値（電磁力の大きさ）を変更する。これにより、メインギャラリ14の圧力を上記必要な値にフィードバック制御可能である。メインギャラリ14の圧力をいわば無段階で連続的に制御可能である。こ

のため、車両の燃費の向上等を図ることができる。

[0035] 次にポンプ1の製造工程を説明する。製造工程は、ハウジング本体300およびカバー301を鋳造する第1工程と、ハウジング本体300およびカバー301を機械加工する第2工程と、ハウジング本体300のポンプ要素収容孔362にポンプ要素（ロータ5等）を組み付ける第3工程と、カバー301とハウジング本体300を結合する第4工程とを有する。第1工程では、アルミニウム合金のダイカストにより、ハウジング本体300を鋳造する。金型は3つある。注湯後、「ポンプ要素収容部31と共に吐出通路部33等を形成する第1の型」が、駆動軸4の軸線方向の一方側（z軸正方向側）へ抜かれる。「ポンプ要素収容部31の内部にポンプ要素収容孔362および吐出ポート120を形成すると共に、吐出通路部33の内部に第1通路12Aを形成する第2の型」が、駆動軸4の軸線方向の他方側（z軸負方向側）へ抜かれる。「吐出通路部33内に第2通路12Bを形成する第3の型」が、吐出通路部33に対し第2通路12Bの軸線方向（y軸負方向側）へ抜かれる。吐出通路部33のy軸負方向側の面はxz平面に平行である一方、吐出通路部33のy軸正方向側の面が駆動軸4の軸線方向の一方側（z軸正方向側）へ向かうにつれて徐々にy軸負方向側に変位する構成であるため、第2の型を抜く作業が容易である。第1通路12Aと吐出ポート120の断面積が駆動軸4の軸線方向の一方側（z軸正方向側）へ向かって漸減する構成であるため、第2の型を抜く作業が容易である。また、吐出通路部33の一側面（y軸負方向側の面）に第2通路12Bが開口する構成であるため、第3の型を抜く作業が容易である。第2工程では、ハウジング本体300における軸受部360、吐出通路部33のy軸負方向側の面、第2通路12Bの内周面を機械加工する。吐出通路部33のy軸負方向側の面や第2通路12Bの内周面を加工する（ばりを取る）ことで、第2通路12Bの開口に対する部材の接続性（シール性等）を向上できる。

[0036] 第4工程では、カバー301を、第1ボス部351において、ボルト30で、ハウジング本体300のz軸負方向側の面に取り付ける。両ピン孔354,354にはピン356が挿入可能であり、これによりカバー301をハウジング本体300に対し位置決めすることが可能である。カバー301は、ボルト30により締め付けられること

でハウジング本体300と一体化する。カバー301のz軸正方向側の面は、ポンプ要素収容孔362の開口を閉塞する。なお、ポンプ1をバランサモジュール2に取り付ける工程において、ハウジング3のうちカバー301が、バランサモジュール2のロアハウジング200若しくはアッパハウジング201に接合し、又は両ハウジング200,201に跨って接合する。ハウジング3は、ハウジング本体300の第2ボス部352およびカバー301の第2ボス部352において、ボルト30で、ハウジング200(201)の前端面（z軸正方向側の面）に取り付けられる。ボルト30は、ボス部352,352同士を締め付ける機能も有する。ピン孔355にはピン357が挿入可能であり、これによりハウジング3をバランサモジュール2に対し位置決めすることが可能である。

[0037] 次に、作用効果を説明する。吐出通路12の第1通路12Aは、始端部12A1が吐出ポート120に接続する。第1通路12Aは、第2直線92の周りに、終端部12A2まで延びる。第2通路12Bは、終端部12A2に接続し、ハウジング3の外部に開口する。第2通路12Bは、吐出通路12の終端部にあってハウジング3の外部に流体を吐出する吐出口として機能する。図18に示すように、吐出通路12において、流路の軸線に直交する方向に切った通路の断面の形状が非連続的に変化する場合、すなわち、通路の内壁に直角の段差がある場合、この段差において渦が発生しうる。これにより、ポンプ1の内部において圧力損失が増え、吐出効率が低下してしまう。ポンプ1の吐出効率の低下は、燃費悪化にもつながる。図17に示すように、本実施形態では、第2直線92に直交する方向に切った第1通路12Aの断面の形状は、始端部12A1から終端部12A2にかけて連続的に変化する。すなわち、（始端部12A1と終端部12A2を含む）第1通路12Aの内壁において、第1通路12Aが延びる方向（流路の軸線方向）で非連続に変化する部分（直角の段差）がない。よって、段差（による渦の発生）に起因する圧力損失を抑制できる。このように、変化が「連続的」とは、変化が断続的でないことであり、流路に沿って通路の断面の形状は急激に変化するのではなく徐々に（滑らかに）変化する。なお、上記変化の度合いは一定でなくてもよい。また、断面の形状が一定である区間が部分的にあってもよい。

[0038] 第1通路12Aの上記断面の面積は、始端部12A1から終端部12A2に向かうにつれて（始端部12A1から終端部12A2にかけて）減少する。よって、第1通路12Aにおいて流速が低下することを抑制できる。第1通路12Aの上記断面の面積は、始端部12A1から終端部12A2に向かうにつれて漸減する。言換えると、第1通路12Aは、始端部12A1から終端部12A2にかけて、断面積が徐々に減少する。これにより、（始端部12A1と終端部12A2を含む）第1通路12A内において、断面積が急激に変化することが抑制される。よって、流速が急激に変化することがなく，乱流の発生が抑制されるため、圧力損失を抑制できる。なお、上記減少の度合いは一定でなくてもよい。また、断面積が一定である区間が部分的にあってもよい。断面の形状が非連続に変化する部分があっても、その変化が充分に小さければよい。

[0039] 吐出ポート120の断面の形状は、ポンプ要素（ベーン室81）の側から第1通路12Aの始端部12A1に向かうにつれて連続的に変化する。また、吐出ポート120の上記断面の面積は、ポンプ要素の側から始端部12A1に向かうにつれて漸減する。よって、吐出ポート120において、第1通路12Aと同様の上記作用効果が得られる。同様に、吐出ポート120と第1通路12Aの始端部12A1との接続部の断面の形状は、吐出ポート120と始端部12A1との間で連続的に変化する。すなわち、この接続部の内壁において、流路の軸線方向で非連続に変化する部分がないため、段差に起因する圧力損失を抑制できる。また、上記接続部の断面の面積は、吐出ポート120から始端部12A1に向かうにつれて漸減するため、断面積の変化に起因する圧力損失を抑制できる。なお、吐出ポート120のz軸方向における任意の位置から吐出通路12が始まると見ることもできるし、吐出通路12の始端部12A1におけるz軸方向の任意の位置まで吐出ポート120が続くと見ることも可能である。

[0040] ハウジング3は、ハウジング本体300とカバー301を有する。ハウジング本体300は、吐出ポート120、第1通路12A、および第2通路12Bを有する。すなわち、吐出ポート120、第1通路12A、および第2通路12Bは、ハウジング本体300に一体に形成されている。よって、吐出ポート120と第1通路12Aの間、および第

1通路12Aと第2通路12Bの間に、液密性を向上するためのシール部材を設置する必要がないため、部品点数の増大や構造の複雑化等を抑制できる。また、吐出ポート120と第1通路12Aとの接続部や第1通路12Aの上記断面の形状が連続的に変化（または断面積が漸減）する構成を、より容易に実現できる。

[0041] 第2通路12Bに到達する前の第1通路12Aの上記断面積は、第2通路12Bの第3直線93に直交する断面の面積以上である。よって、第1通路12Aの断面積を確保することで、第1通路12Aにおける流体の流通を円滑化し、効率的な流れを形成可能である。第1通路12Aの終端部12A2における第2通路12Bの開口の面積は、この開口のうち始端部12A1に最も近い部位αで切った第1通路12Aの断面の面積以下であり、上記開口のうち始端部12A1から最も遠い部位βで切った第1通路12Aの断面の面積以上である。すなわち、第1通路12Aの終端部12A2の断面の面積は、第2通路12Bの上記開口の面積と、実質的に同じである。よって、両通路12A,12Bの接続部で流路の断面積が急激に変化することが抑制されるため、断面積の変化に起因する圧力損失を抑制できる。

[0042] ポンプ要素からハウジング3の外部（への開口）までの、吐出通路12を含む通路において、流路の屈折点が複数ある場合、屈折点における渦の発生により圧力損失が増え、吐出効率が低下してしまう。また、通路を形成するために工程やコストが増加するおそれがある。複数の（直線的な）通路をつなげて1つの通路を形成するために、複数の方向からの機械加工が必要となり、加工工程が増大する。加工の際に生じる、ハウジング3の外部への通路の開口を塞ぐために、封止プラグが必要となる。これにより、部品点数や組み立て工程が増加し、重量の増加にもつながる。本実施形態では、第1通路12Aは第2直線92の周りに延び、第2通路12Bは第3直線93の周りに（第3直線93に沿って）延びる。このように、第1通路12Aと第2通路12Bがそれぞれ直線的に延びる。よって、吐出通路12における流路の屈折点が、多くとも（第1通路12Aと第2通路12Bの間の）1つとなる。屈折点を極力少なくすることができるため、通路の屈折（による渦の発生）に起因する圧力損失を抑制できる。また、吐出通路12を形成するための工程やコストを低減できる。これは、図18に示すよう

な、内壁に段差がある例においても同様である。また、吐出ポート120は第1直線91の周りに延び、第1直線91は第2直線92と平行である。よって、吐出ポート120と第1通路12Aとの間の屈折点をもなくすことができる。

[0043] なお、第2直線92は、駆動軸4の軸線40に沿っていなくてもよい。言換えると、第1通路12Aは、軸線40と平行でない直線の周りに延びてもよい。本実施形態では、第1通路12A（第2直線92）は、軸線40に沿って（軸線40と平行に）延びる。よって、ハウジング3の寸法が駆動軸4の半径方向に増大することを抑制できる。同様に、第1直線91は、軸線40に沿っていなくてもよい。本実施形態では、吐出ポート120（第1直線91）は、軸線40に沿って延びる。よって、ハウジング3の寸法が駆動軸4の半径方向に増大することを抑制できる。

[0044] ハウジング本体300は、ポンプ要素収容孔362を備える。ポンプ要素収容孔362は、ポンプ要素を収容する凹部である。カバー301は、ポンプ要素収容孔362の開口を閉塞する。ポンプ要素収容孔362は、駆動軸4の軸線40の周りに延びる有底の筒状であり、駆動軸4の軸線方向におけるポンプ要素収容孔362の底面364に吐出ポート120が開口する。よって、吐出ポート120がポンプ要素収容孔362の周壁311に開口する場合に比べ、駆動軸4の半径方向におけるハウジング本体300の寸法の増大を抑制できる。また、軸線40に沿って延びる第1通路12Aが、吐出ポート120を介して、ポンプ要素収容孔362の底面364に開口するため、ポンプ要素収容孔362と共に第1通路12Aを鋳造で形成することが容易である。また、ポンプ要素から吐出ポート120へ導かれた流体が吐出ポート120の内部を流れる方向は、主に軸線40に沿った方向となる。これは、第1通路12Aにおける流体の流れの方向（流路の軸線方向）と同じである。よって、吐出ポート120と第1通路12A（始端部12A1）との接続部において流路の屈折点が生じることを抑制できる。

[0045] （駆動軸4の軸線40に沿って延びる）吐出ポート120は、駆動軸4の半径方向における寸法よりも駆動軸4の回転方向における寸法のほうが大きい。言換えると、（ポンプ要素の回転軸線に平行な）第1直線91に直交する吐出ポート120の断面がポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状である。よって、ハウジン

グ3の寸法が駆動軸4の半径方向に増大することを抑制しつつ、吐出ポート120の上記断面の面積を確保し、吐出効率の改善を図ることができる。同様に、（駆動軸4の軸線40に沿って延びる）第1通路12Aは、駆動軸4の半径方向における寸法よりも駆動軸4の回転方向における寸法のほうが大きい。言換えると、（ポンプ要素の回転軸線に平行な）第2直線92に直交する第1通路12Aの断面がポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状である。よって、ハウジング3の寸法が駆動軸4の半径方向に増大することを抑制しつつ、第1通路12Aの上記断面の面積を確保し、吐出効率の改善を図ることができる。ここで、第1通路12Aの上記断面と吐出ポート120の上記断面が互いに類似した形状（扁平形状）であるため、吐出ポート120と第1通路12A（始端部12A1）との接続部の断面の形状が連続的に変化（または断面積が漸減）する構成を、より容易に実現できる。

[0046] 第1通路12A（第2直線92）が吐出ポート120（第1直線91）に対し駆動軸4の回転方向側に偏倚している。よって、吐出効率の改善を図ることができる。すなわち、ポンプ要素から吐出ポート120へ導かれる流体の量は、駆動軸4の逆回転方向側（吐出ポート120の始端側）よりも回転方向側（吐出ポート120の終端側）のほうが多い。また、ポンプ要素から吐出ポート120へ導かれ吐出ポート120の内部を流れる流体は、駆動軸4の回転方向の成分（回転方向の慣性エネルギー）を含んでいる。第1通路12A（の中心）が吐出ポート120（の中心）に対し駆動軸4の回転方向側に偏ってあることで、ポンプ要素から吐出ポート120を介して第1通路12Aへ流体を効率的に導くことができる。また、第1通路12Aが回転方向の慣性エネルギーを受容しやすいため、圧力損失を低減できる。なお、吐出ポート120の中心（第1直線91）は、開口の中心に限らず、z軸方向の任意の位置で切った吐出ポート120の断面の中心でもよいし、これらの中心の平均位置であってもよい。

[0047] 吐出ポート120の内周を構成する壁のうち、駆動軸4の半径方向における外側の壁の駆動軸4の回転方向における少なくとも一部は、駆動軸4の軸線40を中心とする円弧であって駆動軸4の回転方向における吐出ポート120の始端部

のうち駆動軸4の半径方向における外側の端を通る円弧γに対し、駆動軸4の半径方向における外側にある。言換えると、駆動軸4の半径方向で、吐出ポート120の外側は、上記円弧γに対し、外側に膨らんでいる。よって、吐出効率と製造効率の改善を図ることができる。すなわち、ポンプ要素から吐出ポート120へ導かれる流体の量は、駆動軸4の半径方向内側よりも外側のほうが多い。また、ポンプ要素から吐出ポート120へ導かれ吐出ポート120の内部を流れる流体は、駆動軸4の半径方向外側へ向う成分（半径方向の慣性エネルギー）を含んでいる。吐出ポート120が半径方向外側に膨らんでいることで、ポンプ要素から吐出ポート120を介して第1通路12Aへ流体を効率的に導くことができる。また、吐出ポート120が半径方向の慣性エネルギーを受容しやすいため、圧力損失を低減できる。より具体的には、吐出ポート120の半径方向外側の壁のうち、駆動軸4の回転方向側の壁126の一部が、上記円弧γに対し、半径方向外側にある。言換えると、駆動軸4の逆回転方向側（吐出ポート120の始端側）よりも回転方向側（吐出ポート120の終端側）のほうの壁が、半径方向外側に膨らんでいる。よって、より効率的に、ポンプ要素から吐出ポート120を介して第1通路12Aへ流体を導き、慣性エネルギーを受容できる。また、吐出ポート120が半径方向に膨らんでいることで、ハウジング3（ポンプ要素収容孔362の底面364）における吐出ポート120の開口の面積（駆動軸4の軸線方向からみた吐出ポート120の面積）の増大を図ることができる。よって、吐出ポート120を鋳造で形成することが容易である。なお、この観点からは、吐出ポート120が半径方向内側に膨らんでいてもよい。第1通路12Aも、半径方向外側の壁126の一部が、吐出ポート120と同様、半径方向外側に膨らんでいる。よって、第1通路12Aについても、上記作用効果が得られる。ポンプ要素から吐出ポート120を介して第1通路12Aへ流体を効率的に導くことができ、第1通路12Aが流体の慣性エネルギーを受容しやすい。また、第1通路12Aを鋳造で形成することが容易である。

[0048] 第1通路12Aは吐出通路部33の内部にある。吐出通路部33は板状の扁平部である。よって、第1通路12Aの上記断面を扁平形状とした場合において、第1通

路12Aの周りの肉厚を削減し、ハウジング3の小型化やコンパクト化を図ることができる。なお、第1通路12Aの少なくとも一部が吐出通路部33の内部にあればよい。本実施形態では、第1通路12Aのほぼ全部が吐出通路部33の内部にある。よって、上記効果を最大化できる。第2通路12Bは吐出通路部33の内部にある。吐出通路部33の（y軸負方向側の）一側面に第2通路12Bが開口する。よって、第2通路12Bの長さ、すなわち第1通路12A（終端部12A2）から第2通路12Bの上記開口までの寸法の短縮化を図れる。第2通路12Bを短縮化することで、流路抵抗（圧力損失）を抑制できる。第3直線93は、第2直線92に対し直角に（y軸方向に）延びる。よって、吐出通路部33の上記一側面が第2直線92（xz平面）に沿って広がる場合、第2通路12Bを効果的に短縮化できる。また、第1通路12Aと第2通路12Bの形成を容易化できる。また、第2通路12Bによりハウジング3が第2直線92の方向（駆動軸4の軸線方向）に大型化することを抑制できる。

[0049] 吐出通路部33にはボルト孔333がある。第2通路12Bの上記開口に接続する部材を吐出通路部33に固定するためのボルトが孔333を貫通する。孔333の周囲の膨らみ部331,332は、ボス部として機能する。よって、吐出通路部33の一部をボス部（部材を固定するための固定部）として利用できるため、ボス部（固定部）をハウジング3に別途設ける必要がない。これにより、ハウジング3の小型化やコンパクト化を図ることができる。

[0050] 第3直線93に直交する第2通路12Bの断面は円形である。よって、第2通路12Bにおける圧力損失（壁面での摩擦損失）を抑制できる。また、第2通路12Bの上記断面を円形とすることで、ハウジング3の外面における第2通路12Bの開口を容易に円形とすることができる。上記開口を円形とすることで、外部の部材における通路との連続性を容易に確保できる。

[0051] 第2通路12Bは、駆動軸4の軸線方向（z軸方向）において駆動軸4から離れた位置でハウジング3の外部に開口する。よって、第2通路12Bの上記開口に接続する部材と駆動軸4とが干渉することを抑制し、部材の接続を容易化できる。第2通路12Bは、第1通路12Aに対し駆動軸4の側（y軸負方向側）でハウジング3

の外面に開口する。よって、より有効に上記作用効果を得ることができる。駆動軸4の軸線方向において第2通路12Bの上記開口に近接する駆動軸4の（z軸正方向）端部と反対側の駆動軸4の（z軸負方向）端部が、ハウジング3から突出し、駆動源から動力が伝達される。すなわち、上記反対側の端部が、駆動軸4を駆動するための部材に接続する。よって、設計の自由度を確保できる。すなわち、第2通路12Bの上記開口に接続する部材と、駆動軸4を駆動するための部材とが干渉することを抑制できる。また、この干渉を抑制できる分だけ、第2通路12Bの上記開口の大きさや位置、言換えると第1通路12Aの長さを、自由に設定できる。すなわち、第1通路12Aは、所定の大きさの吐出口（第2通路12Bの開口）を設けられるだけ（駆動軸4の軸線方向において）深く形成される。この深さを小さくできる。言換えると、駆動軸4の軸線方向におけるハウジング3の寸法の増大を抑制しつつ、第2通路12Bの上記開口の面積を大きくできる。

[0052] ハウジング3（フランジ部35）は、第1ボス部351と、第1ボス部351とは異なる位置にある第2ボス部352を有する。第1ボス部351には、カバー301をハウジング本体300に結合するためのボルト30が貫通する。第2ボス部352には、ハウジング3を他の部材（バランサモジュール2のハウジング200,201）に結合するためのボルト30が貫通する。よって、ポンプ1の組み立てと（他部材への）取り付けとがそれぞれ別のボス部（固定部）351,352により実現されるため、組み立てと取り付けの作業性を改善できる。第1ボス部351は2以上（本実施形態では3つ）ある。よって、カバー301とハウジング本体300との結合強度を向上できる。第1ボス部351は、x軸方向とy軸方向で駆動軸4の軸線40を跨ぐように、ポンプ要素収容孔362の周りに並ぶ。よって、ポンプ要素をより強固に保持可能である。第2ボス部352は2以上（本実施形態では3つ）ある。よって、他の部材（バランサモジュール2）へのハウジング3（ポンプ1）の取り付け強度を向上できる。第2ボス部352は、x軸方向で軸線40を跨ぐ。よって、ポンプ1をより強固に取り付け可能である。なお、ボス部とボルトの組み合わせに限らず、溶接等による固定部を用いて上記結合を実現してもよい。

[0053] ポンプ1の製造方法は、ハウジング本体300を鋳造により一体に形成する第1工程を有する。鋳造によることで、「ポンプ要素を回転自在に収容可能な凹部であるポンプ要素収容孔362に開口し、ポンプ要素の回転軸線40に沿って延びる吐出ポート120であって、軸線40に直交する断面がポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状である吐出ポート120」と「ポンプ要素の回転軸線40に沿って延びる第1通路12Aであって、軸線40に直交する断面がポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状である第1通路12A」を、「ポンプ要素収容孔362」と一体に、容易に形成できる。機械加工の工程を削減でき、封止プラグも必要ない。また、鋳造によることで、吐出ポート120、吐出ポート120と第1通路12Aとの接続部、および第1通路12Aの断面の形状が連続的に変化（または断面積が漸減）する構成を、容易に実現できる。例えば、断面が共に扁平形状である吐出ポート120と第1通路12Aとを、同一の（第2の）型により一体に形成することで、両者120,12Aの内壁を連続的に（滑らかに）造形することが容易である。特に、（第2の）型の抜き勾配により、吐出ポート120および第1通路12Aの断面積が漸減する構成を容易に実現できる。

[0054] ［第2実施形態］

まず、構成を説明する。図19～図21に示すように、吐出通路部33は、本体部330、第2通路部334、第1ボス部335、および第2ボス部336を有する。本体部330は、第1実施形態と同じである。第2通路部334は、円筒状であり、本体部330のx軸負方向側からx軸負方向に延びる。第1通路12Aは本体部330の内部にあり、第2通路12Bは第2通路部334の内部にある。第1通路12Aは、第1実施形態と同じ構成である。第2通路12Bは円筒状であり、x軸方向に（第2直線92に対し直角に）延びる。第2通路12Bは、第1通路12Aのx軸負方向側の壁に開口すると共に、第2通路部334のx軸負方向側の面に開口する。第1ボス部335は、第2通路部334のx軸負方向端からy軸正方向側かつz軸負方向側に延び、yz平面に沿って広がる板状である。第2ボス部336は、第2通路部334のx軸負方向端においてy軸負方向側かつz軸正方向側に接続し、第2通路部334を挟んで第1ボス部335と反対側にある。各ボス部335,336にはボルト孔337がある。第1ボス部335の

ボルト孔337はx軸方向に延びて第1ボス部335を貫通する。第2ボス部336のボルト孔337はx軸方向に延びる有底状である。ボス部335,336は、ボルトと共に、第2通路12Bの開口に接続する部材を固定するための固定部として機能する。他の構成は第1実施形態と同じである。

[0055] 本実施形態では、第2通路12Bがx軸方向に延びることで、第2通路12Bは、第1通路12Aに対し水平方向の位置でハウジング3の外面に開口する。よって、第2通路12Bの上記開口に接続する部材のレイアウト性、言換えると上記部材に対するポンプ1のレイアウト性を向上できる。その他、第1実施形態と同じ構成により、第1実施形態と同じ作用効果が得られる。

[0056] ［他の実施形態］

以上、本発明を実施するための形態を、図面に基づき説明したが、本発明の具体的な構成は、実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。例えば、バランサシャフト（駆動側シャフト）にクランクシャフトの回転を伝達する動力伝達機構は、ギアの噛合いに限らず、スプロケット及びチェーンによるもの等でもよい。ポンプ（ハウジング）を取り付ける相手部材は、バランサモジュールに限らず、シリンダブロック等でもよい。ポンプは、エンジンに限らず、ブレーキ装置やパワーステアリング装置等の作動油供給システムに適用してもよい。ポンプは、ベーンポンプに限らず、ギアポンプ等でもよい。また、固定容量形であってもよい。ハウジング本体の鋳造の具体的方法は任意である。ダイカストに限らず、砂型を用いる鋳造であってもよい。ハウジング本体の材料はアルミニウム合金に限らず、他の材料でもよい。

[0057] ［実施形態から把握しうる他の態様］

以上説明した実施形態から把握しうる他の態様について、以下に記載する。

(1) 流体を吸入して吐出するポンプは、その1つの態様において、

ハウジングと、

前記ハウジングに回転自在に支持される駆動軸と、

前記ハウジングに収容され、前記駆動軸により回転されるポンプ要素と

を備え、

前記ハウジングの内部には、

前記ハウジングの外部からの前記流体が導入される吸入通路と、

前記吸入通路から前記流体を前記ポンプ要素に導く吸入ポートと、

前記ポンプ要素により加圧された前記流体が導入される吐出ポートと、

前記吐出ポートからの前記流体を前記ハウジングの外部に吐出する吐出通路と

が形成され、

前記吐出通路は、

前記吐出ポートに接続される始端部と、終端部と、を備え、１つの直線の周りに前記終端部まで延びる第１通路と、

前記第１通路の前記終端部に接続され、前記ハウジングの外部に開口する第２通路と

を備え、

前記直線に直交する方向に切った前記第１通路の断面の形状は、前記始端部から前記終端部まで連続的に変化する。

(2) 別の態様では、前記態様において、

前記吐出ポートと前記始端部との接続部の断面の形状は、前記吐出ポートと前記始端部との間で連続的に変化する。

(3) 別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記直線は、前記駆動軸の軸線に沿って延びる。

(4) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記ハウジングは、

前記駆動軸の軸線の周りに延びる有底の筒状の凹部であって前記ポンプ要

素を収容する凹部を備えたハウジング本体と、

前記凹部の開口を閉塞するカバーと

を備え、

前記駆動軸の軸線方向における前記凹部の底面において前記吐出ポートが開口する。

(5) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記吐出ポートは、前記駆動軸の前記軸線に沿って延びる。

(6) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記駆動軸の半径方向における前記吐出ポートの寸法よりも、前記駆動軸の回転方向における前記吐出ポートの寸法の方が大きく、

前記駆動軸の前記半径方向における前記第１通路の寸法よりも、前記駆動軸の前記回転方向における前記第１通路の寸法の方が大きい。

(7) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第１通路が前記吐出ポートに対し前記駆動軸の回転方向前方側に配置されている。

(8) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記吐出ポートの内周を構成する壁のうち、前記駆動軸の前記半径方向における外側の壁の少なくとも一部は、前記駆動軸の軸線を中心とする円弧であって前記駆動軸の前記回転方向における前記吐出ポートの始端部のうち前記駆動軸の前記半径方向における外側の端を通る円弧に対し、前記駆動軸の前記半径方向における外側に位置する。

(9) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記ハウジングは板状の扁平部を備え、

前記第１通路の一部および前記第２通路は、前記扁平部の内部に位置し、

前記扁平部の一側面において前記第２通路が開口し、

前記扁平部には、前記第２通路の開口に接続される部材を固定するための固定部が設けられる。

(10) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第２通路は、前記駆動軸の軸線方向において前記駆動軸から離れた位置で前記ハウジングの外部に開口する。

(11) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記駆動軸の軸線方向において前記第２通路の前記開口に近接する前記駆動軸の第１の端部と反対側の前記駆動軸の第２の端部が、前記ハウジングから突出しており、前記駆動軸を駆動するための部材に接続される。

(12) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第２通路が１つの直線に沿って延びる。

(13) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第１通路の前記断面の面積は、前記始端部から前記終端部に向かうにつれて減少する。

(14) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第２通路は、前記第１通路が延びる方向と異なる方向に延び、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の開口の面積は、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の前記開口のうち前記第１通路の前記始端部に最も近い部位で切った前記第１通路の前記断面の面積以下であり、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の前記開口のうち前記第１通路の前記始端部から最も遠い部位で切った前記第１通路の前記断面の面積以上である。

(15) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記ハウジングは、

前記ポンプ要素を収容する凹部を備えたハウジング本体と、

前記凹部の開口を閉塞するカバーと、

前記カバーを前記ハウジング本体に固定するための第１固定部と、

前記ハウジングを前記第１固定部とは異なる位置で他の部材に固定するための第２固定部と

を備える。

(16) また、他の観点から、吸入した流体を加圧して吐出するポンプは、その1つの態様において、

ハウジングと、

前記ハウジングに回転自在に支持される軸と、

前記ハウジングに収容され、前記軸に連結されるポンプ要素と

を備え、

前記ハウジングの内部には、

前記ハウジングの外部から前記ポンプ要素に前記流体を導入するための吸入通路と、

前記ポンプ要素により加圧された前記流体を前記ハウジングの外部へ吐出するための吐出通路と

が形成され、

前記吐出通路は、

１つの直線の周りに延び、前記ポンプ要素の側の始端部と、終端部と、を備える第１通路であって、前記直線に直交する断面の面積が前記始端部から前記終端部に向うにつれて漸減する第１通路と、

前記第１通路の前記終端部に接続され、前記ハウジングの外部に開口する第２通路と

を備える。

(17) 別の態様では、前記態様において、

前記直線は、前記軸の軸線に沿って延び、

前記軸の半径方向における前記第１通路の寸法よりも、前記軸の回転方向における前記第１通路の寸法の方が大きい。

(18) また、他の観点から、吸入した流体を加圧して吐出するポンプは、その1つの態様において、

ハウジングと、

前記ハウジングに回転自在に収容されるポンプ要素と

を備え、

前記ハウジングは、

前記流体を前記ポンプ要素に導く吸入ポートと、

前記ポンプ要素の回転軸線に平行な第１直線の周りに延び、前記ポンプ要素により加圧された前記流体が導入される吐出ポートであって、前記ポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状の、前記第１直線に直交する断面を有する吐出ポートと、

前記吐出ポートに導入された前記流体を前記ハウジングの外部に吐出する吐出通路と

を備え、

前記吐出通路は、

前記吐出ポートに接続され、前記ポンプ要素の前記回転軸線に平行な第２直線の周りに延びる第１通路であって、前記ポンプ要素の前記回転方向に長い扁平な形状の、前記第２直線に直交する断面を有する第１通路と、

前記第１通路に接続され、第３直線の周りに延びて前記ハウジングの外面において開口する第２通路と

を備える。

(19) 別の態様では、前記態様において、

前記吐出ポートと前記第１通路との接続部の、前記ポンプ要素の前記回転軸線に直交する断面の形状は、前記吐出ポートと前記第１通路との間で連続的に変化する。

(20) 別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記ポンプは、前記ハウジングに回転自在に支持され、前記ポンプ要素を回転させる駆動軸を備え、

前記第２通路は、前記第１通路に対し前記駆動軸の側で前記ハウジングの外面において開口し、

前記駆動軸において前記第２通路の前記開口に近接する第１の端部と反対側の第２の端部が、ハウジングから突出し、駆動源から動力が伝達される。

(21) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記ハウジングは、

前記ポンプ要素を収容する凹部、前記吐出ポート、前記第１通路、および前記第２通路を備えるハウジング本体と、

前記凹部の開口を閉塞するカバーと

を備える。

(22) さらに別の態様では、前記態様のいずれかにおいて、

前記第３直線に直交する前記第２通路の断面は円形である。

(23) ポンプの製造方法は、その1つの態様において、

ポンプ要素を回転自在に収容可能な凹部と、

前記凹部において開口する吸入ポートと、

前記凹部において開口し、前記ポンプ要素の回転軸線に沿って延びる吐出ポートであって、前記ポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状の、前記ポンプ要素の前記回転軸線に直交する断面を有する吐出ポートと、

前記吐出ポートに接続され、前記ポンプ要素の前記回転軸線に沿って延びる第１通路であって、前記ポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状の、前記ポンプ要素の前記回転軸線に直交する断面を有する第１通路と、

前記第１通路に接続され、直線的に延びて前記ハウジングの外面において開口する第２通路と

を備えたハウジング本体を、鋳造により一体的に形成する工程と、

前記凹部に前記ポンプ要素を設置する工程と、

カバーにより前記凹部の開口を閉塞する工程と

を備える。

[0058] 本願は、２０１７年７月１１日出願の日本特許出願番号２０１７－１３５５０４号に基づく優先権を主張する。２０１７年７月１１日出願の日本特許出願番号２０１７－１３５５０４号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に組み込まれる。

符号の説明

[0059] １ ポンプ、３ ハウジング、４ 駆動軸、４０

軸線、５　　ロータ（ポンプ要素）、６　　ベーン（ポンプ要素）、１１　　吸入通路、１１０　　吸入ポート、１２　　吐出通路、１２Ａ　　第１通路、１２Ａ１　始端部、１２Ａ２　終端部、１２Ｂ　　第２通路、１２０　　吐出ポート

請求の範囲

[請求項1] 流体を吸入して吐出するポンプであって、

ハウジングと、

前記ハウジングに回転自在に支持される駆動軸と、

前記ハウジングに収容され、前記駆動軸により回転されるポンプ要素と

を備え、

前記ハウジングの内部には、

前記ハウジングの外部からの前記流体が導入される吸入通路と、

前記吸入通路から前記流体を前記ポンプ要素に導く吸入ポートと、

前記ポンプ要素により加圧された前記流体が導入される吐出ポートと、

前記吐出ポートからの前記流体を前記ハウジングの外部に吐出する吐出通路と

が形成され、

前記吐出通路は、

前記吐出ポートに接続される始端部と、終端部と、を備え、１つの直線の周りに前記終端部まで延びる第１通路と、

前記第１通路の前記終端部に接続され、前記ハウジングの外部に開口する第２通路と

を備え、

前記直線に直交する方向に切った前記第１通路の断面の形状は、前記始端部から前記終端部まで連続的に変化する

ポンプ。

[請求項2] 請求項１のポンプであって、

前記吐出ポートと前記始端部との接続部の断面の形状は、前記吐出ポートと前記始端部との間で連続的に変化する

ポンプ。

[請求項3] 請求項１のポンプであって、

前記直線は、前記駆動軸の軸線に沿って延びる

ポンプ。

[請求項4] 請求項１のポンプであって、

前記ハウジングは、

前記駆動軸の軸線の周りに延びる有底の筒状の凹部であって前記ポンプ要素を収容する凹部を備えたハウジング本体と、

前記凹部の開口を閉塞するカバーと

を備え、

前記駆動軸の軸線方向における前記凹部の底面において前記吐出ポートが開口する

ポンプ。

[請求項5] 請求項４のポンプであって、

前記吐出ポートは、前記駆動軸の前記軸線に沿って延びる

ポンプ。

[請求項6] 請求項１のポンプであって、

前記駆動軸の半径方向における前記吐出ポートの寸法よりも、前記駆動軸の回転方向における前記吐出ポートの寸法の方が大きく、

前記駆動軸の前記半径方向における前記第１通路の寸法よりも、前記駆動軸の前記回転方向における前記第１通路の寸法の方が大きい

ポンプ。

[請求項7] 請求項６のポンプであって、

前記第１通路が前記吐出ポートに対し前記駆動軸の回転方向前方側に配置されている

ポンプ。

[請求項8] 請求項６のポンプであって、

前記吐出ポートの内周を構成する壁のうち、前記駆動軸の前記半径方向における外側の壁の少なくとも一部は、前記駆動軸の軸線を中心

とする円弧であって前記駆動軸の前記回転方向における前記吐出ポートの始端部のうち前記駆動軸の前記半径方向における外側の端を通る円弧に対し、前記駆動軸の前記半径方向における外側に位置する

ポンプ。

[請求項9] 請求項１のポンプであって、

前記ハウジングは板状の扁平部を備え、

前記第１通路の一部および前記第２通路は、前記扁平部の内部に位置し、

前記扁平部の一側面において前記第２通路が開口し、

前記扁平部には、前記第２通路の開口に接続される部材を固定するための固定部が設けられた

ポンプ。

[請求項10] 請求項１のポンプであって、

前記第２通路は、前記駆動軸の軸線方向において前記駆動軸から離れた位置で前記ハウジングの外部に開口する

ポンプ。

[請求項11] 請求項１のポンプであって、

前記駆動軸の軸線方向において前記第２通路の前記開口に近接する前記駆動軸の第１の端部と反対側の前記駆動軸の第２の端部が、前記ハウジングから突出しており、前記駆動軸を駆動するための部材に接続される

ポンプ。

[請求項12] 請求項１のポンプであって、

前記第２通路が１つの直線に沿って延びる

ポンプ。

[請求項13] 請求項１のポンプであって、

前記第１通路の前記断面の面積は、前記始端部から前記終端部に向かうにつれて減少する

ポンプ。

[請求項14] 請求項１のポンプであって、

前記第２通路は、前記第１通路が延びる方向と異なる方向に延び、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の開口の面積は、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の前記開口のうち前記第１通路の前記始端部に最も近い部位で切った前記第１通路の前記断面の面積以下であり、

前記第１通路の前記終端部における前記第２通路の前記開口のうち前記第１通路の前記始端部から最も遠い部位で切った前記第１通路の前記断面の面積以上である

ポンプ。

[請求項15] 請求項１のポンプであって、

前記ハウジングは、

前記ポンプ要素を収容する凹部を備えたハウジング本体と、

前記凹部の開口を閉塞するカバーと、

前記カバーを前記ハウジング本体に固定するための第１固定部と、

前記ハウジングを前記第１固定部とは異なる位置で他の部材に固定するための第２固定部と

を備える、ポンプ。

[請求項16] 吸入した流体を加圧して吐出するポンプであって、

ハウジングと、

前記ハウジングに回転自在に支持される軸と、

前記ハウジングに収容され、前記軸に連結されるポンプ要素と

を備え、

前記ハウジングの内部には、

前記ハウジングの外部から前記ポンプ要素に前記流体を導入するための吸入通路と、

前記ポンプ要素により加圧された前記流体を前記ハウジングの外部

へ吐出するための吐出通路と

が形成され、

前記吐出通路は、

１つの直線の周りに延び、前記ポンプ要素の側の始端部と、終端部と、を備える第１通路であって、前記直線に直交する断面の面積が前記始端部から前記終端部に向うにつれて漸減する第１通路と、

前記第１通路の前記終端部に接続され、前記ハウジングの外部に開口する第２通路と

を備える、ポンプ。

[請求項17] 請求項１６のポンプであって、

前記直線は、前記軸の軸線に沿って延び、

前記軸の半径方向における前記第１通路の寸法よりも、前記軸の回転方向における前記第１通路の寸法の方が大きい

ポンプ。

[請求項18] ポンプの製造方法であって、

ポンプ要素を回転自在に収容可能な凹部と、

前記凹部において開口する吸入ポートと、

前記凹部において開口し、前記ポンプ要素の回転軸線に沿って延びる吐出ポートであって、前記ポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状の、前記ポンプ要素の前記回転軸線に直交する断面を有する吐出ポートと、

前記吐出ポートに接続され、前記ポンプ要素の前記回転軸線に沿って延びる第１通路であって、前記ポンプ要素の回転方向に長い扁平な形状の、前記ポンプ要素の前記回転軸線に直交する断面を有する第１通路と、

前記第１通路に接続され、直線的に延びて前記ハウジングの外面において開口する第２通路と

を備えたハウジング本体を、鋳造により一体的に形成する工程と

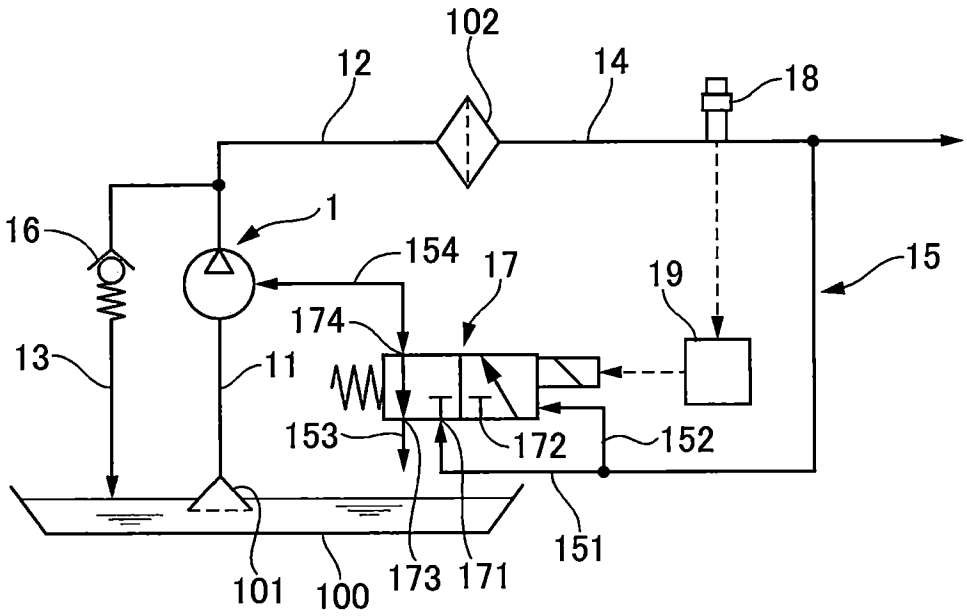
、

前記凹部に前記ポンプ要素を設置する工程と、

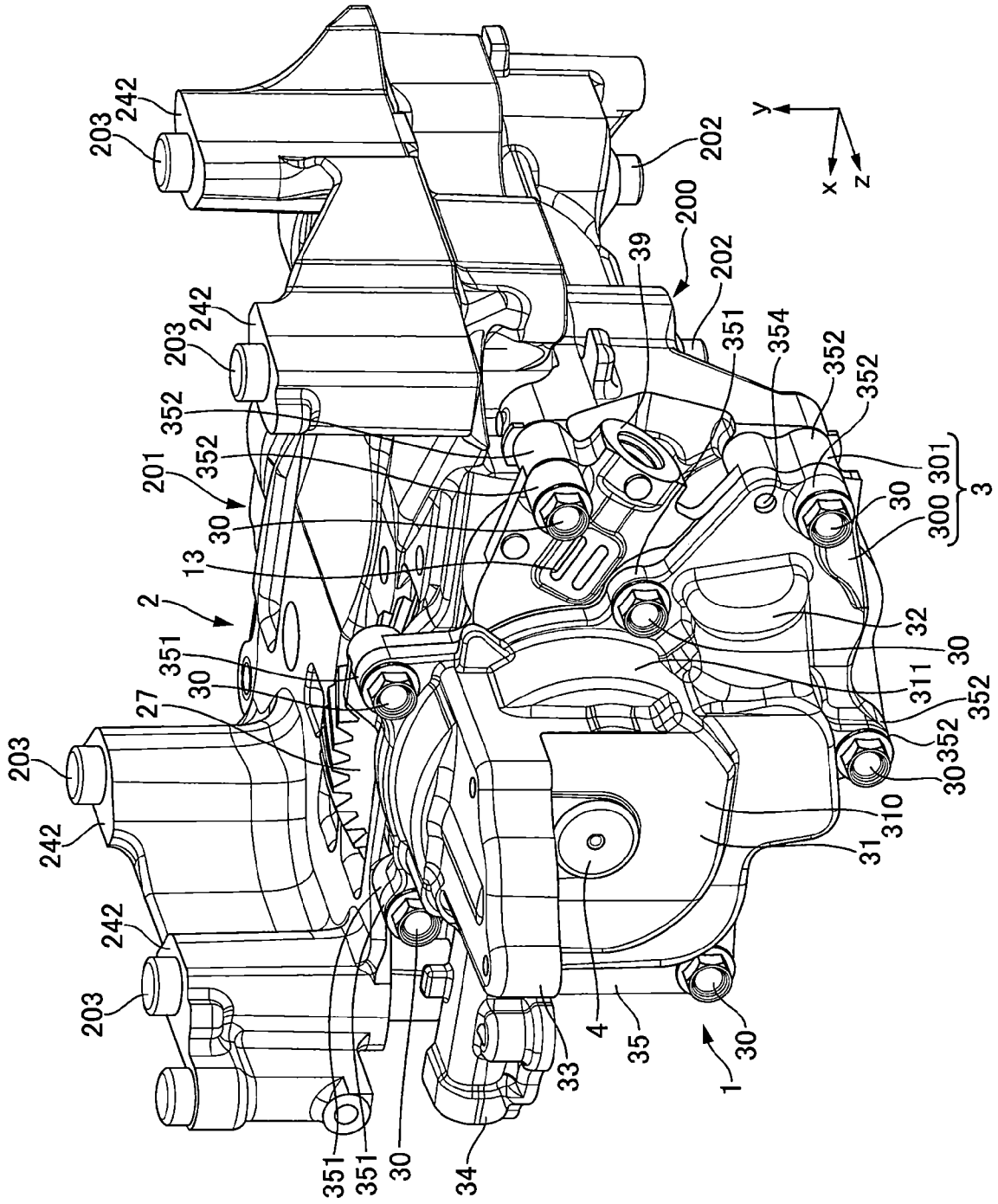
カバーにより前記凹部の開口を閉塞する工程と

を備えるポンプの製造方法。

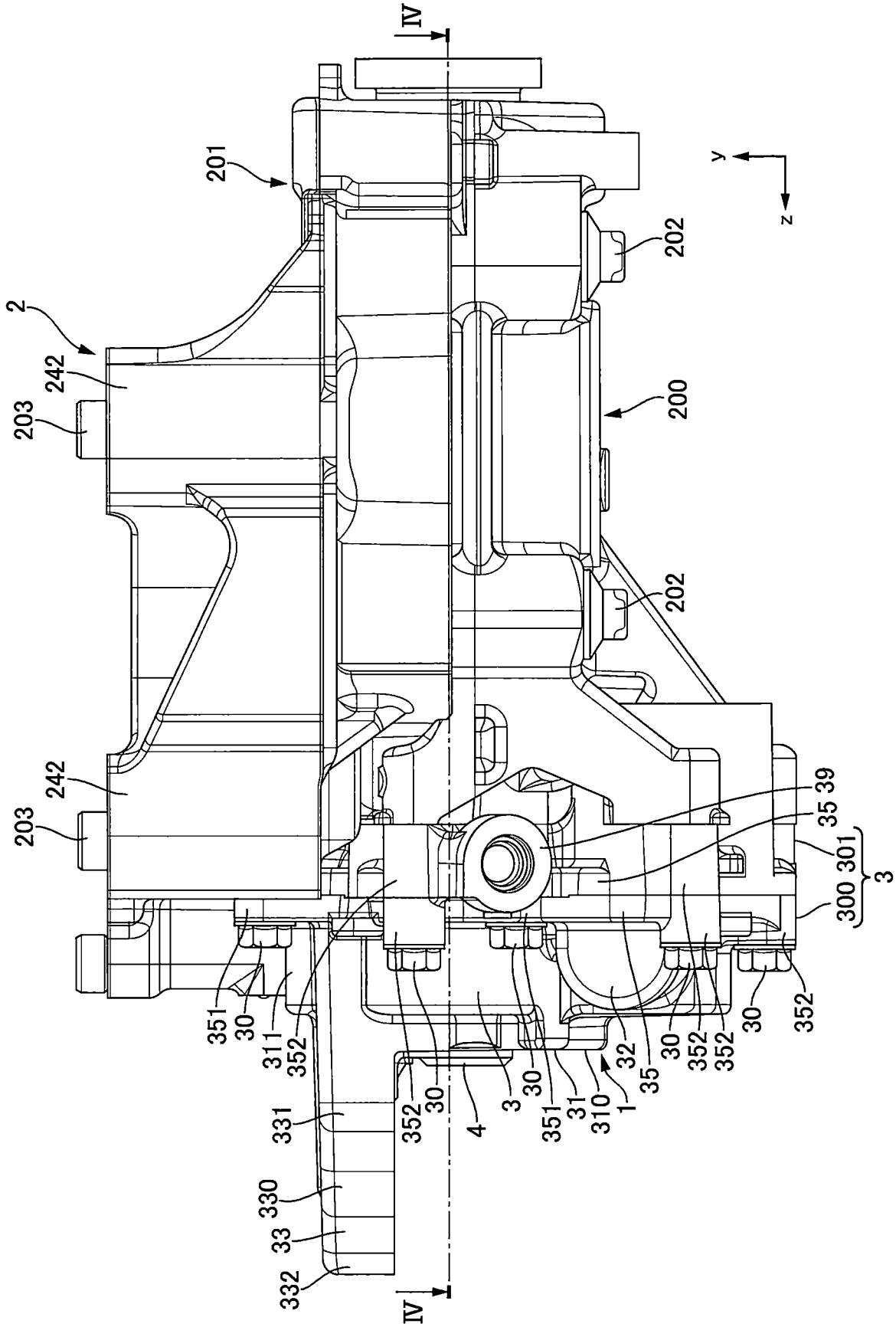
[図1]


102
12
14
18
1
16
154
17
19
15
174
13
11
153
172
152
151
101
100
173
171

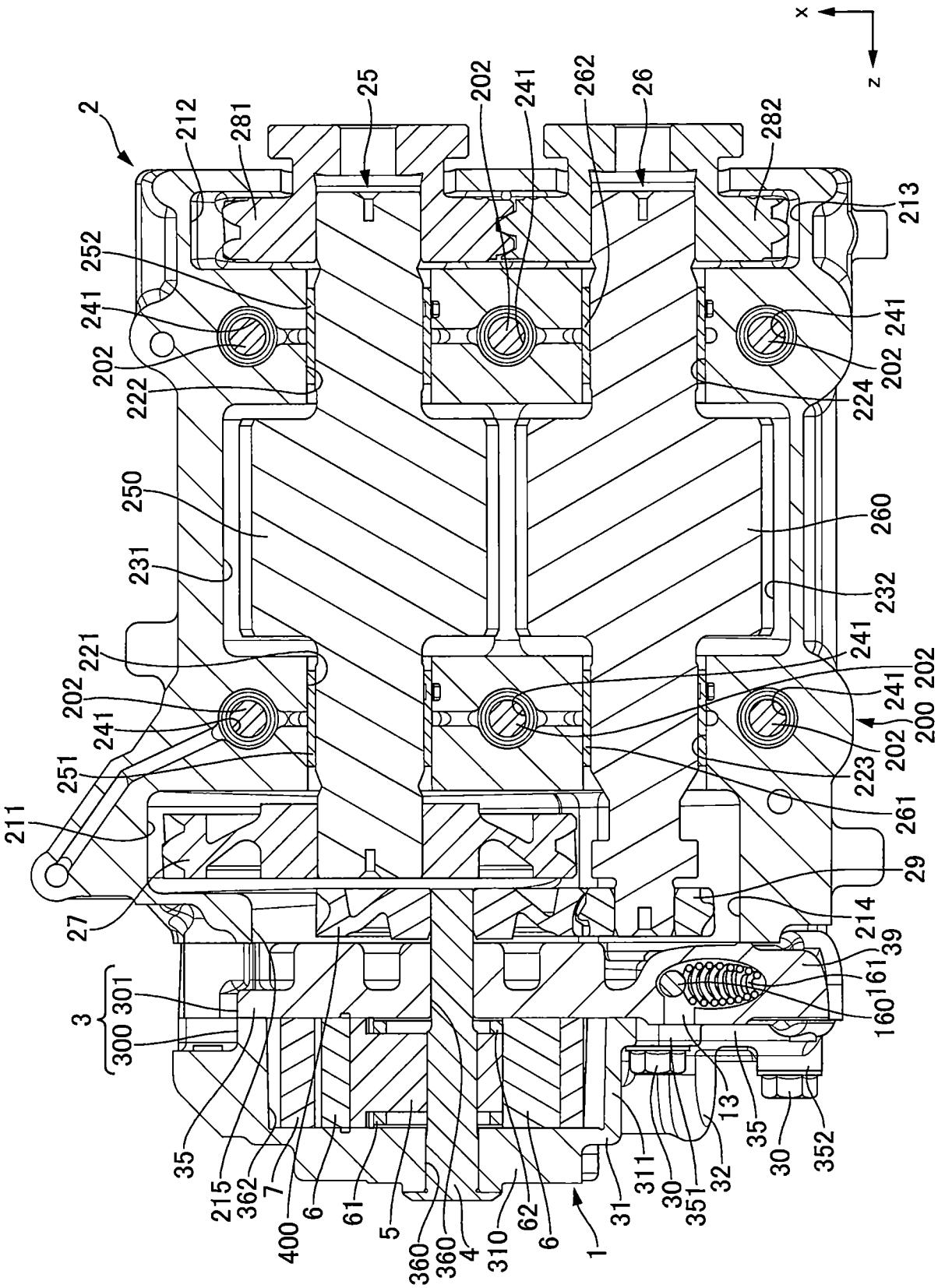
[図2]


y
x
z
203
242
202
200
39
351
354
352
201
30
13
2
32
311
27
310
31
4
35
33
34
1
3
300
301

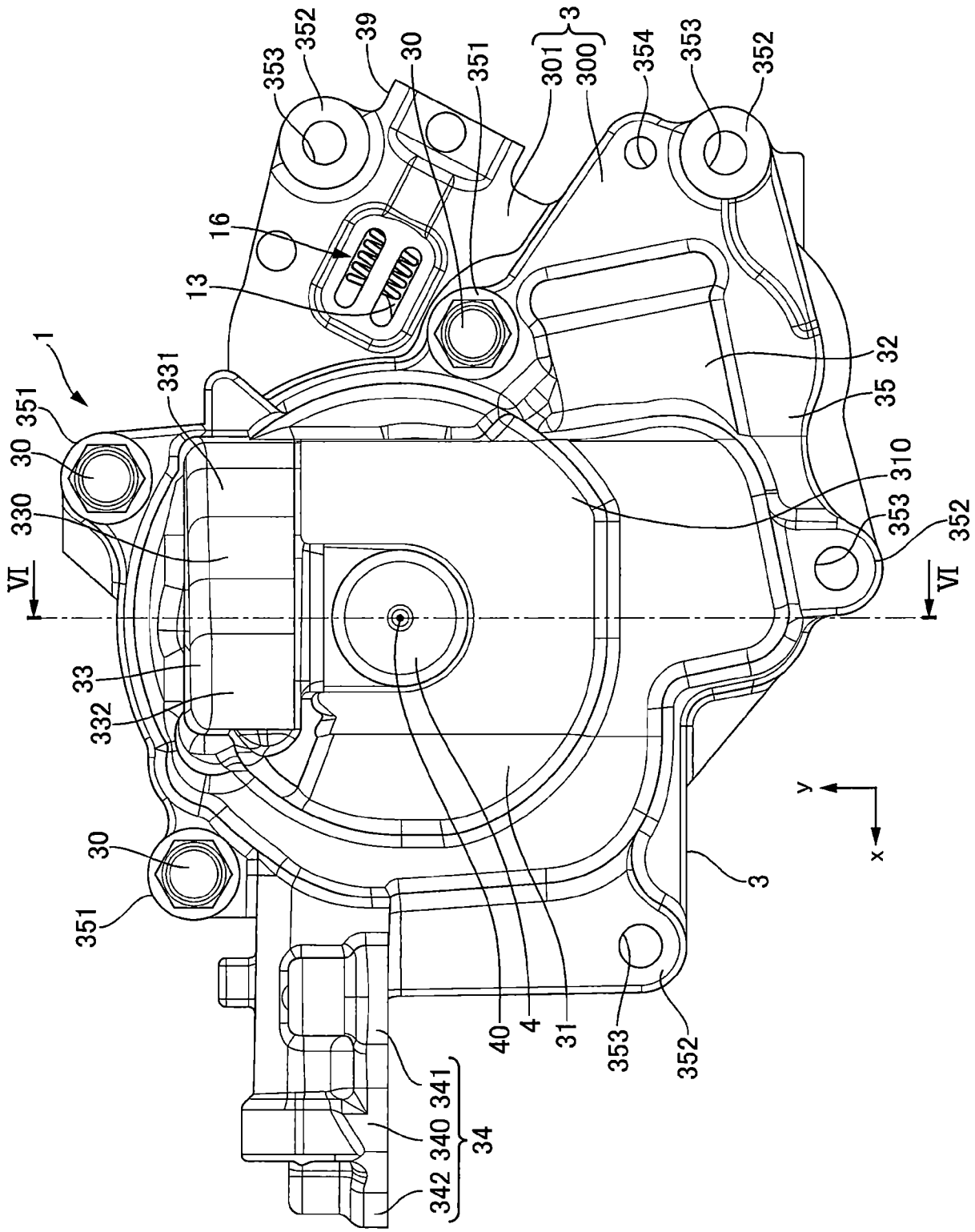
[図3]


IV
201
202
2
242
203
200
202
242
203
39
35
301
3
300
351
30
311
352
352
30
331
330
33
332
IV
4
3
30
351
31
310
1
32
35
30
352
352
30
352
y
z

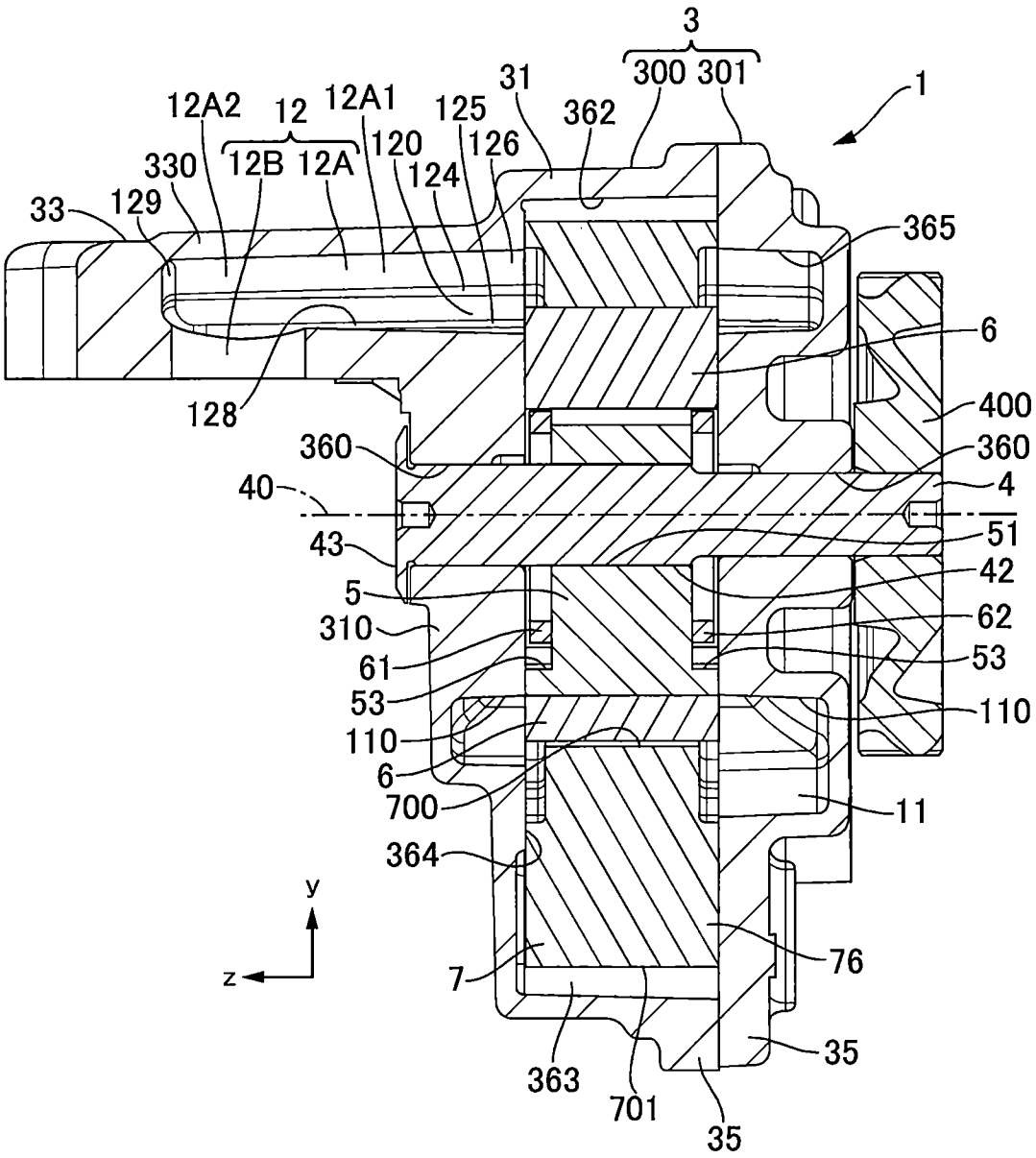
[図4]


x
z
2
212
281
25
202
241
262
26
282
213
252
241
202
222
224
250
260
231
232
221
241
202
200
223
251
261
211
29
27
214
39
3
301
300
161
160
35
215
362
7
400
6
61
5
360
360
4
310
62
6
1
31
311
30
351
32
13
35
30
352

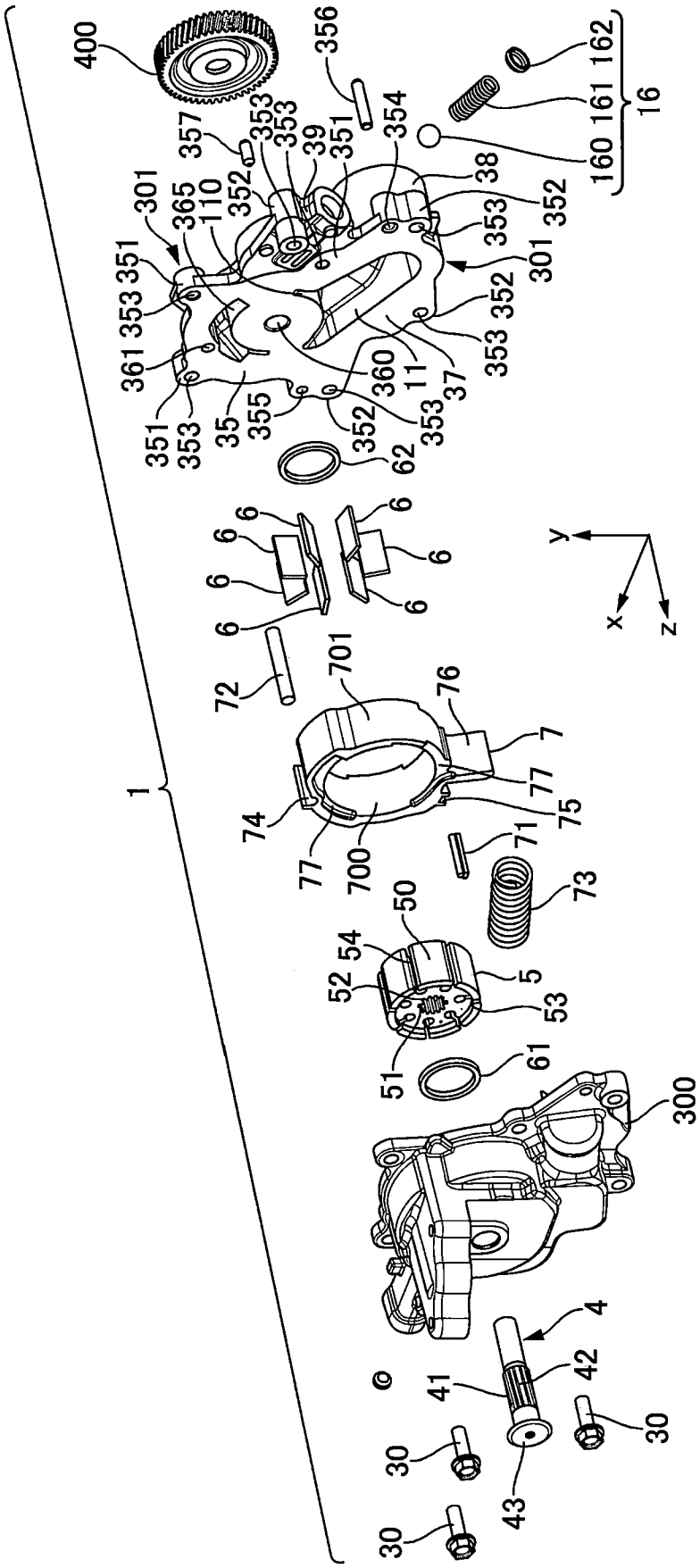
[図5]


1
3
30
31
32
33
34
35
4
39
40
13
16
300
301
310
330
331
332
340
341
342
351
352
353
354
VI
VI
y
x

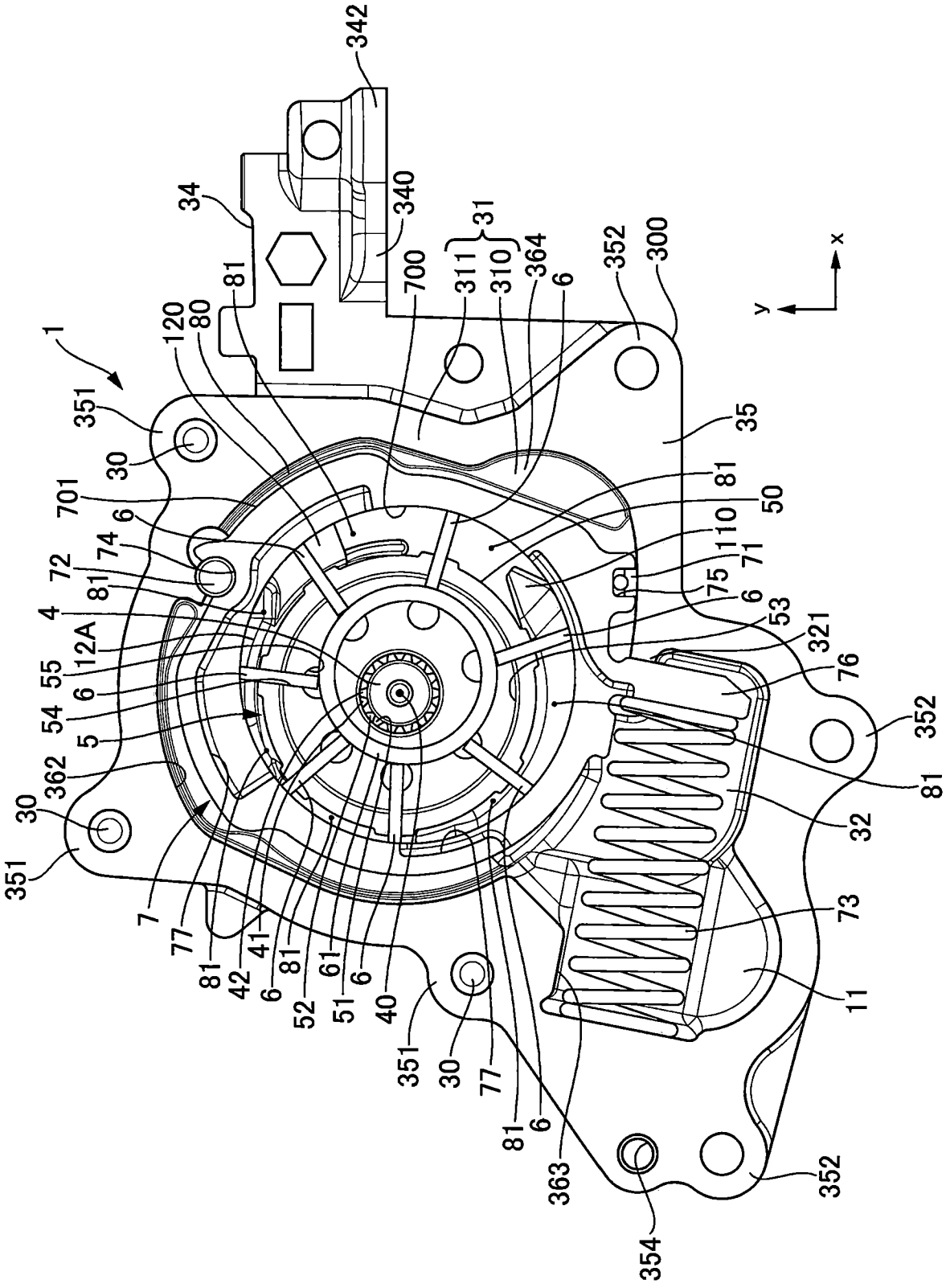
[図6]


3
300 301
1
31
362
12A2
12
12A1
125
126
120
124
330
12B 12A
33
129
365
6
128
400
360
360
40
4
43
51
42
5
62
310
61
53
53
110
110
6
700
11
364
y
z
76
7
35
363
701
35

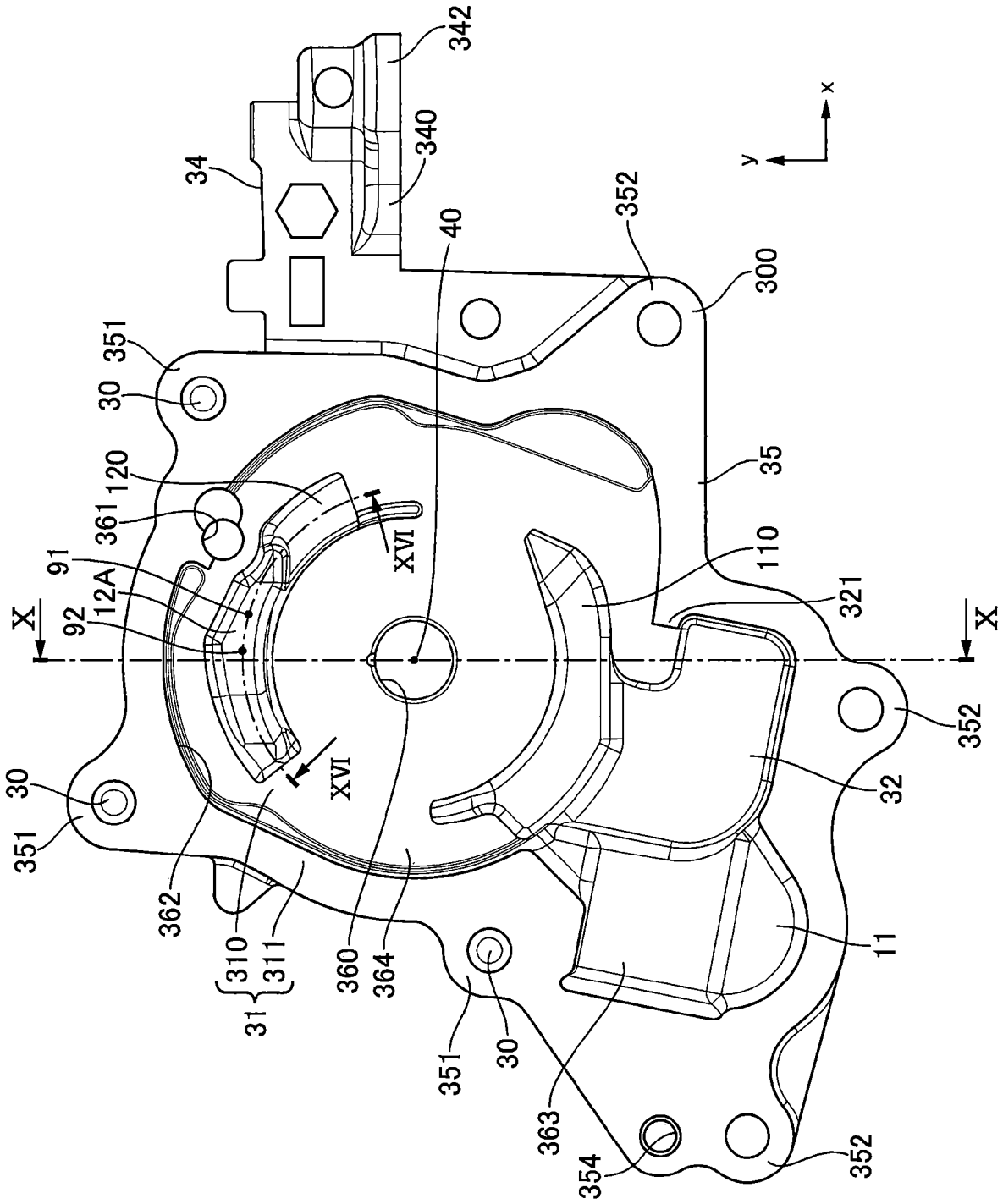
[図7]


400
356
162
161
16
160
357
353
353
39
351
354
38
352
353
301
352
301
365
110
352
351
353
361
353
351
353
35
355
352
353
360
11
37
353
352
62
6
6
6
6
6
6
y
x
z
72
701
76
7
77
74
75
71
77
700
73
50
54
52
5
53
51
61
300
4
41
42
30
30
43
30

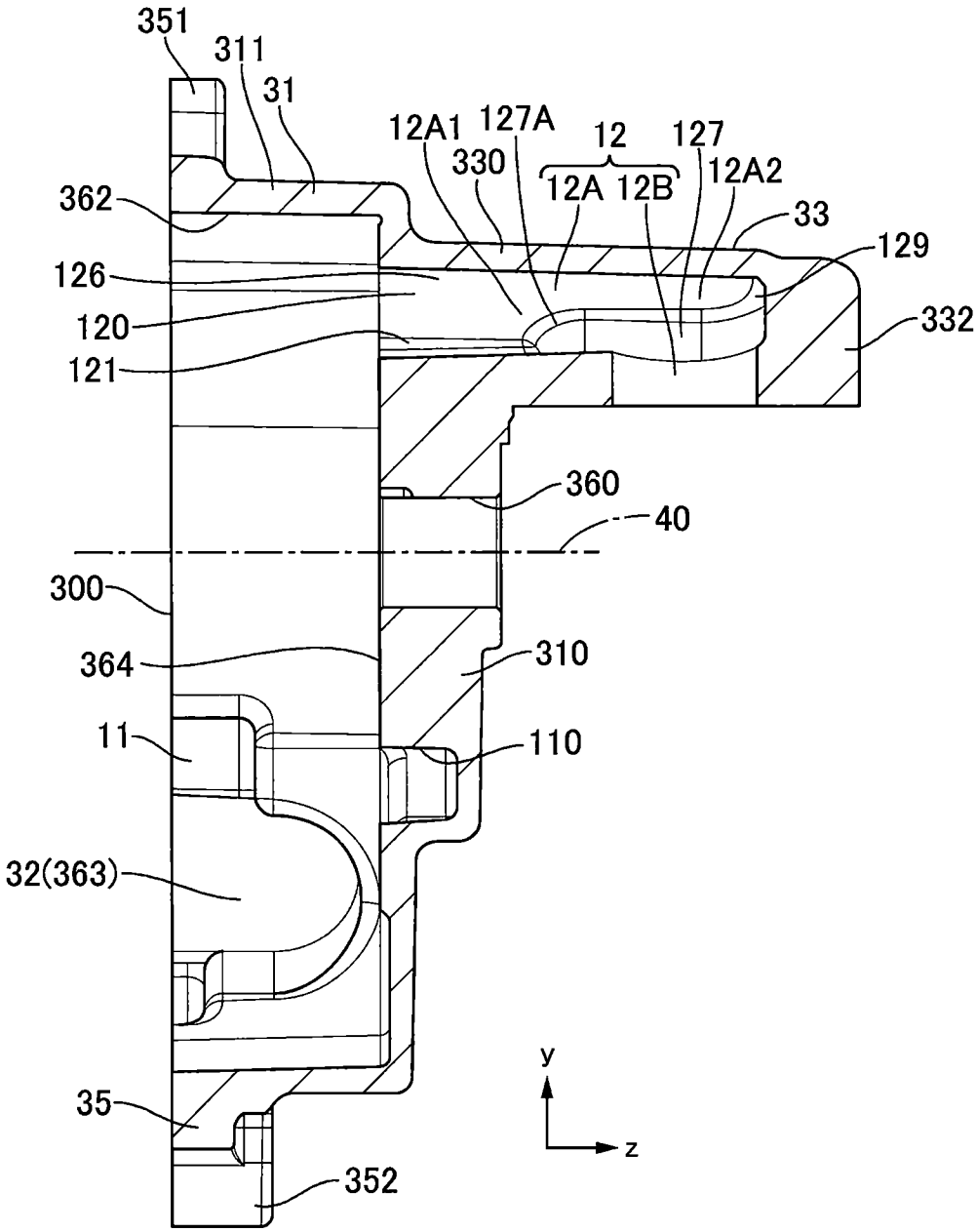
[図8]


342
34
340
31
311
310
364
6
352
300
700
81
120
80
1
351
30
701
6
74
72
81
4
12A
55
6
54
5
362
30
351
7
77
81
42
41
6
81
52
61
51
6
40
351
30
77
81
6
363
354
352
11
73
32
81
352
76
321
53
6
75
110
71
50
81
35
x
y

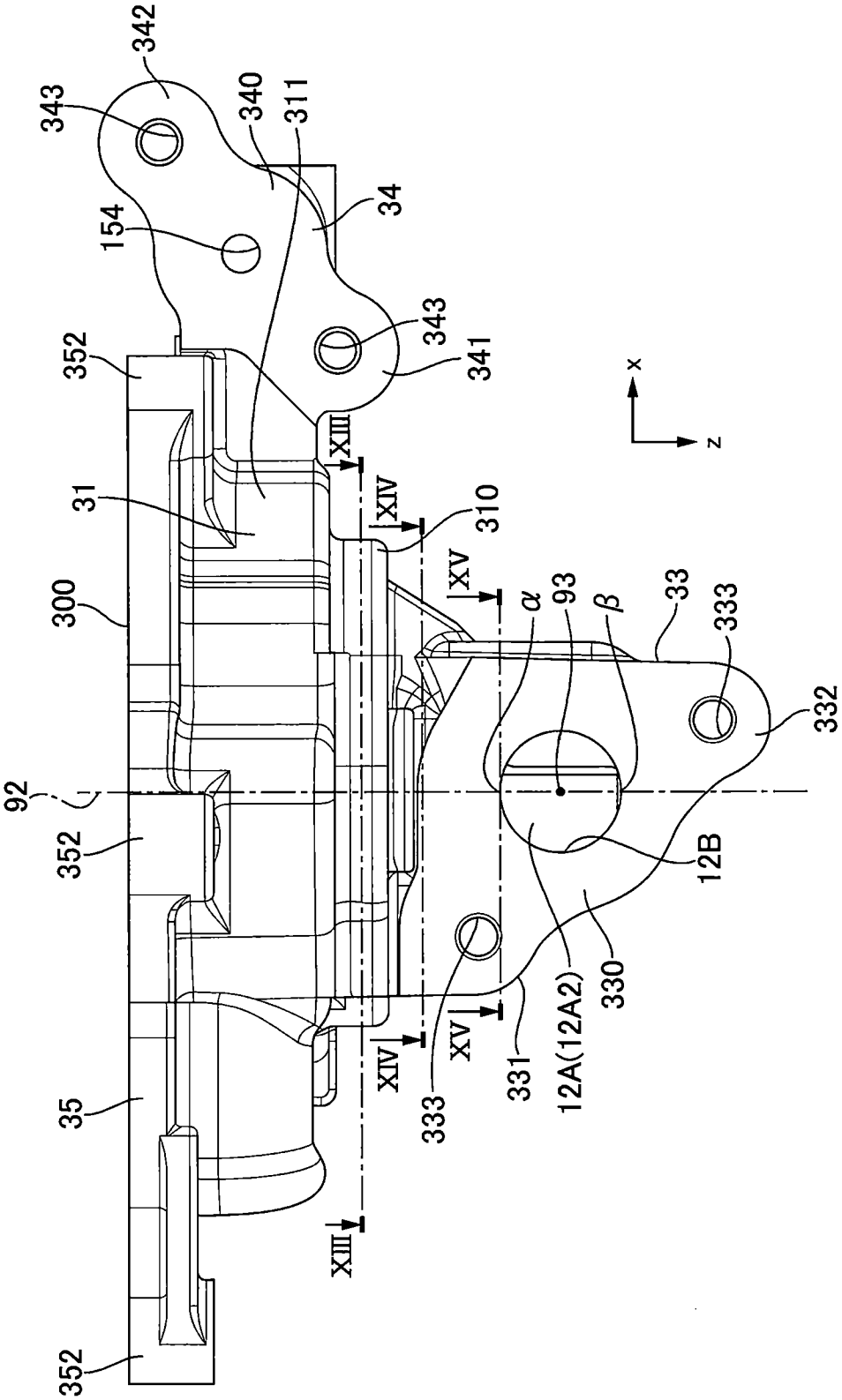
[図9]


342
340
34
40
352
300
351
30
120
361
91
12A
92
35
110
321
X
XVI
362
310
311
31
360
364
32
11
363
354

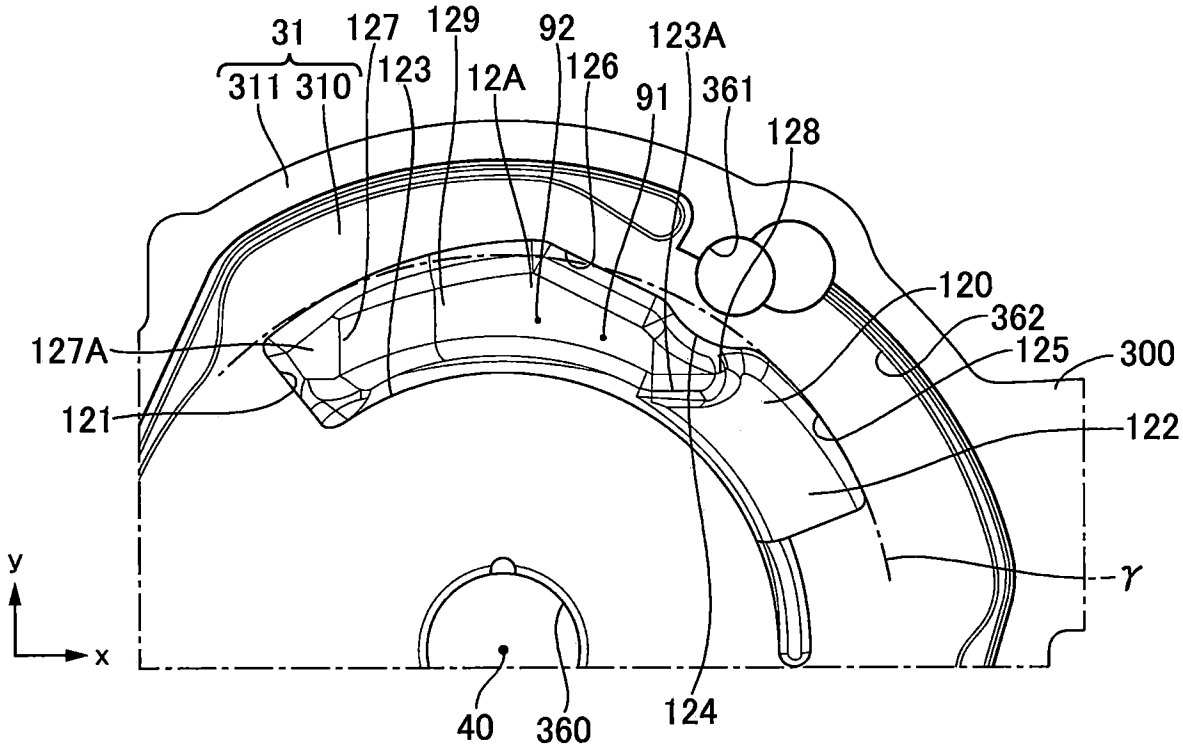
[図10]


351
311
31
12A1
127A
330
12
12A
12B
127
12A2
33
129
362
126
120
121
332
360
40
300
364
310
11
110
32(363)
35
352
y
z

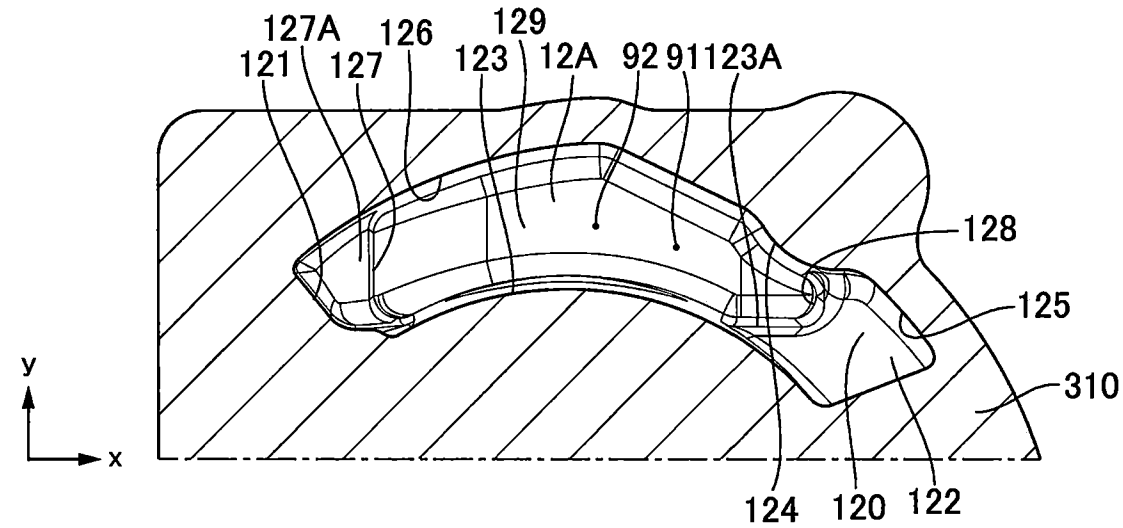
[図11]


342
343
340
311
34
154
343
341
352
31
300
92
352
35
352
XIII
XIV
XV
310
α
93
β
33
333
332
12B
330
331
12A(12A2)
333
x
z

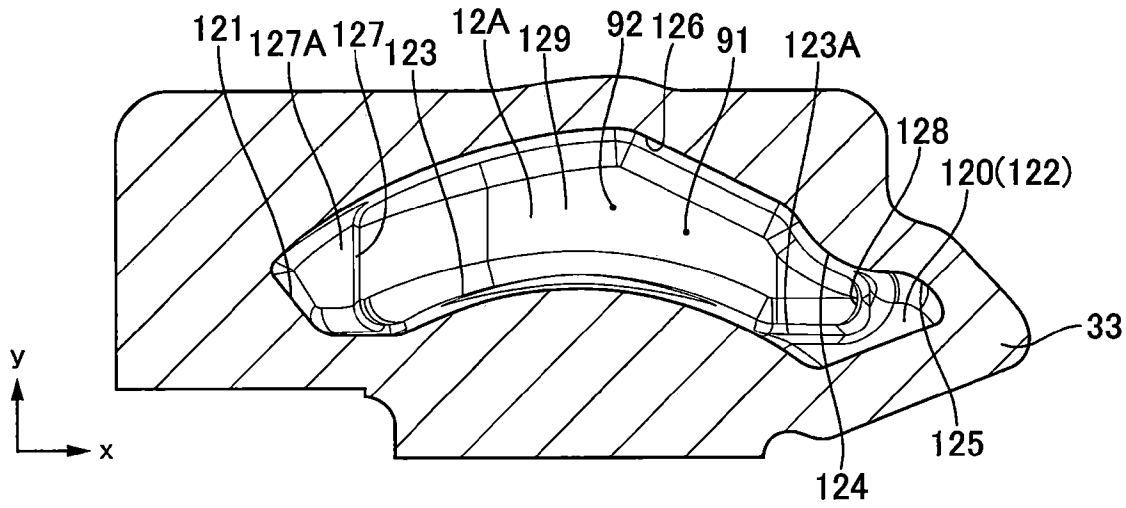
[図12]


31
311
310
127
123
129
12A
92
126
91
123A
361
128
120
362
125
300
127A
121
122
γ
y
x
40
360
124

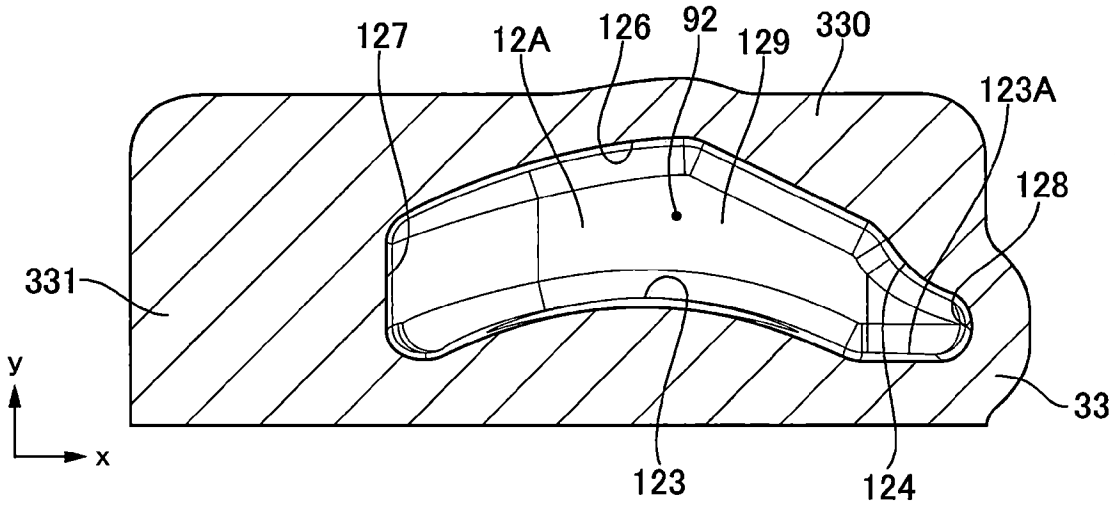
[図13]


127A
121
126
127
129
123
12A
92
91
123A
128
125
310
y
x
124
120
122

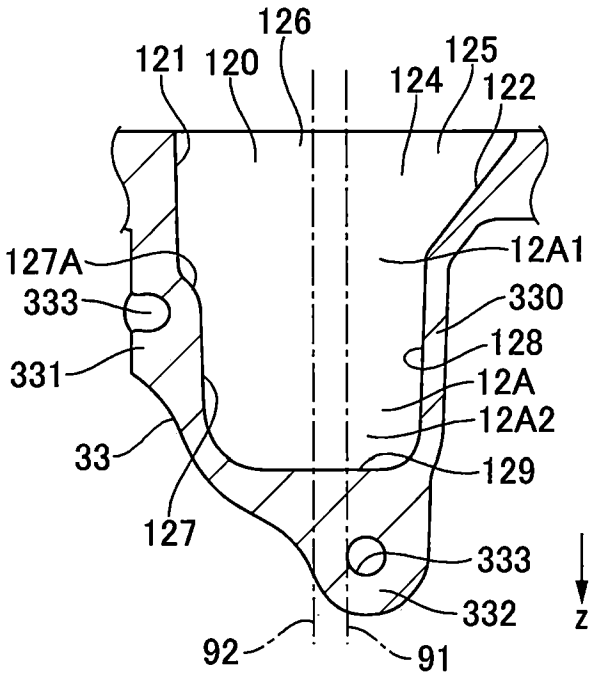
[図14]


121
127A
127
123
12A
129
92
126
91
123A
128
120(122)
33
125
124
y
x

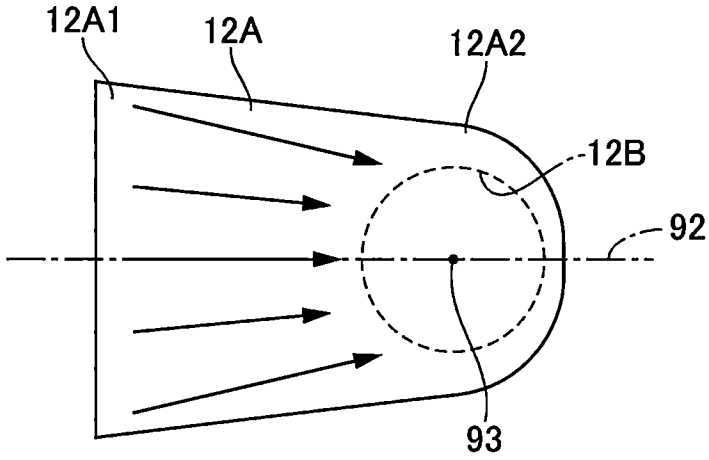
[図15]


127
12A
126
92
129
330
123A
128
331
33
123
124
y
x

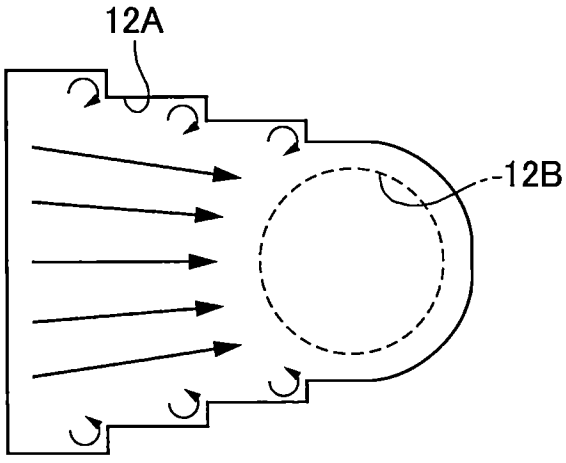
[図16]


126
121
120
125
124
122
127A
12A1
333
330
128
331
12A
12A2
33
129
127
333
332
z
92
91

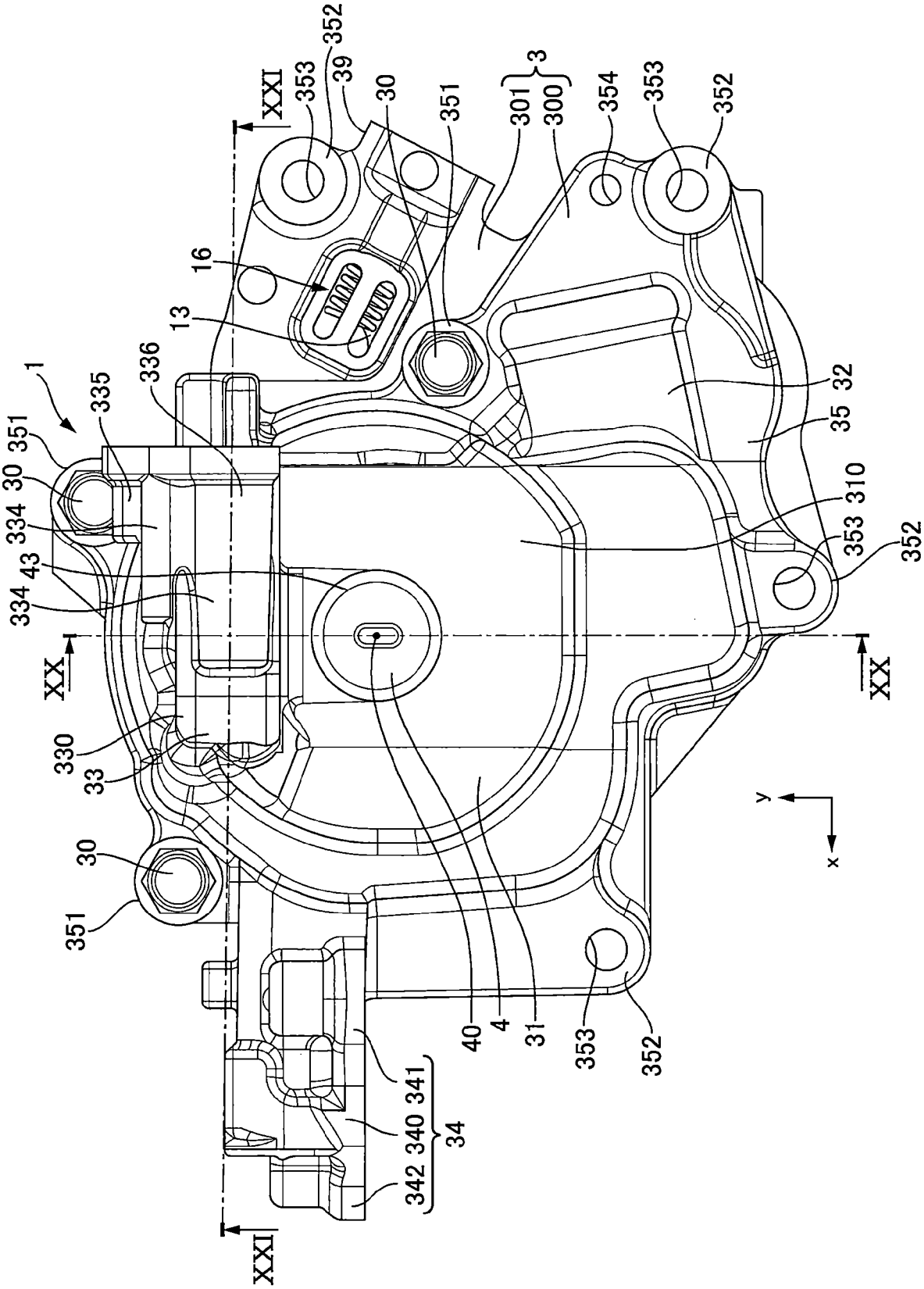
[図17]


12A1
12A
12A2
12B
92
93

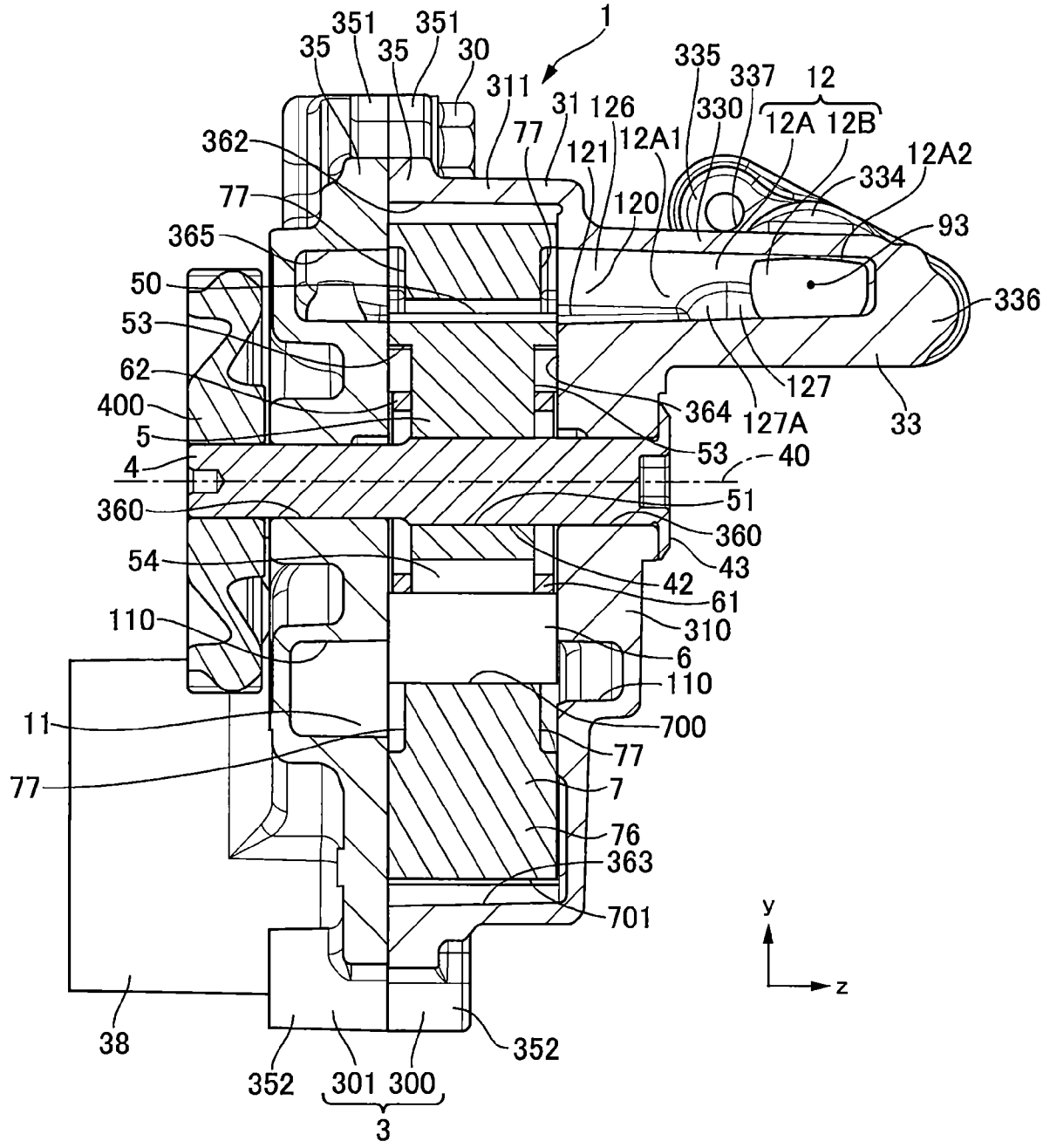
[図18]


12A
12B

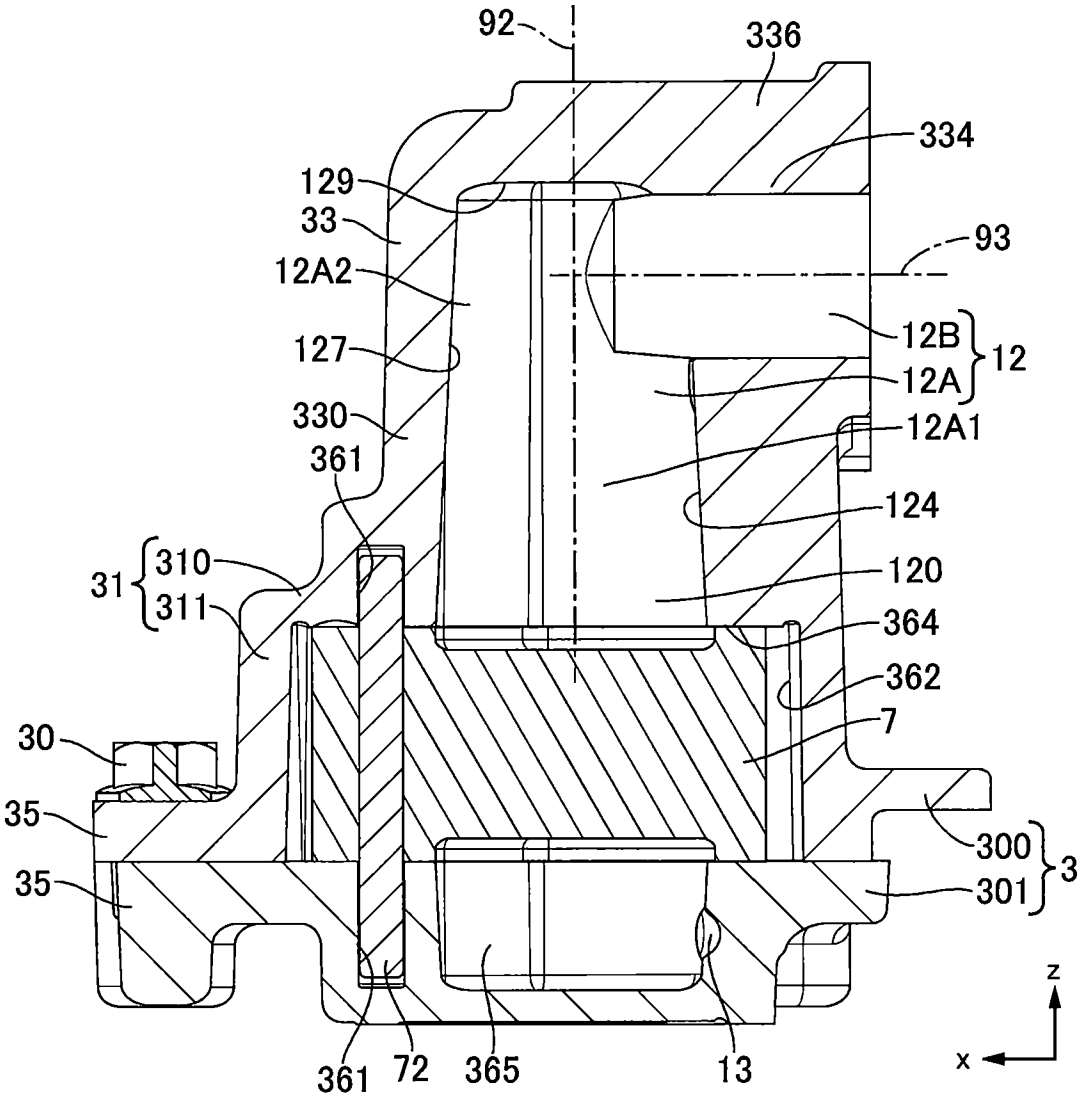
[図19]


XXI
353
352
39
30
351
3
301
300
354
353
352
16
13
336
335
1
351
30
334
43
334
XX
330
33
30
351
32
35
310
353
352
XX
y
x
40
4
31
353
352
341
340
342
34
XXI

[図20]


1
351
351
35
35
30
311
31
126
335
337
12
330
12A
12B
362
77
121
12A1
12A2
334
77
120
93
365
50
336
53
62
127
400
364
127A
33
5
53
40
4
360
51
360
54
43
42
61
110
310
6
110
11
700
77
77
7
76
363
701
y
z
38
352
352
301
300
3

[図21]


92
336
334
129
33
12A2
93
127
12B
12A
12
330
12A1
361
124
310
31
311
120
364
362
30
7
35
300
3
35
301
z
x
361
72
365
13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/025620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F04C2/344(2006.01)i, F04B53/16(2006.01)i, F04C15/06(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. F04C2/344, F04B53/16, F04C15/06

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.
Y A	JP 2008-524486 A (ROBERT BOSCH GMBH) 10 July 2008, paragraph [0007], fig. 1-3 & US 2009/0238707 A1, paragraph [0011], fig. 1-3 & WO 2006/063917 A1 & DE 102004060551 A1 & CN 101080573 A	1-13, 15-18 14
Y	JP 2005-139909 A (HITACHI, LTD.) 02 June 2005, paragraphs [0025], [0051], fig. 1-4, 6, 8 & US 2005/0095148 A1, paragraphs [0027], [0055], fig. 1-4, 6, 8 & CN 1619153 A	1-13, 15-18
Y	JP 11-93862 A (JIDOSHA KIKI CO., LTD.) 06 April 1999, paragraphs [0027], [0069], fig. 10 & US 6042343 A, specification, column 6, lines 51-56, column 15, lines 18-27, fig. 10	1-13, 15-18

☒ 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 25 September 2018 (25.09.2018)	Date of mailing of the international search report 09 October 2018 (09.10.2018)
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/JP2018/025620

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 52-58106 A (KAYABA-IND CO., LTD.) 13 May 1977, fig. 2 (Family: none)	8
Y	JP 2015-68181 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 13 April 2015, paragraphs [0016]-[0022], fig. 1-5 & CN 204126884 U	9-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２５６２０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04C2/344(2006.01)i, F04B53/16(2006.01)i, F04C15/06(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.　F04C2/344, F04B53/16, F04C15/06

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
Y A	JP 2008-524486 A (ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング) 2008.07.10, 段落［0007］, 図1-3 & US 2009/0238707 A1, 段落［0011］, 図1-3 & WO 2006/063917 A1 & DE 102004060551 A1 & CN 101080573 A	1-13, 15-18 14
Y	JP 2005-139909 A (株式会社日立製作所) 2005.06.02, 段落［0025］［0051］, 図1-4, 6, 8 & US 2005/0095148 A1, 段落［0027］［0055］, 図1-4, 6, 8 & CN 1619153 A	1-13, 15-18

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２５．０９．２０１８	０９．１０．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　３５１８
田谷　宗隆
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 11-93862 A（自動車機器株式会社）1999.04.06, 段落［0027］－［0069］,図 10 & US 6042343 A,明細書第 6 欄第 51-56 行,第 15 欄第 18-27 行,図 10	1-13,15-18
Y	JP 52-58106 A（萱場工業株式会社）1977.05.13, 第 2 図（ファミリーなし）	8
Y	JP 2015-68181 A（アイシン精機株式会社）2015.04.13, 段落［0016］-［0022］,図 1-5 & CN 204126884 U	9-12