

(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
2017 年 5 月 4 日(04.05.2017)



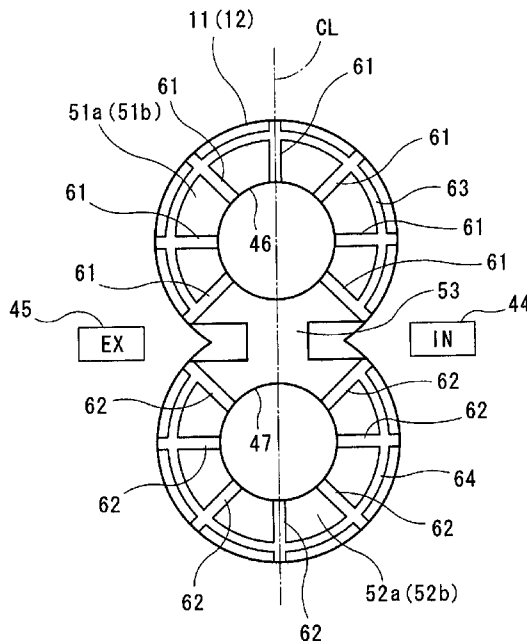
(10) 国際公開番号

WO 2017/073205 A1

- (51) 国際特許分類:
F04C 2/18 (2006.01) F02M 59/12 (2006.01)
F02M 37/08 (2006.01) F04C 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077771
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 21 日(21.09.2016)
- (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 2015-213416 2015 年 10 月 29 日(29.10.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 有川 文明 (ARIKAWA Fumiaki); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 桂 涼(KATSURA Ryo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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))

(54) Title: EXTERNAL GEAR FUEL PUMP

(54) 発明の名称: 外接歯車式の燃料ポンプ



(57) Abstract: An external gear fuel pump that draws in and boosts the pressure of a fuel having a lower viscosity than diesel oil, and discharges the fuel to an engine. This fuel pump has a pair of gears (4, 5), and a pair of side plates (11, 12) arranged on both sides of the rotational axes (RL1, RL2) of the pair of gears. The pair of gears have respective gear side surfaces (21, 22, 31, and 32) formed on both sides in the rotational axis direction. The pair of side plates have contact surfaces (51a, 51b, 52a, and 52b) with which the respective gear side surfaces make contact so as to be capable of rotating and sliding. On each gear side surface or on each contact surface, multiple oil grooves (61-66, 71-74, 81-88, and 91-94), which connect a discharge-side space (45) and an suction-side space (44) in the fuel pump and supply a portion of the low-viscosity fuel to the pair of gears and the pair of side plates, are formed. When the groove depth of each of the multiple oil grooves is h , the relationship $5 \mu\text{m} \leq h \leq 10 \mu\text{m}$ is satisfied.

(57) 要約: 外接歯車式の燃料ポンプは、軽油よりも低粘度の燃料を吸入して昇圧し、エンジン側へ吐出する。燃料ポンプは、一對のギヤ(4、5)と、一對のギヤの回転軸(RL1、RL2)方向の両側に配置される一對のサイドプレート(11、12)とを備える。一對のギヤは、回転軸方向の両側に形成されるギヤ側面(21、22、31、32)をそれぞれ有している。一對のサイドプレートは、各ギヤ側面が回転摺動可能に接触する接触面(51a、51b、52a、52b)をそれぞれ有している。各ギヤ側面または各接触面のうちのいずれか一方には、燃料ポンプにおける吐出側空間(45)と吸入側空間(44)とを連通して低粘度の燃料の一部を一對のギヤと一對のサイドプレートとの接触部に供給

する複数の油溝(61~66、71~74、81~88、91~94)が形成されている。複数の油溝それぞれの溝深さを h とした場合、 $5 \mu\text{m} \leq h \leq 10 \mu\text{m}$ の関係が満たされる。

WO 2017/073205 A1

明 細 書

発明の名称： 外接歯車式の燃料ポンプ

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、当該開示内容が参照によって本出願に組み込まれた、2015年10月29日に出願された日本特許出願2015-213416号を基にしている。

技術分野

[0002] 本開示は、軽油よりも低粘度の燃料を吸入して昇圧し、エンジン側へ送油する外接歯車式の燃料ポンプに関するものである。

背景技術

[0003] 燃料タンクから吸入した燃料を昇圧し、エンジン側へ送油する外接歯車式の燃料ポンプが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 燃料ポンプは、互いに噛み合って回転する一对のギヤと、一对のギヤの回転軸方向の両側に設置された一对のサイドプレートと、一对のサイドプレート間に形成されるギヤ室とを備えている。

[0005] ギヤ室には、燃料ポンプにおける吐出側の空間と、燃料ポンプにおける吸入側の空間とが形成されている。また、ギヤ室内には、一对のギヤが回転可能に収容されている。

[0006] そして、少なくとも一方のサイドプレートは、弾性部材によって軸方向両側から一对のギヤの各側面に押し付けられている。これにより、一对のサイドプレートの各接触面に一对のギヤの各側面が回転摺動する。

[0007] ここで、特許文献1には、サイドプレートの接触面に、吐出側の空間と吸入側の空間とを連通する油溝を設けた燃料ポンプが開示されている。燃料ポンプは、吐出側の空間から吸入側の空間へ向けて燃料を流し、一对のギヤと一对のサイドプレートとの接触部における潤滑性を高めるように構成されている。

[0008] ところが、軽油よりも粘度が低いDME燃料を潤滑油として使用した場合

には、吐出側の空間から吸入側の空間へリークするDME燃料が軽油よりも増加する。このため、燃料ポンプでDME燃料を昇圧する昇圧効率が低下するので、ポンプ効率が低下するという問題がある。

[0009] したがって、DME燃料を潤滑油として使用する場合には、接触部における潤滑性を高めるとともに、ポンプ効率の低下を抑えることが可能な外接歯車式の燃料ポンプが要望される。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平 1 1 - 0 8 2 3 2 3 号公報

発明の概要

[0011] 上記点に鑑み、本開示は、軽油よりも粘度が低い燃料を潤滑油として使用する場合であっても、接触部における潤滑性を高めるとともに、ポンプ効率の低下を抑えることのできる外接歯車式の燃料ポンプを提供することを目的とする。

[0012] 本開示の第 1 態様に係る外接歯車式の燃料ポンプは、軽油よりも低粘度の燃料を吸入して昇圧し、エンジン側へ吐出する。

[0013] 外接歯車式の燃料ポンプは、互いに噛み合って回転する一对のギヤと、一对のギヤの回転軸方向の両側に配置される一对のサイドプレートと、を備える。一对のギヤは、その回転軸方向の両側に形成されるギヤ側面をそれぞれ有している。一对のサイドプレートは、一对のギヤの各ギヤ側面が回転摺動可能に接触する接触面をそれぞれ有している。一对のギヤの各ギヤ側面または一对のサイドプレートの各接触面のうちのいずれか一方には、燃料ポンプにおける吐出側空間と燃料ポンプにおける吸入側空間とを連通して低粘度の燃料の一部を一对のギヤと一对のサイドプレートとの接触部に供給する複数の油溝が形成されている。複数の油溝それぞれの溝深さを h とした場合、 $5 \mu m \leq h \leq 10 \mu m$ の関係が満たされる。

[0014] ここで、複数の油溝における各溝深さが $5 \mu m$ よりも小さいと、吐出側空間から吸入側空間へリークする低粘度の燃料量が少なく、接触部における潤

滑性を維持することができない。複数の油溝における各溝深さが $10\ \mu\text{m}$ よりも大きいと、油溝を流れる低粘度の燃料量が多くポンプ効率を低下させる。したがって、軽油よりも粘度が低い燃料を潤滑油として使用する場合であっても、接触部における潤滑性を高めるとともに、ポンプ効率の低下を抑えることができる。

[0015] あるいは、本開示の第2態様に係る外接歯車式の燃料ポンプは、第1ギヤ、第2ギヤ、第1サイドプレート、および第2サイドプレートを有してもよい。

[0016] 第1ギヤおよび第2ギヤは、駆動軸により駆動されて互いに噛み合って回転する。第1サイドプレートおよび第2サイドプレートは、駆動軸の軸方向において第1ギヤおよび第2ギヤの両側にそれぞれ配置される。第1ギヤは軸方向において対向する2つのギヤ側面を有している。第2ギヤは軸方向において対向する2つのギヤ側面を有している。

[0017] 第1サイドプレートは、軸方向において対向し、第1ギヤの2つのギヤ側面のうちの一方のギヤ側面および第2ギヤの2つのギヤ側面のうちの一方のギヤ側面とそれぞれ摺接する2つの接触面を有している。第2サイドプレートは、軸方向において対向し、第1ギヤの2つのギヤ側面のうちの他方のギヤ側面および第2ギヤの2つのギヤ側面のうちの他方のギヤ側面とそれぞれ摺接する2つの接触面を有している。

[0018] 燃料ポンプは、吐出側空間と吸入側空間を有している。第1および第2ギヤのギヤ側面、または第1および第2サイドプレートの接触面のうちのいずれか一方には、複数の油溝が形成されている。複数の油溝は、吐出側空間と吸入側空間とを連通して第1および第2ギヤと第1サイドプレートとの接触部と、第1および第2ギヤと第2サイドプレートとの接触部と、に低粘度の燃料の一部を供給する。複数の油溝の溝深さを h とした場合、 $5\ \mu\text{m} \leq h \leq 10\ \mu\text{m}$ の関係が満たされている。

[0019] 第2態様によっても、第1態様と同様の効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0020] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]第1実施形態に係る外接歯車式の燃料ポンプを示した断面図である。

[図2]図1のⅠ－Ⅰ線における断面図である。

[図3]第1実施形態に係る、サイドプレートの接触面を示した正面図である。

[図4]第1実施形態に係る、燃料リーク量と溝面積／接触部全面積の関係を示したグラフである。

[図5]第1実施形態の比較例に係る、サイドプレートの接触面を示した説明図である。

[図6]第2実施形態に係る、サイドプレートの接触面を示した正面図である。

[図7]第3実施形態に係る、サイドプレートの接触面を示した正面図である。

[図8]第4実施形態に係る、サイドプレートの接触面を示した正面図である。

[図9]第5実施形態に係る、サイドプレートの接触面を示した正面図である。

[図10]第5実施形態に係る、燃料の流れを示した説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の実施形態を説明する。各実施形態において先行する実施形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した実施形態と同様とする。各実施形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

[0022] (第1実施形態)

第1実施形態を図1から図5を参照して説明する。

[0023] 本実施形態の燃料供給装置は、自動車に搭載された走行用エンジンの燃料として、軽油よりも低粘度で、しかも大気圧下で気化する成分が含まれたジメチルエーテルを主成分としたジメチルエーテル燃料（以下、DME燃料と称する）を使用している。DME燃料は、25℃における動粘度が0.27

c s t の液体燃料である。

[0024] 燃料供給装置は、低圧燃料ポンプと、高圧燃料ポンプ（図示せず）と、コモンレール（図示せず）と、複数の燃料噴射弁（図示せず）と、を備えている。本実施形態では、低圧燃料ポンプとして外接歯車式の燃料ポンプを使用している。以下、外接歯車式の燃料ポンプを低圧燃料ポンプ 1 と称する。低圧燃料ポンプ 1 は、燃料タンク（図示せず）から DME 燃料を吸入して昇圧する。高圧燃料ポンプは、低圧燃料ポンプ 1 から送油された DME 燃料を加圧する。コモンレールには、高圧燃料ポンプから DME 燃料が導入される。複数の燃料噴射弁には、コモンレールから DME 燃料が分配供給される。

[0025] 高圧燃料ポンプは、公知の構成を備え、シリンダ内をプランジャが往復移動することによって加圧室に吸入した DME 燃料を加圧して高圧化し、エンジン側へ吐出する。コモンレールは、公知の構成を備え、内部に DME 燃料を蓄圧する蓄圧室を有している。複数の燃料噴射弁は、公知の構成を備え、蓄圧室に蓄圧された DME 燃料をエンジンの気筒内に噴射する。

[0026] 第 1 実施形態では、低圧燃料ポンプ 1 は、燃料タンク内に設置されている。しかしながら、低圧燃料ポンプ 1 を燃料タンク外に設置しても良い。低圧燃料ポンプ 1 は、吸入した DME 燃料を昇圧して高圧燃料ポンプに向かって送油する。低圧燃料ポンプ 1 は、電動モータ 2 と一對のギヤを備えている。電動モータ 2 は、電子制御装置（以下、ECU と称する）によって通電制御される。一對のギヤは駆動ギヤ 4 および従動ギヤ 5 から構成されて、電動モータ 2 の駆動軸 3 によって回転駆動される。換言すれば、低圧燃料ポンプ 1 は、対を成して配置され、駆動軸 3 により駆動されて互いに噛み合って回転する駆動ギヤ 4（第 1 ギヤ）および従動ギヤ 5（第 2 ギヤ）を備える。

[0027] 低圧燃料ポンプ 1 は、ポンプケース 7 と、一對のサイドプレート（第 1 サイドプレート 11 および第 2 サイドプレート 12）と、スクリー 13、14 と、を備えている。

[0028] ポンプケース 7 は、電動モータ 2 のブラケット 6 に取り付けられる。一對のサイドプレートは、駆動軸 3 の軸方向（回転軸 RL1 方向）における駆動

ギヤ４の両側、および当該軸方向（回転軸ＲＬ２方向）における従動ギヤ５の両側に配置される。つまり、一对のサイドプレートは、駆動軸３の軸方向において駆動ギヤ４および従動ギヤ５の両側にそれぞれ配置される第１サイドプレート１１および第２サイドプレート１２を有している。

[0029] スクリュー１３は、駆動ギヤ４と一对のサイドプレートとの間の隙間をなくすための隙間調整用のスクリューである。スクリュー１４は、従動ギヤ５と一对のサイドプレートとの間の隙間をなくすための隙間調整用のスクリューである。

[0030] 電動モータ２は、電力の供給を受けると、駆動ギヤ４を回転駆動する回転動力を発生する。電動モータ２は、ＥＣＵによって電子制御されるモータ駆動回路を介して、バッテリー（図示せず）に電気接続されている。

[0031] 駆動ギヤ４は、金属によって形成されている。駆動ギヤ４は、図１に示す回転軸ＲＬ１を軸に所定の回転方向に回転する。駆動ギヤ４は、駆動軸３の先端側の外周にキー１５を介して固定されている。駆動ギヤ４は、駆動軸３と一体回転可能に連結している。

[0032] 駆動ギヤ４の軸方向の両側には、第１サイドプレート１１および第２サイドプレート１２に対してそれぞれ回転摺動可能な２つのギヤ側面２１、２２が形成されている。２つのギヤ側面２１、２２は、駆動軸３の軸方向において対向している。駆動ギヤ４は、円筒状のスリーブ２４および円環状の歯形成部２５を有している。スリーブ２４の内部には、軸方向に延びる貫通孔２３が形成されている。歯形成部２５は、スリーブ２４の外周面から径方向外側へ突出している。

[0033] スリーブ２４の内部には、駆動軸３の先端側が挿し込まれている。スリーブ２４は、歯形成部２５のモータ側が、ベアリング２６を介して回転可能に支持されている。また、スリーブ２４は、歯形成部２５のモータ側に対して反対側が、ベアリング２７を介して回転可能に支持されている。歯形成部２５の外周には、周方向全体に従動ギヤ５と噛み合う複数のギヤ歯部２８が設けられている。

- [0034] 従動ギヤ5は、金属によって形成されている。従動ギヤ5は、図1に示す回転軸RL2を軸に所定の回転方向に回転する。従動ギヤ5の軸方向の両側には、第1サイドプレート11および第2サイドプレート12に対してそれぞれ回転摺動可能な2つのギヤ側面31、32が形成されている。2つのギヤ側面31、32は、駆動軸3の軸方向において対向している。従動ギヤ5は、内部に軸方向に延びる貫通孔33が形成された円筒状のスリーブ34、およびスリーブ34の外周面から径方向外側へ突出する円環状の歯形成部35を有している。
- [0035] スリーブ34は、内部に空洞を有している。スリーブ34は、歯形成部35のモータ側の部位が、ベアリング36を介して回転可能に支持されている。また、スリーブ34は、歯形成部35のモータ側に対して反対側の部位が、ベアリング37を介して回転可能に支持されている。歯形成部35の外周には、周方向全体に複数のギヤ歯部28と噛み合う複数のギヤ歯部38が設けられている。
- [0036] ブラケット6は、電動モータ2のフロント側に一体的に取り付けられている。ブラケット6は、複数のスクリュー（図示せず）を用いてポンプケース7のフランジ（図示せず）を締結固定している。また、ブラケット6のポンプ側端面には、ポンプケース7を結合する結合端面が形成されている。また、ブラケット6には、駆動軸3が回転可能に摺動する軸受孔41が形成されている。
- [0037] ポンプケース7は、ブラケット6のポンプ側端面との間にポンプ室42を形成している。ポンプ室42内には、駆動ギヤ4および従動ギヤ5を回転可能に収容している。また、ポンプ室42内には、第1サイドプレート11および第2サイドプレート12が収容されている。
- [0038] 第1サイドプレート11および第2サイドプレート12は、金属によって形成されている。第1サイドプレート11と第2サイドプレート12の間には、駆動ギヤ4および従動ギヤ5を収容するギヤ室43が形成されている。第1サイドプレート11と第2サイドプレート12は、ギヤ室43を隔て

て対向して配置されている。

[0039] 図1および図2に示すように、ポンプ室42は、低圧燃料ポンプ1の吸入側空間44および吐出側空間45を有している。吸入側空間44には、ポンプケース7に形成される吸入通路（図示せず）を介して、燃料タンクからDME燃料が吸入される。吸入側空間44は、燃料吸入通路44aを介してギヤ室43と連通している。吐出側空間45には、ポンプケース7に形成される吐出通路（図示せず）を介して、高圧燃料ポンプへ供給されるDME燃料が導入される。吐出側空間45は、燃料吐出通路45aを介してギヤ室43と連通している。

[0040] ここで、吸入側空間44から燃料吸入通路44aを通してポンプ室42の吸入側に到達したDME燃料は、駆動ギヤ4の外周側を移動するDME燃料と従動ギヤ5の外周側を移動するDME燃料とに別れる。駆動ギヤ4の外周側を移動するDME燃料と従動ギヤ5の外周側を移動するDME燃料は、ポンプ室42の吐出側に到達して合流する。

[0041] より具体的には、ポンプ室42の吸入側のDME燃料は、駆動ギヤ4が回転軸RL1を軸に回転すると、複数のギヤ歯部28の各歯面とギヤ室43の内周面との間に吸入される。当該DME燃料は、駆動ギヤ4の外周側をギヤ回転方向に移動してポンプ室42の吐出側に到達する。一方、従動ギヤ5が回転軸RL2を軸に回転すると、ポンプ室42の吸入側のDME燃料は、複数のギヤ歯部38の各歯面とギヤ室43の内周面との間に吸入される。当該DME燃料は、従動ギヤ5の外周側をギヤ回転方向に移動してポンプ室42の吐出側に到達する。

[0042] 駆動ギヤ4の外周側からのDME燃料と従動ギヤ5の外周側からのDME燃料は、ポンプ室42の吐出側にて合流し、燃料吐出通路45aを通して吐出側空間45に到達する。吐出側空間45に到達したDME燃料は、低圧燃料ポンプ1から高圧燃料ポンプへ供給される。

[0043] 第1サイドプレート11および第2サイドプレート12はそれぞれ、軸受孔46および軸受孔47を有している。軸受孔46は、ベアリング26、2

7を介してスリーブ24の外周面を軸受する。軸受孔47は、ベアリング36、37を介してスリーブ34の外周面を軸受する。

[0044] 第1サイドプレート11は、駆動ギヤ4および従動ギヤ5と摺動接触するプレート接触面51a、52a、53（接触面）を有している。第2サイドプレート12は、駆動ギヤ4および従動ギヤ5と摺動接触するプレート接触面51b、52b、53を有している。

[0045] 具体的には、第1サイドプレート11は、2つのプレート接触面51a、52a（2つの接触面）を有している。プレート接触面51aは、駆動ギヤ4の2つのギヤ側面21、22のうちの一方のギヤ側面21と摺接する。プレート接触面52aは、従動ギヤ5の2つのギヤ側面31、32のうちの一方のギヤ側面31と摺接する。第2サイドプレート12は、2つのプレート接触面51b、52b（2つの接触面）を有している。プレート接触面51bは、駆動ギヤ4の2つのギヤ側面21、22のうちの他方のギヤ側面22と摺接する。プレート接触面52bは、従動ギヤ5の2つのギヤ側面31、32のうちの他方のギヤ側面32と摺接する。

[0046] プレート接触面51a、51bは、駆動ギヤ4のギヤ側面31、32とそれぞれ摺接する。プレート接触面51は、軸受孔46の周囲を周方向に取り囲むように環状に形成されている。換言すれば、軸受孔46は、プレート接触面51にて開口している。プレート接触面52a、52bは、従動ギヤ5のギヤ側面31、32とそれぞれ摺接する。プレート接触面52は、軸受孔47の周囲を周方向に取り囲むように環状に形成されている。換言すれば、軸受孔47は、プレート接触面52にて開口している。

[0047] また、プレート接触面53は、複数のギヤ歯部28と複数のギヤ歯部38との噛合部分において、複数のギヤ歯部28の軸方向の両側面および複数のギヤ歯部38の軸方向の両側面の双方と摺接する。第1サイドプレート11において、プレート接触面53は、プレート接触面51aとプレート接触面52aとを連結している。第2サイドプレート12において、プレート接触面53は、プレート接触面51bとプレート接触面52bとを連結している。

。

[0048] ここで、図3に示すように、第1サイドプレート11および第2サイドプレート12の長軸CL方向を長手方向（図3における上下方向）とし、長手方向に垂直な方向を短手方向（図3における左右方向）とする。図3に示す状態で、プレート接触面51がプレート接触面53よりも上側に配置され、また、プレート接触面52がプレート接触面53よりも下側に配置される。また、図3に示す状態で、第1サイドプレート11および第2サイドプレート12の長軸CLよりも右側が、ポンプ室42およびギヤ室43の吸入側となり、また、長軸CLよりも左側が、ポンプ室42およびギヤ室43の吐出側となる。

[0049] プレート接触面51a、51bにはそれぞれ、ポンプ室42の吐出側空間45とポンプ室42の吸入側空間44とを連通する複数の油溝61、63が形成されている。プレート接触面52a、52bにはそれぞれ、ポンプ室42の吐出側空間45とポンプ室42の吸入側空間44とを連通する複数の油溝62、64が形成されている。複数の油溝61～64は、駆動ギヤ4の2つのギヤ側面21、22とプレート接触面51a、51bとの接触部と、従動ギヤ5の2つのギヤ側面31、32とプレート接触面52a、52bとの接触部と、にDME燃料の一部を供給する。

[0050] 複数の油溝61は、プレート接触面51a、51bのそれぞれに設けられて径方向に延びる複数の径方向油溝である。複数の油溝61は、軸受孔46を中心にして放射状に延びている。複数の油溝62は、プレート接触面52a、52bのそれぞれに設けられて径方向に延びる複数の径方向油溝である。複数の油溝62は、軸受孔47を中心にして放射状に延びている。

[0051] 油溝63は、プレート接触面51a、51bの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝63は、複数の油溝61を連結するように複数の油溝61のそれぞれと交差している。油溝64は、プレート接触面52a、52bの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝64は、複数の油溝62を

連結するように複数の油溝 6 2 のそれぞれと交差している。

[0052] なお、複数の油溝 6 1、6 2 の溝幅および溝深さは、径方向の全長に亘って一定である。また、油溝 6 3、6 4 の溝幅および溝深さは、各プレート接触面 5 1 a、5 1 b、5 2 a、5 2 b の周方向の全長に亘って一定である。

[0053] ここで、複数の油溝 6 1～6 4 の溝深さを h とした場合、 $5\ \mu\text{m} \leq h \leq 10\ \mu\text{m}$ の関係を満たすように設けられる。

[0054] 複数の油溝 6 1～6 4 それぞれの溝深さ h を $5\ \mu\text{m}$ よりも浅くした場合、ギヤ側面 2 1 とプレート接触面 5 1 a との接触部と、ギヤ側面 2 2 とプレート接触面 5 1 b との接触部と、ギヤ側面 3 1 とプレート接触面 5 2 a との接触部と、ギヤ側面 3 2 とプレート接触面 5 2 b との接触部と、に DME 燃料が流れ難くなる。その結果、ポンプ効率の低下を抑制できるが、接触部における潤滑性が低下する傾向にある。また、複数の油溝 6 1～6 4 それぞれの溝深さ h を $10\ \mu\text{m}$ よりも深くした場合には、複数の油溝 6 1～6 4 を介して、吐出側空間 4 5 から吸入側空間 4 4 へ大量に DME 燃料が漏れるため、接触部における潤滑性を確保できるが、ポンプ効率が低下する傾向にある。

[0055] また、吐出側空間 4 5 から吸入側空間 4 4 へ漏れる燃料リーク量 Q と溝深さ h との関係を示す演算式を下記の数式 (1) に示す。

[0056] $Q = \{ (b \cdot h^3) \div (12 \cdot \mu \cdot L) \} \times \Delta P \quad \cdots (1)$

μ は液体燃料の動粘度、 L は吐出側空間 4 5 と吸入側空間 4 4 との直線距離、 b は複数の油溝 6 1～6 4 の溝幅、 h は複数の油溝 6 1～6 4 の溝深さである。また、 ΔP は吸入側空間 4 4 内の燃料圧と吐出側空間 4 5 内の燃料圧との圧力差である。

[0057] 以上のように、本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、ギヤ側面 2 1、2 2 とプレート接触面 5 1 a、5 1 b との接触部と、ギヤ側面 3 1、3 2 とプレート接触面 5 2 a、5 2 b との接触部と、がそれぞれ周方向の全周に亘って接触することがないように、複数の油溝 6 1、6 2 が径方向に延びるように設けられている。さらに、DME 燃料が全面に行き渡るように、複数の油溝 6 1、6 2 と交差して複数の油溝 6 1、6 2 を周方向に連結する油溝

63、64が周方向に延びるように設けられている。

[0058] これによって、軸受孔46、47を介して、複数の油溝61～64によって吐出側空間45と吸入側空間44とが連通しているので、複数の油溝61～64内にDME燃料の流れが常時に形成される。これにより、ギヤ側面21とプレート接触面51aとの接触部、ギヤ側面22とプレート接触面51bとの接触部、ギヤ側面31とプレート接触面52aとの接触部、およびギヤ側面32とプレート接触面52bとの接触部において局所的な摺動抵抗によって発熱が生じ、複数の油溝61～64内のDME燃料が局所的に気化した場合であっても、速やかに気化燃料を吸入側空間44へ排出することができる。したがって、ギヤ側面21とプレート接触面51aとの接触部、ギヤ側面22とプレート接触面51bとの接触部、ギヤ側面31とプレート接触面52aとの接触部、およびギヤ側面32とプレート接触面52bとの接触部における焼き付きを防止することができる。換言すれば、駆動ギヤ4と一对のサイドプレートとの接触部、および従動ギヤ5と一对のサイドプレートとの接触部における焼き付きを防止することができる。

[0059] ここで、特許文献1には、一对のギヤの各ギヤ側面と一对のサイドプレートの各プレート接触面との摺動性を確保するための油溝が、燃料ポンプの吐出側空間と吸入側空間とを連通しない構成も開示されている。

[0060] しかしながら、沸点の低いDME燃料を潤滑油として使用した場合には、各ギヤ側面と各プレート接触面との摺動抵抗による発熱が生じる恐れがある。この場合には、DME燃料の温度上昇に伴って飽和蒸気圧が上昇するため、油溝内に液体状態で供給されたDME燃料の一部が気化する恐れがある。

[0061] したがって、特許文献1の燃料ポンプでは、油溝が燃料ポンプの吐出側空間と吸入側空間とを連通させない構成を採用しているので、油溝中のDME燃料が置換（循環）されず、気相状態のDME燃料がそのまま滞ってしまう恐れがある。このため、DME燃料が気相状態で存在する領域において潤滑が非常に低下し、摺動抵抗の増加、さらには各ギヤ側面と各プレート接触面との接触部が焼き付く恐れがある。

[0062] そこで、本実施形態の低圧燃料ポンプ1においては、接触部を潤滑するという目的で、吐出側空間45と吸入側空間44とを連通する複数の油溝61～64を設け、複数の油溝61～64中を液体状態のDME燃料が常時に流れるようにしている。これにより、接触部における潤滑性を高めることができる。

[0063] また、油溝61～64の溝深さ h を、 $10\mu\text{m}$ 以下と極浅くする。望ましくは溝深さ h を、 $5\sim 10\mu\text{m}$ とすることで、吐出側空間45から油溝61～64を通して吸入側空間44へ流出するDME燃料の量を最少としている。これにより、ポンプ効率の低下を抑制することができる。

[0064] 次に、溝面積／接触部全面積を変化させて、低圧燃料ポンプ1における吐出側空間45から吸入側空間44へ漏れる燃料リーク量がどのように変化するかについて調査した実験について説明する。図4はこの実験結果を示すものであり、燃料リーク量と溝面積／接触部全面積の関係を示したグラフである。

[0065] 図5は、この実験における比較例に係るサイドプレートのプレート接触面の説明図である。図5の(a)は比較例の第1条件(条件j1)に係るサイドプレートのプレート接触面を示した正面図であり、図5の(b)は図5の(a)の断面図である。図5の(c)は比較例の第2条件(条件j2)に係るサイドプレートのプレート接触面を示した正面図であり、図5の(d)は図5の(c)の断面図である。

[0066] 比較例の条件j1では、図4と図5の(a)および(b)に示したように、複数の油溝65、66の溝幅 b が 0.8mm で、溝深さ h (クリアランス)が $15\mu\text{m}$ である。比較例の条件j2では、図4と図5の(c)および(d)に示したように、複数の油溝65、66の溝幅 b が 1.7mm で、溝深さ h (クリアランス)が $15\mu\text{m}$ である。

[0067] 第1実施形態の条件J1では、複数の油溝65、66の溝幅 b が 0.8mm で、溝深さ h (クリアランス)が $8\mu\text{m}$ である。第1実施形態の条件J2では、複数の油溝65、66の溝幅 b が 1.7mm で、溝深さ h (クリアラ

ンス) が $8\ \mu\text{m}$ である。

[0068] 図4のグラフからも確認できるように、溝深さ h を $15\ \mu\text{m}$ に固定した比較例では、条件 $j\ 2$ から条件 $j\ 1$ へ向かって徐々に溝面積／接触部全面積を変化させた場合、溝面積が小さくなるにつれて燃料リーク量は低減する。しかし、比較例は、条件 $j\ 1$ まで溝面積／接触部全面積を変化させた場合でも、ポンプ効率の低下を抑制可能な目標値よりも燃料リーク量が多いことが分かる。

[0069] 一方、溝深さ h が $8\ \mu\text{m}$ の第1実施形態は、条件 $J\ 2$ から条件 $J\ 1$ へ向かって徐々に溝面積／接触部全面積を変化させた場合、溝面積が小さくなるにつれて燃料リーク量は低減する。その上、第1実施形態は、条件 $J\ 1$ における燃料リーク量が、ポンプ効率の低下を抑制可能な目標値よりも少ないことが分かる。

[0070] また、燃料リーク量 Q は、上記の数式(1)に示したように、複数の油溝61～64の溝深さ h の3乗に反比例して少なくなる。すなわち、溝深さ h を小さくすればする程、燃料リーク量 Q が少なくなる。

[0071] したがって、軸受孔46、47を介して、複数の油溝61～64によって吐出側空間45と吸入側空間44とが連通させ、且つ複数の油溝61～64の溝深さ h を、 $5\ \mu\text{m}$ 以上で、且つ $10\ \mu\text{m}$ 以下とすることにより、DME燃料を潤滑油として使用する場合であっても、接触部における潤滑性の確保と、ポンプ効率の低下抑制との両立を図ることができる。

[0072] (第2実施形態)

第2実施形態を、図6を参照して説明する。

[0073] 本実施形態のプレート接触面51a、51bにはそれぞれ、複数の油溝71、73が形成されている。複数の油溝71、73は、ギヤ側面21とプレート接触面51aとの接触部と、ギヤ側面22とプレート接触面51bとの接触部と、にDME燃料の一部を供給する。また、プレート接触面52a、52bにはそれぞれ、複数の油溝72、74が形成されている。複数の油溝72、74は、ギヤ側面31とプレート接触面52aとの接触部と、ギヤ側

面 3 2 とプレート接触面 5 2 b との接触部と、に DME 燃料の一部を供給する。

[0074] ここで、第 1 サイドプレート 1 1 および第 2 サイドプレート 1 2 の長軸 C-L 方向を長手方向（図 6 における上下方向）とし、長手方向に垂直な短軸方向を短手方向（図 6 における左右方向）とする。この場合、複数の油溝 7 1 ～ 7 4 は、長手方向に延びる複数の縦溝である複数の油溝 7 1、7 2 と、短手方向に延びる複数の縦溝である複数の油溝 7 3、7 4 とを備えている。

[0075] 複数の油溝 7 1 は、プレート接触面 5 1 a、5 1 b のそれぞれにおいて、複数の油溝 7 3 を互いに連結するように複数の油溝 7 3 とそれぞれ垂直に交差している。複数の油溝 7 2 は、プレート接触面 5 2 a、5 2 b のそれぞれにおいて、複数の油溝 7 4 を互いに連結するように複数の油溝 7 4 とそれぞれ垂直に交差している。

[0076] 本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、第 1 実施形態と同様な効果を奏する。

[0077] （第 3 実施形態）

第 3 実施形態について、図 7 を参照して説明する。

[0078] 本実施形態のプレート接触面 5 1 a、5 1 b のそれぞれには、複数の油溝 8 1、8 3 が形成されている。複数の油溝 8 1、8 3 は、ギヤ側面 2 1 とプレート接触面 5 1 a との接触部と、ギヤ側面 2 2 とプレート接触面 5 1 b との接触部と、に DME 燃料の一部を供給する。また、プレート接触面 5 2 a、5 2 b のそれぞれには、複数の油溝 8 2、8 4 が形成されている。複数の油溝 8 2、8 4 は、ギヤ側面 3 1 とプレート接触面 5 1 a との接触部と、ギヤ側面 3 2 とプレート接触面 5 2 b との接触部と、に DME 燃料の一部を供給する。

[0079] 複数の油溝 8 1 は、プレート接触面 5 1 a、5 1 b のそれぞれにおいて径方向に延びる径方向油溝である。複数の油溝 8 1 は、径方向に対して図 7 の矢印 R D 1 が示すギヤ回転方向に向かって所定の角度だけ傾斜している。

[0080] 複数の油溝 8 2 は、プレート接触面 5 2 a、5 2 b のそれぞれにおいて径

方向に延びる径方向油溝である。複数の油溝 8 2 は、径方向に対して図 7 の矢印 R D 2 が示すギヤ回転方向に向かって所定の角度だけ傾斜している。

[0081] 油溝 8 3 は、プレート接触面 5 1 a、5 1 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 8 3 は、複数の油溝 8 1 を互いに連結するように、複数の油溝 8 1 のそれぞれと交差している。油溝 8 4 は、プレート接触面 5 2 a、5 2 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 8 4 は、不空数の油溝 8 2 を互いに連結するように、複数の油溝 8 2 のそれぞれと交差している。

[0082] 本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、第 1 および第 2 実施形態と同様な効果を奏する。

[0083] (第 4 実施形態)

第 4 実施形態について、図 8 を参照して説明する。

[0084] 本実施形態のプレート接触面 5 1 a、5 1 b にはそれぞれ、複数の油溝 8 5、8 7 が形成されている。複数の油溝 8 5、8 7 はそれぞれ、ギヤ側面 2 1 とプレート接触面 5 1 a との接触部と、ギヤ側面 2 2 とプレート接触面 5 1 b との接触部と、に DME 燃料の一部を供給する。また、プレート接触面 5 2 a、5 2 b にはそれぞれ、複数の油溝 8 6、8 8 が形成されている。複数の油溝 8 6、8 8 は、ギヤ側面 3 1 とプレート接触面 5 2 a との接触部と、ギヤ側面 3 2 とプレート接触面 5 2 b との接触部と、に DME 燃料の一部を供給する。

[0085] 複数の油溝 8 5 は、径方向に延びる径方向油溝である。複数の油溝 8 5 は、径方向に対して図 8 の矢印 R D 1 が示すギヤ回転方向に向かって傾斜している。また、複数の油溝 8 5 は、径方向外側から軸受孔 4 6 側へ向かって溝幅が次第に狭くなっている。

[0086] 複数の油溝 8 6 は、径方向に延びる径方向油溝である。複数の油溝 8 6 は、径方向に対して図 8 の矢印 R D 2 が示すギヤ回転方向に向かって傾斜している。また、複数の油溝 8 6 は、径方向外側から軸受孔 4 7 側へ向かって溝

幅が次第に狭くなっている。

[0087] 油溝 8 7 は、プレート接触面 5 1 a、5 1 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 8 7 は、複数の油溝 8 5 を互いに連結するように、複数の油溝 8 5 のそれぞれと交差している。油溝 8 8 は、プレート接触面 5 2 a、5 2 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 8 8 は、複数の油溝 8 5 を互いに連結するように、複数の油溝 8 5 それぞれと交差している。

[0088] ここで、駆動ギヤ 4 および従動ギヤ 5 の径方向内側の速度よりも径方向外側速度の方が速いため、図 7 の油溝 8 1、8 2 のように複数の油溝 8 5、8 6 の溝幅を径方向で一定とすると、複数の油溝 8 5、8 6 の径方向外周側に DME 燃料が滞留し易くなる。このため、複数の油溝 8 5、8 6 において径方向内周側の溝幅よりも径方向外周側の幅を広くすることにより、速度の違いによる DME 燃料の滞留を防ぐことができる。これにより、吐出側空間 4 5 から各油溝 8 5～8 8 を通って吸入側空間 4 4 へ向かって DME 燃料が流れ易くなる。

[0089] 以上のように、本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、第 1、第 2、第 3 実施形態と同様な効果を奏する。

[0090] (第 5 実施形態)

第 5 実施形態について、図 9 および図 10 を参照して説明する。

[0091] 本実施形態のプレート接触面 5 1 a、5 1 b のそれぞれには、複数の油溝 9 1、9 3 が形成されている。複数の油溝 9 1、9 3 は、ギヤ側面 2 1 とプレート接触面 5 1 a との接触部と、ギヤ側面 2 2 とプレート接触面 5 1 b との接触部と、DME 燃料の一部を供給する。また、プレート接触面 5 2 a、5 2 b のそれぞれには、複数の油溝 9 2、9 4 が形成されている。複数の油溝 9 2、9 4 は、ギヤ側面 3 1 とプレート接触面 5 2 a との接触部と、ギヤ側面 3 2 とプレート接触面 5 2 b との接触部と、DME 燃料の一部を供給する。

- [0092] 複数の油溝 9 1 は、径方向に延びる径方向油溝である。また、複数の油溝 9 1 は、径方向外側から軸受孔 4 6 側へ向かって溝幅が次第に狭くなっている。
- [0093] 複数の油溝 9 2 は、径方向に延びる径方向油溝である。また、複数の油溝 9 2 は、径方向外側から軸受孔 4 7 側へ向かって溝幅が次第に狭くなっている。油溝 9 3 は、プレート接触面 5 1 a、5 1 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 9 3 は、複数の油溝 9 1 を連結するように、複数の油溝 9 1 のそれぞれと交差している。油溝 9 4 は、プレート接触面 5 2 a、5 2 b それぞれの径方向外側において、周方向に延びるように設けられている周方向油溝である。油溝 9 4 は、複数の油溝 9 2 を互いに連結するように、複数の油溝 9 2 のそれぞれと交差している。
- [0094] ここで、複数の油溝 9 1 を、吐出側空間 4 5 に最も近い吐出側の油溝 9 1 から吸入側空間 4 4 に最も近い吸入側の油溝 9 1 まで順番に、油溝 9 1 a ～ 9 1 g と呼ぶ場合がある。また、複数の油溝 9 2 を、吐出側空間 4 5 に最も近い吐出側の油溝 9 2 から吸入側空間 4 4 に最も近い吸入側の油溝 9 2 まで順番に、油溝 9 2 a ～ 9 2 g と呼ぶ場合がある。
- [0095] 本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、比較的高圧になる吐出側空間 4 5 から比較的低圧になる吸入側空間 4 4 に DME 燃料がリークする。
- [0096] しかし、図 3 の油溝 6 1、6 2 のように油溝 9 1、9 2 の溝幅および溝深さを一定とすると、吐出側の油溝 9 1 a、9 2 a から DME 燃料が流入する。油溝 9 1 a、9 2 a から流入した DME 燃料は、図 10 において矢印 F で示すように、油溝 9 3、9 4、油溝 9 1 b、9 2 b および油溝 9 1 c、9 2 c を通って、吸入側の油溝 9 1 g、9 2 g から流出する。
- [0097] この場合、油溝 9 1 a、9 2 a から流入した DME 燃料が軸受孔 4 6、4 7 を介して油溝 9 1 g、9 2 g より流出する場合には、潤滑流路が比較的短くなる。潤滑流路を通る DME 燃料の量が多い場合には、それ以外の油溝 9 1 d ～ 9 1 f、9 2 d ～ 9 2 f への燃料供給が不十分となる恐れがある。

[0098] そこで、本実施形態では、複数の油溝 9 1 を、溝幅が径方向外側から径方向内側へ向かって次第に細くなる溝形状とした。同様に、複数の油溝 9 2 を、溝幅が径方向外側から径方向内側へ向かって次第に細くなる溝形状とした。

[0099] このような溝形状の複数の油溝 9 1、9 2 によって、油溝 9 1 a、9 2 a の入口には、十分な DME 燃料が流れる潤滑流路が形成される。油溝 9 1 a、9 2 a の溝幅は軸受孔 4 6、4 7 に向かって次第に狭くなるので、油溝 9 1 a、9 2 a を流れる DME 燃料の量を溝幅および溝深さを一定とした場合と比べて少なくすることが可能となる。また、他の油溝 9 1 b～9 1 f、9 2 b～9 2 f に対しても、DME 燃料を潤滑油として満足する程度に供給できるので、プレート接触面 5 1 a、5 1 b に形成された油溝 9 1、9 3 全体と、プレート接触面 5 2 a、5 2 b に形成された油溝 9 2、9 4 全体と、への DME 燃料の供給が可能となる。

[0100] 以上のように、本実施形態の低圧燃料ポンプ 1 においては、第 1、第 2、第 3、第 4 実施形態と同様な効果を奏する。

[0101] 上述したように、本実施形態の油溝 9 1、9 2 の溝幅は、径方向外側から径方向内側へ向かって次第に細くなっている。しかしながら、油溝 9 1、9 2 の溝深さを径方向内側、つまり軸受孔 4 6、4 7 に向かって浅くしてもよい。この場合でも、本実施形態と同様な効果が得られる。

[0102] (その他の実施例)

以上、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。上記実施形態の構造は、あくまで例示であって、本開示の範囲はこれらの記載の範囲に限定されるものではない。本開示の範囲は、本開示における記載と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むものである。

[0103] 上述した実施形態では、軽油よりも低粘度の液体燃料として、25℃における動粘度が 0.27 c s t の DME 燃料を使用している。しかしながら、

軽油よりも低粘度の液体燃料として、25℃における動粘度が0.27 c s tよりも高粘度の液体燃料を使用しても良い。望ましくは、25℃における動粘度が1 c s t以下の液体燃料を使用する。

[0104] エンジンの燃料および潤滑油（以下使用燃料とも言う）として、プロパン、イソブタン、ブタン、ブテン、プロピレンのいずれかの液体燃料を使用しても良い。あるいは使用燃料として、DME、プロパン、イソブタン、ブタン、ブテン、プロピレンのうちのいずれか2つを混合した混合燃料を使用しても良い。

[0105] 使用燃料は、プロパン、イソブタン、ブタン、ブテン、プロピレンのうちのいずれか1つ以上と軽油とを任意の割合で混合した混合燃料であっても良い。使用燃料は、DMEと軽油とを任意の割合で混合した高濃度DME混合燃料、あるいはDME100%燃料であっても良い。また、使用燃料は、LPGあるいはガソリン油であっても良い。

[0106] 上述した実施形態では、本開示の燃料ポンプとして、燃料タンクから吸入した液体燃料を昇圧して高圧燃料ポンプに向かって送油する低圧燃料ポンプ1を採用している。しかしながら、本開示の燃料ポンプとして、燃料タンクから吸入した液体燃料を昇圧してエンジン側に向かって送油する燃料ポンプを採用しても良い。例えば燃料噴射弁に向かって液体燃料を送油する燃料ポンプを採用しても良い。

[0107] 本実施形態では、一对のサイドプレートのプレート接触面51a、51b、52a、52bに複数の油溝61～64、71～74、81～88、91～94を設けている。しかしながら、駆動ギヤ4のギヤ側面21、22および従動ギヤ5のギヤ側面31、32に複数の油溝61～64、71～74、81～88、91～94を設けても良い。

[0108] また、隙間調整用スクリー13、14の代わりに、第1サイドプレート11を駆動ギヤ4のギヤ側面21および従動ギヤ5のギヤ側面31のそれぞれに押し当てるとともに、第2サイドプレート12を駆動ギヤ4のギヤ側面22および従動ギヤ5のギヤ側面32のそれぞれに押し当てるように付勢力

を発生するスプリング等の弾性部材を設置しても良い。これにより、駆動ギヤ4 および従動ギヤ5 と第1サイドプレート11との隙間、および駆動ギヤ4 および従動ギヤ5 と第2サイドプレート12との間の隙間をなくすることが可能となる。あるいは隙間を必要最少限とすることが可能となる。

請求の範囲

- [請求項1] 軽油よりも低粘度の燃料を吸入して昇圧し、エンジン側へ吐出する外接歯車式の燃料ポンプにおいて、
- 互いに噛み合って回転する一対のギヤ（４、５）と、
- 前記一対のギヤの回転軸（ＲＬ１、ＲＬ２）方向の両側に配置される一対のサイドプレート（１１、１２）と、を備え、
- 前記一対のギヤは、その回転軸方向の両側に形成されるギヤ側面（２１、２２、３１、３２）をそれぞれ有し、
- 前記一対のサイドプレートは、前記一対のギヤの各ギヤ側面が回転摺動可能に接触する接触面（５１ａ、５１ｂ、５２ａ、５２ｂ）をそれぞれ有し、
- 前記一対のギヤの各ギヤ側面または前記一対のサイドプレートの各接触面のうちのいずれか一方には、前記燃料ポンプにおける吐出側空間（４５）と前記燃料ポンプにおける吸入側空間（４４）とを連通して前記低粘度の燃料の一部を前記一対のギヤと前記一対のサイドプレートとの接触部に供給する複数の油溝（６１～６６、７１～７４、８１～８８、９１～９４）が形成されており、
- 前記複数の油溝それぞれの溝深さを h とした場合、 $5\mu\text{m} \leq h \leq 10\mu\text{m}$ の関係を満たす外接歯車式の燃料ポンプ。
- [請求項2] 前記軽油よりも低粘度の燃料は、ジメチルエーテルを主成分としたDME燃料である請求項１に記載の外接歯車式の燃料ポンプ。
- [請求項3] 前記軽油よりも低粘度の燃料は、 25°C における動粘度が 1cst 以下の液体燃料である請求項１または２に記載の外接歯車式の燃料ポンプ。
- [請求項4] 前記複数の油溝は、径方向に延びる複数の径方向油溝（６１、６２、８１、８２、８５、８６、９１、９２）を有している請求項１ないし３のいずれか１つに記載の外接歯車式の燃料ポンプ。
- [請求項5] 前記複数の径方向油溝は、径方向外側から径方向内側へ向かって溝

幅が次第に狭くなっている請求項4に記載の外接歯車式の燃料ポンプ。

[請求項6] 前記複数の油溝は、周方向に延びる周方向油溝（63、64、83、84、87、88、93、94）を有し、

前記周方向油溝は、前記複数の径方向油溝と交差して前記複数の径方向油溝を連結している請求項4または5に記載の外接歯車式の燃料ポンプ。

[請求項7] 前記一对のサイドプレートの長軸（CL）方向を長手方向とし、前記長手方向に垂直な短軸方向を短手方向とした場合、

前記複数の油溝は、前記長手方向に延びる複数の縦溝（71、72）、および前記短手方向に延びる複数の横溝（73、74）を有し、

前記複数の縦溝は、前記複数の横溝と垂直に交差して前記複数の横溝を連結している請求項1ないし6のいずれか1つに記載の外接歯車式の燃料ポンプ。

[請求項8] 軽油よりも低粘度の燃料を吸入して昇圧し、エンジン側へ吐出する外接歯車式の燃料ポンプにおいて、

駆動軸（3）により駆動されて互いに噛み合って回転する第1ギヤ（4）および第2ギヤ（5）と、

前記駆動軸の軸方向において前記第1ギヤおよび前記第2ギヤの一方側に配置される第1サイドプレート（11）と、

前記軸方向において前記第1ギヤおよび前記第2ギヤの他方側に配置される第2サイドプレート（12）と、を備え、

前記第1ギヤ（4）は前記軸方向において対向する2つのギヤ側面（21、22）を有し、

前記第2ギヤ（5）は前記軸方向において対向する2つのギヤ側面（31、32）を有し、

前記第1サイドプレート（11）は、前記軸方向において対向する2つの接触面（51a、52a）を有し、前記2つの接触面は、前記

第1ギヤの2つのギヤ側面のうち前記軸方向の一方側のギヤ側面（21）および前記第2ギヤの2つのギヤ側面のうち前記軸方向の一方側のギヤ側面（31）とそれぞれ摺接し、

前記第2サイドプレート（12）は、前記軸方向において対向する2つの接触面（51b, 52b）を有し、前記2つの接触面は、前記第1ギヤの2つのギヤ側面のうち前記軸方向の他方側のギヤ側面（22）および前記第2ギヤの2つのギヤ側面のうち前記軸方向の他方側のギヤ側面（32）とそれぞれ摺接し、

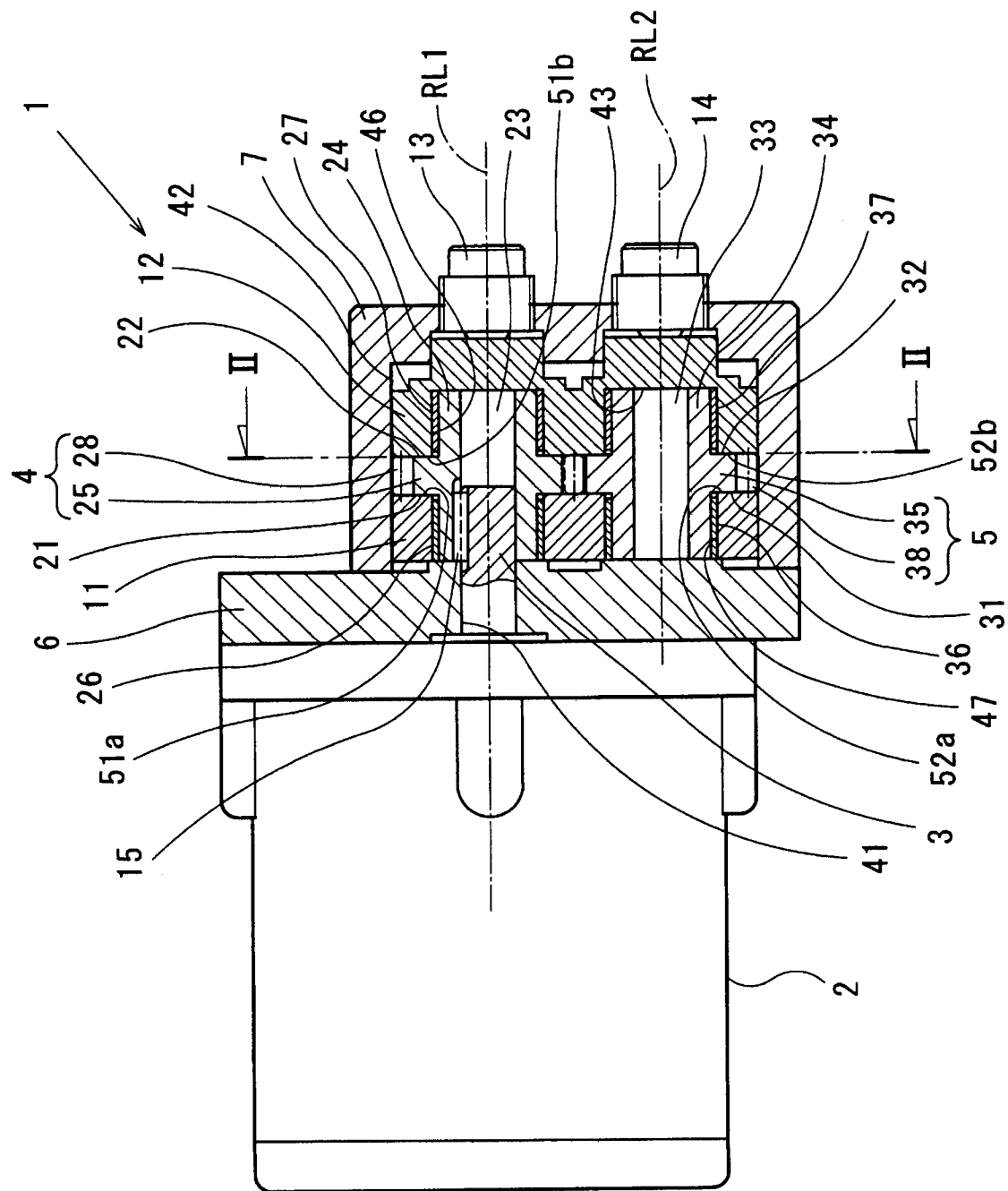
前記燃料ポンプは、吐出側空間（45）と吸入側空間（44）を有し、

前記第1および第2ギヤのギヤ側面、または前記第1および第2サイドプレートの接触面には、複数の油溝（61～66、71～74、81～88、91～94）が形成されており、

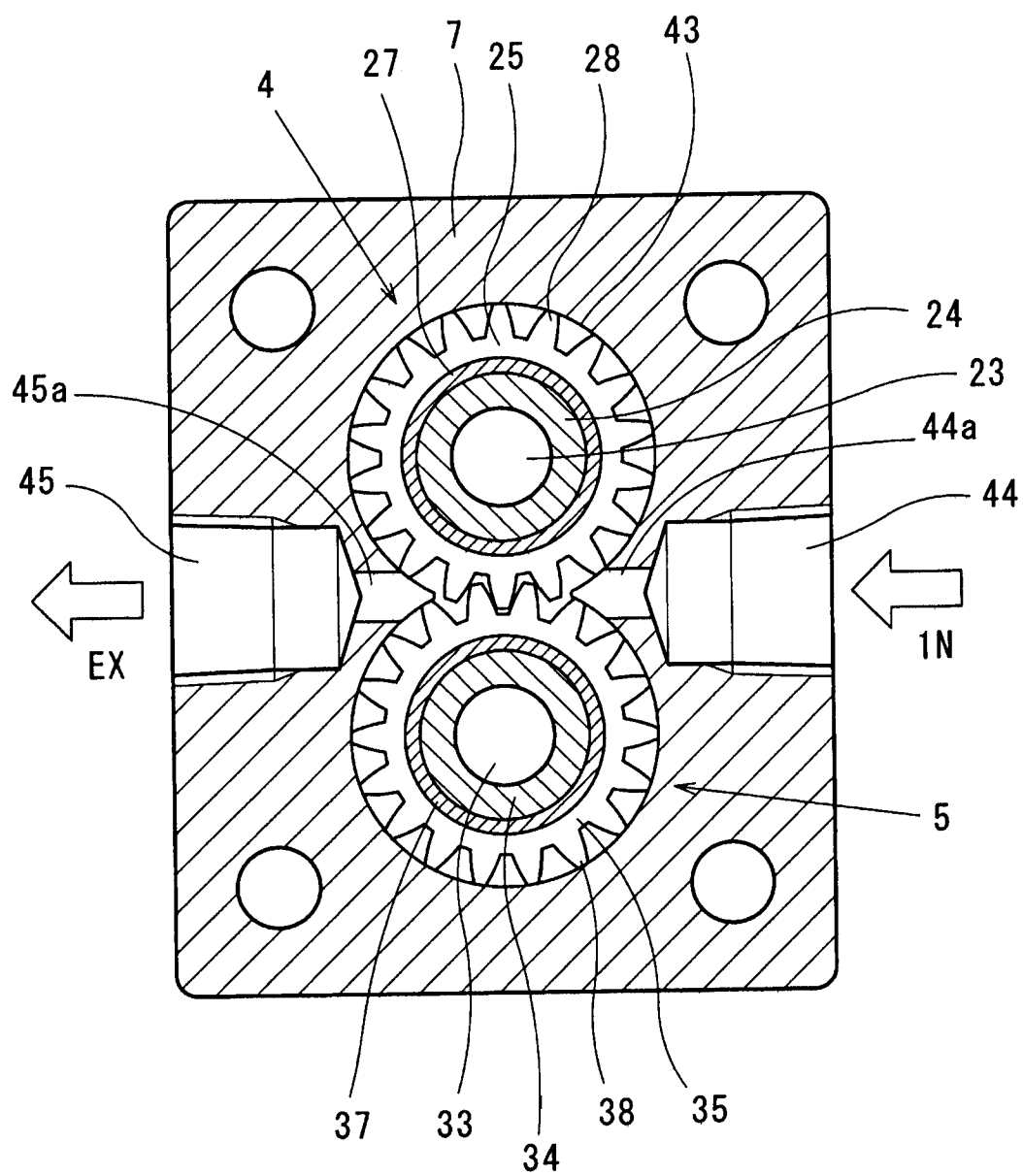
前記複数の油溝は、前記吐出側空間と前記吸入側空間とを連通して、前記第1および第2ギヤと前記第1サイドプレートとの接触部と、前記第1および第2ギヤと前記第2サイドプレートとの接触部と、に前記低粘度の燃料の一部を供給し、

前記複数の油溝の溝深さを h とした場合、 $5\mu\text{m} \leq h \leq 10\mu\text{m}$ の関係が満たされている外接歯車式の燃料ポンプ。

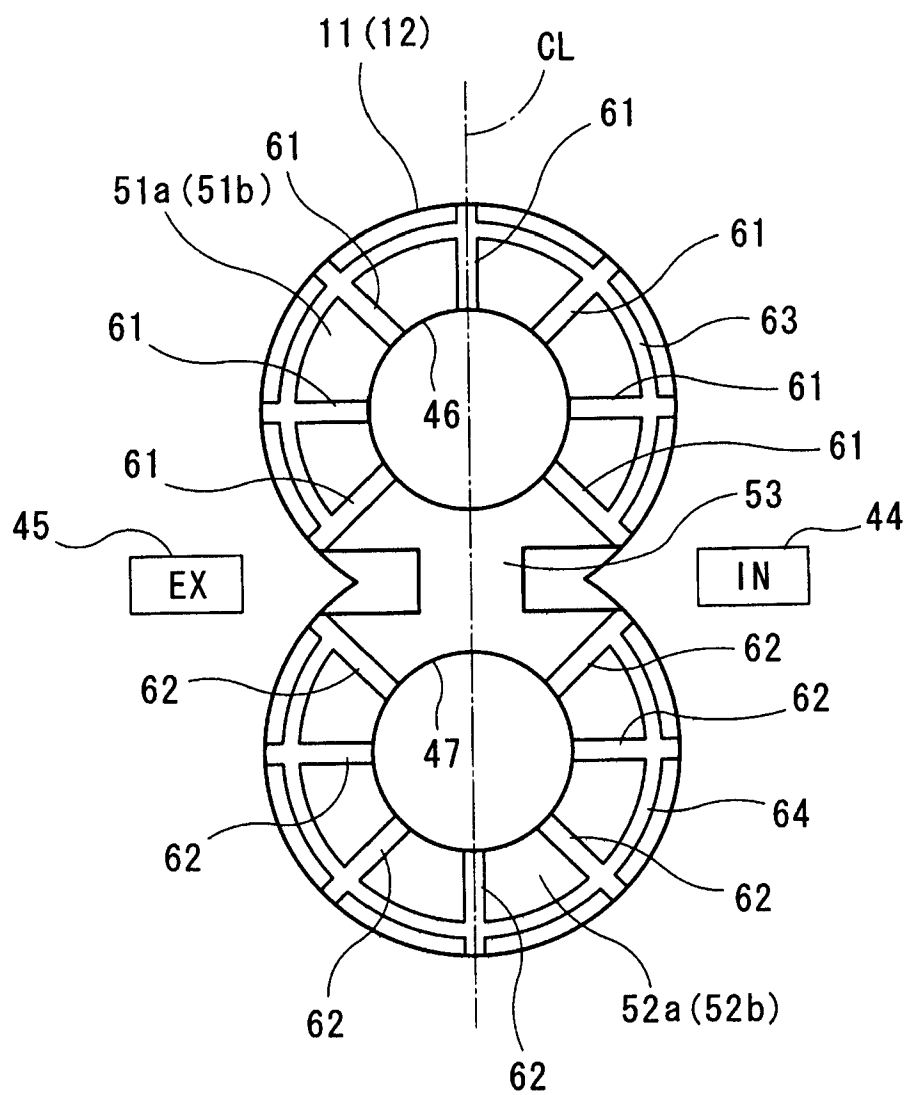
[図1]



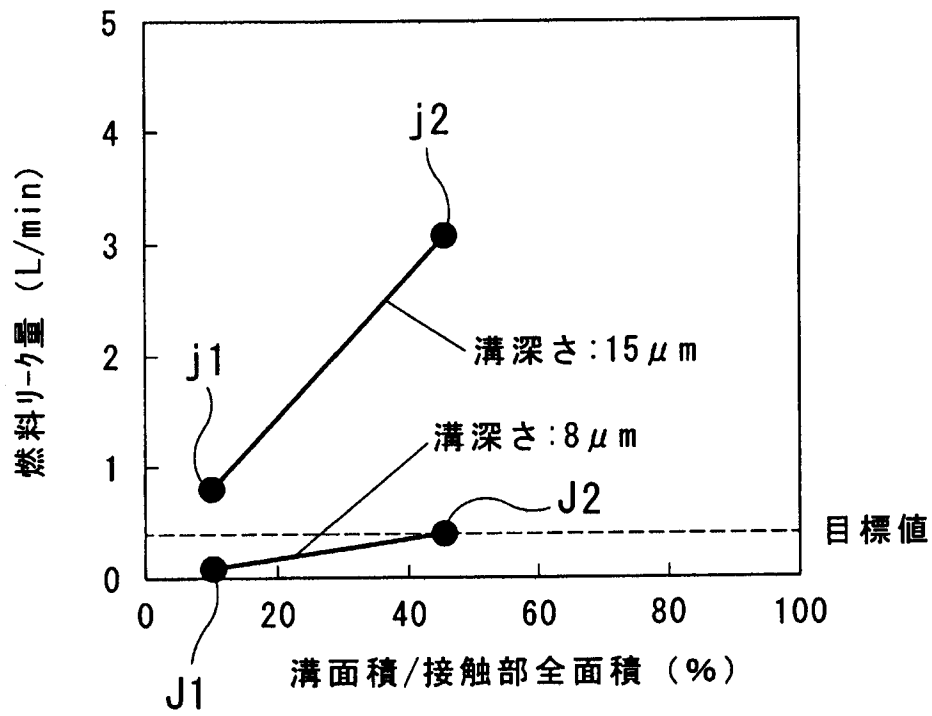
[図2]



[図3]

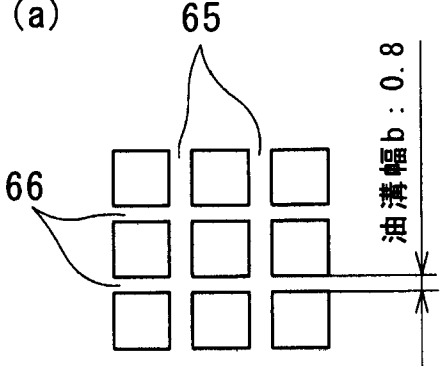
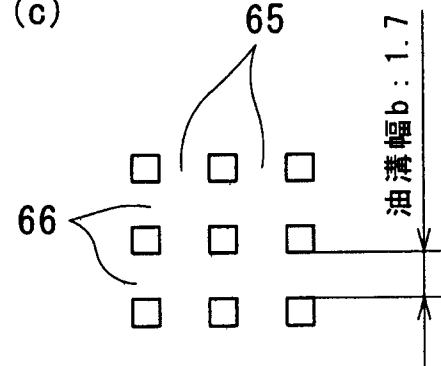
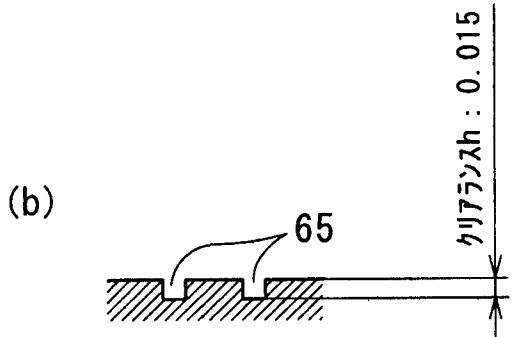
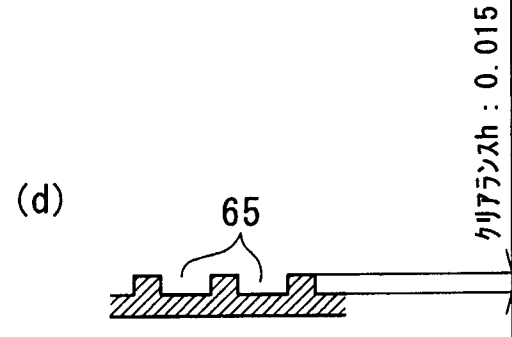


[図4]

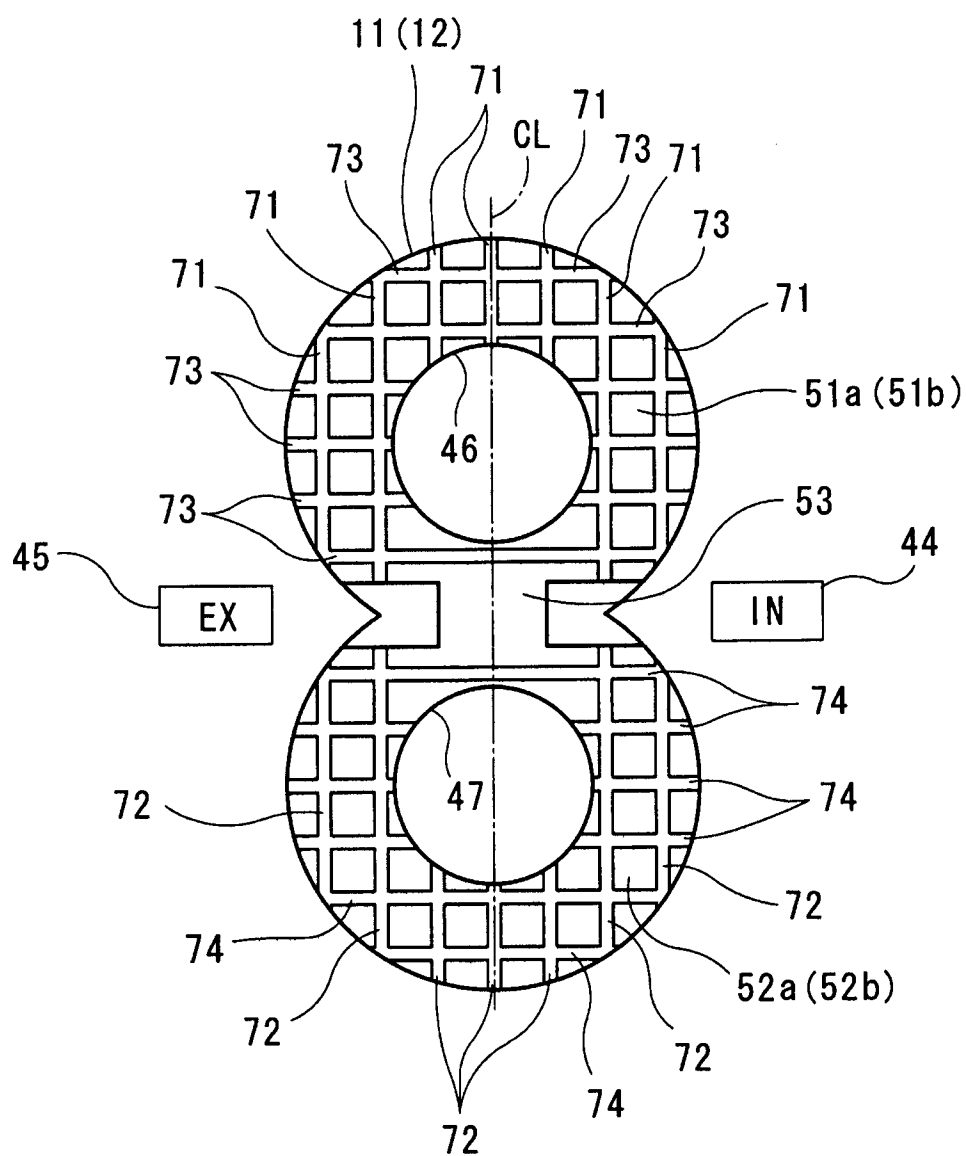


[図5]

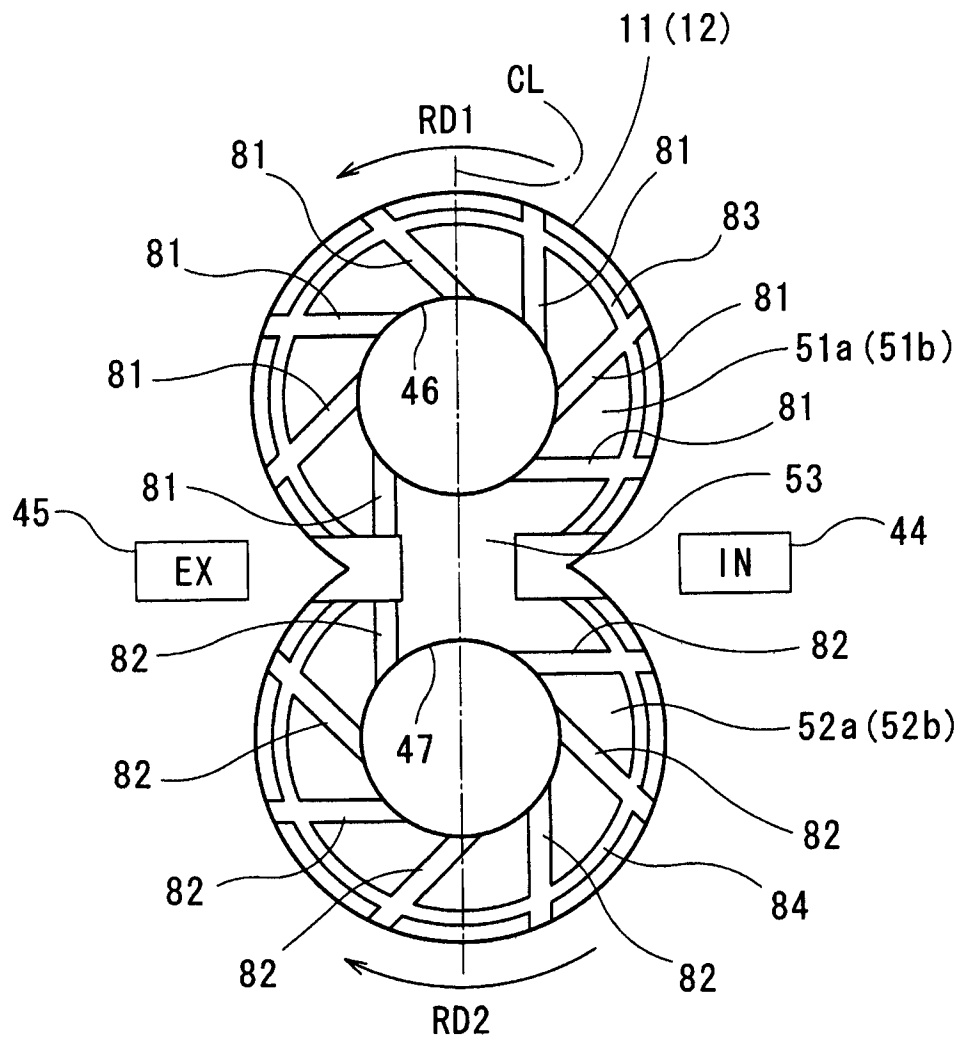
比較例

条件 j1	条件 j2
(a)  65 66 油溝幅 $b : 0.8$	(c)  65 66 油溝幅 $b : 1.7$
(b)  65 クリアランス $h : 0.015$	(d)  65 クリアランス $h : 0.015$

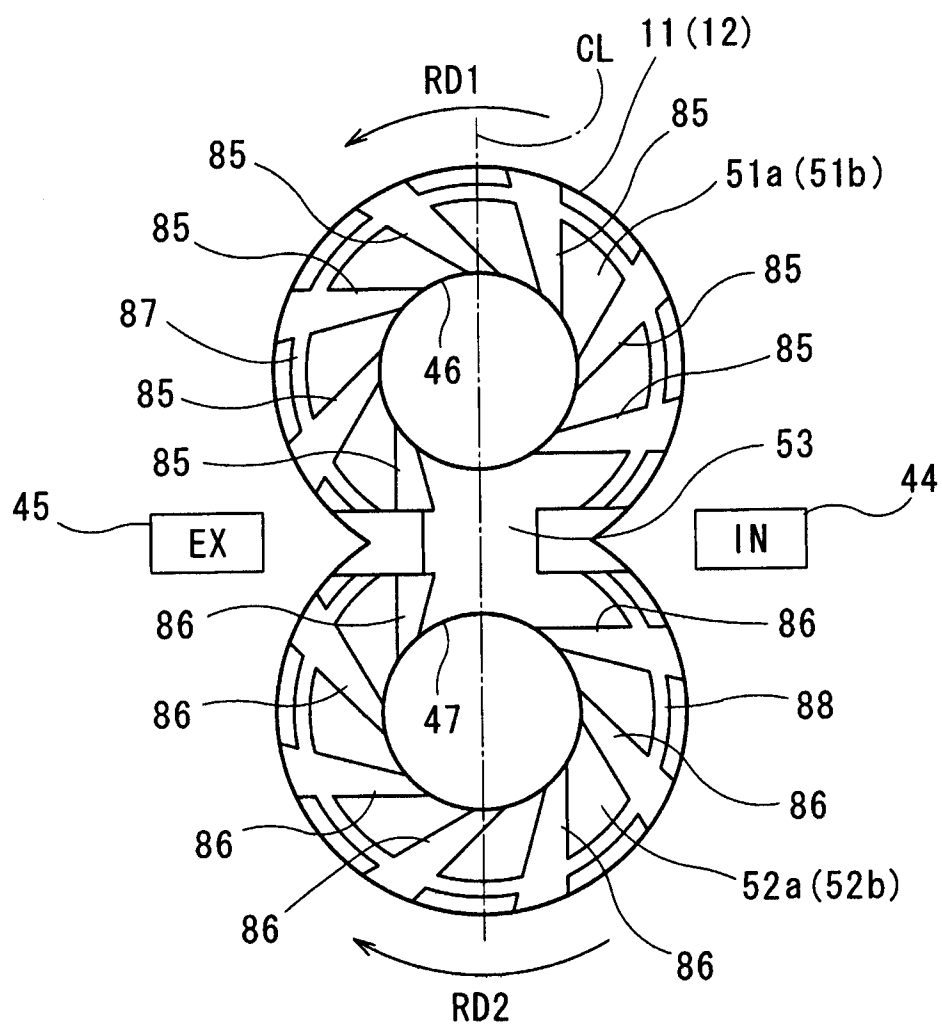
[図6]



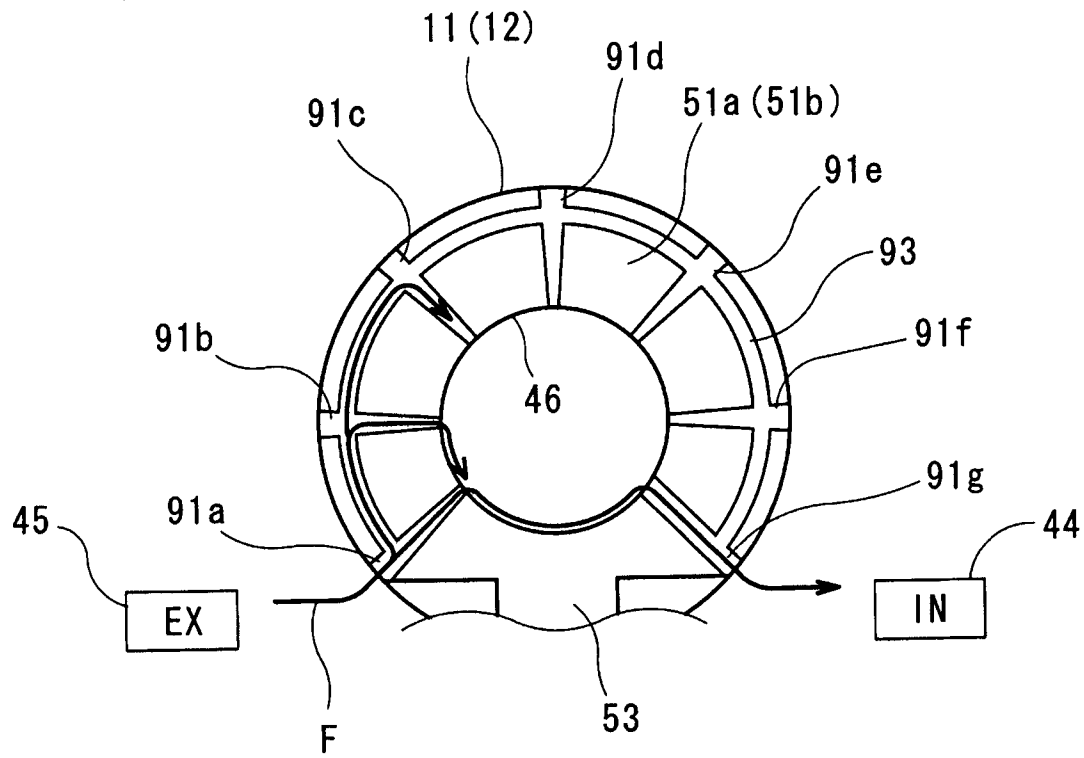
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C2/18(2006.01)i, F02M37/08(2006.01)i, F02M59/12(2006.01)i, F04C15/00(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)

F04C2/18, F02M37/08, F02M59/12, F04C15/00

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.
A	JP 2004-278381 A (Toyota Industries Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings & US 2004/0179953 A1 & EP 1457678 A1 & CN 1534195 A	1-8
A	JP 11-82323 A (Hitachi, Ltd.), 26 March 1999 (26.03.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
05 December 2016 (05.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077771

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 87047/1991 (Laid-open No. 30482/1993) (Shimadzu Corp.), 23 April 1993 (23.04.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 83714/1990 (Laid-open No. 42278/1992) (Kyowa Tekko Kabushiki Kaisha), 09 April 1992 (09.04.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04C2/18(2006.01)i, F02M37/08(2006.01)i, F02M59/12(2006.01)i, F04C15/00(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. F04C2/18, F02M37/08, F02M59/12, F04C15/00

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
A	JP 2004-278381 A（株式会社豊田自動織機）2004.10.07, 全文、全図 & US 2004/0179953 A1 & EP 1457678 A1 & CN 1534195 A	1-8
A	JP 11-82323 A（株式会社日立製作所）1999.03.26, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8

☒ 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

05.12.2016

国際調査報告の発送日

20.12.2016

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）

富永 達朗

30

3866

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
A	日本国実用新案登録出願 3-87047 号(日本国実用新案登録出願公開 5-30482 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社島津製作所) 1993. 04. 23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	日本国実用新案登録出願 2-83714 号(日本国実用新案登録出願公開 4-42278 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (協和鉄工株式会社) 1992. 04. 09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8