

(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6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/103662 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 7/16 (2006.01) H01F 7/121 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/006301
- (22) 国際出願日: 2015年12月17日(17.12.2015)
- (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 2014-263983 2014年12月26日(26.12.2014) JP
特願 2015-211824 2015年10月28日(28.10.2015) 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: 長坂 進介(NAGASAKA, Shinsuke); 〒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(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).

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

(54) 発明の名称: 電磁アクチュエータ

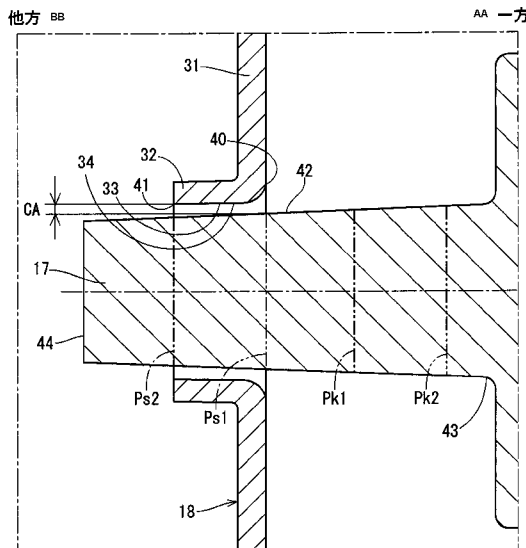


FIG. 4
AA One direction
BB Other direction

(57) Abstract: In the present invention, a through hole (33) through which a rod (17) is inserted is formed in an electromagnetic drive unit (MD), the rod (17) comprising an outer wall surface (42) that slides along the through hole (33). A clearance (CB) from the outer wall surface (42) of the rod (17) located in a maximum protrusion position to an inner wall surface (34) of the through hole (33) is smaller than a clearance (CA) from the outer wall surface (42) of the rod (17) located in a maximum retracted position to the inner wall surface (34). Through this, the clearance when retracted is relatively large, making it possible to reduce the friction forces between the rod (17) and a support tube portion (32). In addition, the clearance when protruded is relatively small, making it possible to reduce the amount a tip portion (44) of the rod (17) shakes in the radial direction.

(57) 要約: 電磁駆動部 (MD) にロッド (17) が挿通している通孔 (33) が形成され、ロッド (17) は、通孔 (33) と摺動する外壁面 (42) を有する。最大突出位置に位置するロッド (17) の外壁面 (42) から通孔 (33) の内壁面 (34) までのクリアランス (CB) は、最大引込位置に位置するロッド (17) の外壁面 (42) から内壁面 (34) までのクリアランス (CA) よりも小さい。これにより、引込時クリアランスが比較的大きいことによって、ロッド (17) と支持筒部 (32) との摩擦力を低減可能である。また、突出時クリアランスが比較的小さいことによって、ロッド (17) の先端 (44) の径方向への振れ量を低減可能である。

WO 2016/103662 A1

明 細 書

発明の名称：電磁アクチュエータ

関連出願の相互参照

[0001] 本願は、２０１４年１２月２６日に出願された日本国特許出願第２０１４－２６３９８３号と、２０１５年１０月２８日に出願された日本国特許出願第２０１５－２１１８２４号とに基づくものであり、この開示をもってその内容を本明細書中に開示したものとする。

技術分野

[0002] 本開示は、電磁アクチュエータに関する。

背景技術

[0003] コイルを通電するとき生じる磁力によりプランジャを軸方向へ相対移動し、プランジャと一体のロッドによって外部機器を操作可能な電磁アクチュエータが知られている。例えば特許文献１の電磁アクチュエータは、エンジンのバルブタイミング調整装置の油圧制御弁を操作する用途に用いられている。

[0004] 特許文献１では、ロッドは、プランジャから軸方向へ突き出すように設けられている。ロッドの外周面は軸心に対して平行である。また、ヨークは、ロッドが挿通する通孔を有する支持部を形成している。

[0005] ところで、ロッドは、軸方向へ移動するとき支持部の通孔の内壁面と摺動する。このときの摩擦力が大きいと、ロッドおよび支持部の摩耗が増えるとともに、ロッドが移動不能となる所謂こじりが発生するおそれがある。この問題の対策としては、ロッドと通孔の内壁面とのクリアランスを大きくすることが考えられる。

[0006] 一方、ロッドは、コイルの通電量が大きくなって磁力が大きくなるほど、ロッドが支持部から突き出す長さが長くなるとともに、プランジャに対して径方向にかかる力（サイドフォース）が大きくなる。そのため、ロッドが支持部から突き出す長さが長いときにロッド先端の径方向への振れ量が大きく

なるという問題がある。この問題の対策としては、ロッドと通孔の内壁面とのクリアランスを小さくすることが考えられる。

[0007] したがって、上述の2つの対策は互いに相容れない。つまり、ロッドと支持部との摩擦力を小さくするためにクリアランスを大きくすると、ロッド先端の径方向への振れ量が大きくなってしまう。また、ロッド先端の径方向への振れ量を小さくするためにクリアランスを小さくすると、ロッドと支持部との摩擦力が大きくなってしまう。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2014-120714号公報（US2014/0026836A1に対応）

発明の概要

[0009] 本開示は、上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、ロッドと支持部との摩擦力低減と、ロッド先端の径方向への振れ量低減との両立を図った電磁アクチュエータを提供することである。

[0010] 本開示による電磁アクチュエータは、可動部、電磁駆動部およびロッドを備える。可動部は、所定の直線方向へ往復移動可能である。電磁駆動部は、環状のコイルを有し、コイルが通電されると、可動部を前記直線方向へ移動させる磁力を発生可能である。ロッドは、可動部から前記直線方向へ突き出すように形成され、前記直線方向の一方側に位置する最大引込位置から前記直線方向の他方側に位置する最大突出位置まで可動部と共に移動可能である。電磁駆動部は、ロッドが挿通している通孔を有する。ロッドは、通孔と摺動する外壁面を有する。

[0011] 最大突出位置に位置するロッドの外壁面から通孔の内壁面までのクリアランスは、最大引込位置に位置するロッドの外壁面から内壁面までのクリアランスよりも小さい。

[0012] このように構成すれば、ロッドが引き込み側に位置するときのロッドと通孔の内壁面とのクリアランス（引込時クリアランス）を比較的大きくしつつ

、ロッドが突き出し側に位置するときのロッドと通孔の内壁面とのクリアランス（突出時クリアランス）を比較的小さくすることができる。したがって、引込時クリアランスが比較的大きいことによって、ロッドと支持部との摩擦力を低減可能である。また、突出時クリアランスが比較的小さいことによって、ロッド先端の径方向への振れ量を低減可能である。つまり、ロッドと支持部との摩擦力低減と、ロッド先端の径方向への振れ量低減との両立を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の第1実施形態による電磁アクチュエータと、これが適用されたエンジンのバルブタイミング調整装置および油圧制御弁とを説明する断面図である。

[図2]図1の電磁アクチュエータの断面図であって、ロッドが最大引込位置に位置している状態を示す図である。

[図3]図1の電磁アクチュエータの断面図であって、ロッドが最大突出位置に位置している状態を示す図である。

[図4]図2のⅠⅤ部分を拡大して模式的に示す図である。

[図5]図3のⅤ部分を拡大して模式的に示す図である。

[図6]図1の電磁アクチュエータにおけるロッドのストローク量とロッドに作用する摩擦力との関係、および、ロッドのストローク量とロッド先端の径方向振れ量との関係を示す図である。

[図7]図5の状態からロッドが径方向へ振れた状態を示す図である。

[図8]本開示の第2実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図9]本開示の第3実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図10]本開示の第4実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図11]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバ

ーを示す模式図である。

[図12]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図13]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図14]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図15]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図16]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図17]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図18]本開示の他の実施形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図19]第1比較形態による電磁アクチュエータのロッドおよびカバーを示す模式図である。

[図20]図19の電磁アクチュエータにおけるロッドのストローク量とロッドに作用する摩擦力との関係、および、ロッドのストローク量とロッド先端の径方向振れ量との関係を示す図である。

[図21]第2比較形態による電磁アクチュエータのロッド、および、カバーを示す模式図である。

[図22]図21の電磁アクチュエータにおけるロッドのストローク量とロッドに作用する摩擦力との関係、および、ロッドのストローク量とロッド先端の径方向振れ量との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づき説明する。実施形態同士で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

[0015] 〔第 1 実施形態〕

本開示の第 1 実施形態による電磁アクチュエータは、図 1 に示すエンジンのバルブタイミング調整システム 80 に適用されている。バルブタイミング調整システム 80 は、バルブタイミング調整装置 81 および油圧制御弁 82 を備えている。

[0016] バルブタイミング調整装置 81 は、エンジンのクランク軸と同期して回転するハウジング 84 と、エンジンのカム軸 85 と一体に回転するベーンロータ 86 とを備え、ハウジング 84 とベーンロータ 86 との相対回転位相を変更することにより、エンジンの吸気弁または排気弁のバルブタイミングを調整可能である。ベーンロータ 86 は、ハウジング 84 内の油圧室（進角室、遅角室）の油圧の大きさに応じて当該ハウジング 84 に対して相対回転する。油圧室の油圧は、ベーンロータ 86 の中心部に設けられている油圧制御弁 82 により調圧される。

[0017] 油圧制御弁 82 は、複数のポート 87 を有するスリーブ 88 と、スリーブ 88 内で軸方向へ移動可能なスプール 89 とを備えるスプール弁であり、スプール 89 の軸方向位置を変化させることにより各ポート 87 を選択的に開閉して、ハウジング 84 内の油圧室に作動油を供給するための油路を切り替える。電磁アクチュエータ 10 は、油圧制御弁 82 のスプール 89 の軸方向位置を変化させるために用いられる。

[0018] （基本構成）

先ず、電磁アクチュエータ 10 の基本構成を図 1 ～図 3 に基づき説明する。

[0019] 電磁アクチュエータ 10 は、電磁駆動部 MD、ハウジング 15、ブラケット 16、および、「出力軸部」としてのロッド 17 を備える。電磁駆動部 MD は、「可動部」としてのプランジャ 11、コイル 12、ヨーク 13、コアステータ 14、および、カバー 18 を有する。電磁アクチュエータ 10 は、ロッド 17 を軸方向の一方側の最大引込位置から軸方向の他方側の最大突出位置までの間で移動させることにより、油圧制御弁 82 のスプール 89 の軸

方向位置を変化させる。

[0020] 以下、ロッド 17 の軸心 A X と平行な方向を単に「軸方向」という。また、「軸方向の一方」とはロッド 17 に対してスプール 89 とは反対側のことを意味し、「軸方向の他方」とはロッド 17 に対してスプール 89 側のことを意味する。

[0021] プランジャ 11 は、中空筒状であり、磁性材料で作られている。プランジャ 11 は、軸心 A X 上に設けられており、軸方向へ往復移動可能である。軸方向は、本開示の「直線方向」に相当する。

[0022] コイル 12 は、樹脂製かつ筒状のボビン 19 の外側に巻かれた巻線から構成されている。ボビン 19 は、軸心 A X 上であってプランジャ 11 の外側に設けられている。外部の電源からハウジング 15 のコネクタ部 20 のターミナル 21 を経由して通電されることにより、コイル 12 は磁界を発生する。

[0023] ヨーク 13 は、軸心 A X に沿う断面においてコイル 12 を取り囲むように設けられており、磁性材料で作られている。本実施形態では、ヨーク 13 は第 1 ヨーク部材 22 および第 2 ヨーク部材 23 から構成されている。第 1 ヨーク部材 22 は、コイル 12 の内側に位置する第 1 内側筒部 24 を有する。第 2 ヨーク部材 23 は、コイル 12 の内側に位置し、且つ、第 1 内側筒部 24 との間に磁気ギャップ 25 を隔てて配置された第 2 内側筒部 26 を有する。第 1 ヨーク部材 22 と第 2 ヨーク部材 23 とは、コイル 12 の外側で互いに接続されている。

[0024] コアステータ 14 は、プランジャ 11 の内側に位置する軸部 27 と、軸部 27 のうち軸方向の一方側の端部から第 1 ヨーク部材 22 まで突き出すフランジ部 28 と、を有する。

[0025] ハウジング 15 は、樹脂製であり、ヨーク 13 の一部の外側を覆うように設けられている。

[0026] ブラケット 16 は、ハウジング 15 から外側へ突き出すように形成されており、締結部材 90 が挿入可能な取り付け孔 29 を有する。

[0027] ロッド 17 は、プランジャ 11 から軸方向の他方へ突き出すように設けら

れており、スプール８９を軸方向へ押圧可能である。ロッド１７は、図１、図２に示すように軸方向の一方側に位置する最大引込位置から、図３に示すように軸方向の他方側に位置する最大突出位置まで、プランジャ１１と共に移動可能である。本実施形態では、最大引込位置は、ロッド１７がコアステータ１４に当接する位置である。最大突出位置は、ロッド１７に押されたスプール８９がスリーブ８８の内壁に当接する位置である。電磁アクチュエータ１０がエンジンから取り外された状態であれば、ロッド１７は、最大突出位置よりもさらに軸方向の他方へ移動可能である。

[0028] ロッド１７が最大引込位置に位置するとき、図２に示すように、プランジャ１１は第１内側筒部２４の内側に位置する。ロッド１７が最大突出位置に位置するとき、図３に示すように、プランジャ１１は第１内側筒部２４と第２内側筒部２６とに跨るように位置する。

[0029] カバー１８は、第２内側筒部２６のうち、軸方向の他方側の端部に嵌合されて固定されている嵌合筒部３０と、嵌合筒部３０から径方向内側へ突き出す環状板部３１と、環状板部３１の内周部から軸方向の他方へ突き出す支持筒部３２と、を有する。支持筒部３２は、ロッド１７が挿通している通孔３３を有する。支持筒部３２は、例えばプランジャ１１に径方向の力がかかるとき等に径方向へ振れるロッド１７を支持可能である。

[0030] このように構成された電磁アクチュエータ１０では、コイル１２が非通電のとき、プランジャ１１およびロッド１７は、油圧制御弁８２のスプリング９１によりスプール８９を介して軸方向の一方へ付勢され、最大引込位置に位置させられる。

[0031] 一方、コイル１２が通電されると、コイル１２の周りに磁界が発生し、ヨーク１３およびプランジャ１１により磁気回路が形成される。このとき、磁束が流れにくい磁気ギャップ２５をバイパスするようにプランジャ１１を移動させようと、プランジャ１１には軸方向の他方へ向かう磁力が作用する。コイル１２の通電量が大きいほど、すなわち磁気回路を流れる磁束が多いほど、上記磁力は大きくなる。プランジャ１１、ロッド１７およびスプール８

9の軸方向位置は、上記磁力とスプリング91による付勢力とのバランスにより決まる。電磁駆動部MDは、コイル12が通電されると、プランジャ11を軸方向へ移動させる磁力を発生可能である。

[0032] (特徴構成)

次に、電磁アクチュエータ10の特徴構成を図4、図5に基づき説明する。図4、図5では、特徴構成を分かり易くするために各部は模式的に示されており、各部の寸法、角度および寸法比は必ずしも正確なものではない。

[0033] 以下の説明において、通孔33の縁のうち、軸方向の一方側に位置する縁を第1縁40とする。また、通孔33のうち、軸方向の他方側に位置する縁を第2縁41とする。なお、第1縁40は、通孔33の軸方向の一方側の開口端を形成しており、第1開口端とも称する。また、第2縁41は、通孔33の軸方向の他方側の開口端を形成しており、第2開口端とも称する。

[0034] また、図4に示すようにロッド17が最大引込位置に位置するとき、ロッド17のうち、軸方向位置が第1縁40と一致する箇所を第1先端側特定箇所P s 1とし、また、ロッド17のうち、軸方向位置が第2縁41と一致する箇所を第2先端側特定箇所P s 2とする。第1先端側特定箇所P s 1および第2先端側特定箇所P s 2は、二点鎖線を用いて仮想的に示されている。

[0035] また、図5に示すように、ロッド17が最大突出位置に位置するとき、ロッド17のうち、軸方向位置が第2縁41と一致する箇所を第1基端側特定箇所P k 1とし、また、ロッド17のうち、軸方向位置が第1縁40と一致する箇所を第2基端側特定箇所P k 2とする。第1基端側特定箇所P k 1および第2基端側特定箇所P k 2は、二点鎖線を用いて仮想的に示されている。

[0036] ロッド17は、軸方向へ移動するときに通孔33の内壁面34と摺動可能な外壁面42を有する。外壁面42は、少なくとも第1基端側特定箇所P k 1から第1先端側特定箇所P s 1までの軸方向範囲において、ロッド17の基端43側から先端44側に向かって径が小さくなるテーパ状に形成されている。本実施形態では、外壁面42は、基端43から先端44までの全範囲

でテーパ状である。

[0037] 「ロッド 17 の外壁面 42 と通孔 33 の内壁面 34 とのクリアランス」とは、ロッド 17 と通孔 33 とが互いに同心であるとき、外壁面 42 から内壁面 34 までの間隔の最小値のことである。ロッド 17 が最大引込位置に位置するときのクリアランスを CA とし、ロッド 17 が最大突出位置に位置するときのクリアランスを CB とする。

[0038] カバー 18 は、板材からプレス加工により成形されている。通孔 33 の内壁面 34 は、第 1 縁 40 側から第 2 縁 41 側に向かって径が小さくなるテーパ状である。外壁面 42 の勾配は、通孔 33 の内壁面 34 の勾配よりも大きい。これにより、ロッド 17 の外壁面 42 から通孔 33 の内壁面 34 までのクリアランスは、ロッド 17 の軸方向位置にかかわらず、軸方向の一方側ほど小さくなっている。外壁面 42 の勾配とは、外壁面 42 と軸心 AX とのなす角度のことである。通孔 33 の内壁面 34 の勾配とは、通孔 33 の内壁面 34 と軸心 AX とのなす角度のことである。

[0039] 図 4、図 5 では、外壁面 42 の勾配および通孔 33 の内壁面 34 の勾配を実際よりも大きく示している。また、クリアランスを実際よりも大きく示している。

[0040] 以上のように、第 1 縁 40 と第 2 縁 41 との間の軸方向範囲において、ロッド 17 が最大突出位置に位置するときのクリアランス CB は、最大引込位置に位置するときのクリアランス CA よりも小さい、すなわち、 $CA > CB$ の関係が成り立っている。

[0041] (比較形態)

ここで、2つの比較形態を示すことで、本実施形態の有利な点を明らかにする。

[0042] 図 19 に模式的に示すように、第 1 比較形態では、ロッド 100 の外壁面 101 が軸心 AX と平行な円筒面であるとともに、通孔 102 の内壁面 107 が軸心 AX と平行な円筒面である。ロッド 100 の外壁面 101 と通孔 102 の内壁面 107 とのクリアランスを $C1$ とする。クリアランス $C1$ は、

ロッド１００の軸方向位置にかかわらず、本実施形態においてロッド１７が最大突出位置に位置するときのクリアランスＣＡと同等となるように、比較的小さく設定されている。

[0043] このような第１比較形態によると、図２０に示すように、ロッド１００のストローク量の全域においてロッド１００の径方向振れ量を比較的小さく抑えることができる。しかし、外壁面１０１と通孔１０２の内壁面１０７との摩擦力が比較的大きくなってしまふ。これにより、ロッド１００および支持筒部１０３の摩耗が増えるとともに、ロッド１００が移動不能となる所謂こじりが発生するおそれがある。

[0044] 図２１に模式的に示すように、第２比較形態では、ロッド１０５の外壁面１０６が軸心ＡＸと平行な円筒面であるとともに、通孔１０２の内壁面１０７が軸心ＡＸと平行な円筒面である。ロッド１０５の外壁面１０６と通孔１０２の内壁面１０７とのクリアランスをＣ２とする。クリアランスＣ２は、ロッド１０５の軸方向位置にかかわらず、本実施形態においてロッド１７が最大引込位置に位置するときのクリアランスＣＢと同等となるように、比較的大きく設定されている。

[0045] このような第２比較形態によると、図２２に示すように、ロッド１０５のストローク量の全域において外壁面１０６と通孔１０２の内壁面１０７との摩擦力を比較的小さく抑えることができる。しかし、ロッド１０５の径方向振れ量が比較的大きくなってしまふ。特に、ロッド１０５のストローク量が大きいとき、磁力増大の影響でプランジャに対する径方向の力（サイドフォース）が大きくなり、ロッド１０５が径方向へ大きく振れてしまふ。

[0046] 一方、第１実施形態では、ロッド１７が最大突出位置に位置するときのクリアランスＣＡは第１比較形態におけるクリアランスＣ１と同等であるとともに、ロッド１７が最大引込位置に位置するときのクリアランスＣＢは第２比較形態におけるクリアランスＣ２と同等である。そのため、図６に示すように、ロッド１７のストローク量の全域において、ロッド１７の径方向振れ量を比較的小さく抑えつつ、外壁面４２と通孔３３の内壁面３４との摩擦力

を比較的小さく抑えることができる。

[0047] (効果)

以上説明したように、第1実施形態では、ロッド17は、少なくとも第1基端側特定箇所Pk1から第1先端側特定箇所Ps1までの軸方向範囲において、ロッド17の基端43側から先端44側に向かって径が小さくなるテーパ状の外壁面42を有する。これにより、ロッド17が最大突出位置に位置するときのクリアランスCBは、ロッド17が最大引込位置に位置するときのクリアランスCAよりも小さい。

[0048] このように構成すれば、ロッド17が引き込み側に位置するときのロッド17と通孔33の内壁面34とのクリアランス（引込時クリアランス）を比較的大きくしつつ、ロッド17が突き出し側に位置するときのロッド17と通孔33の内壁面34とのクリアランス（突出時クリアランス）を比較的小さくすることができる。したがって、引込時クリアランスが比較的大きいことによって、ロッド17と支持筒部32との摩擦力を低減可能である。また、突出時クリアランスが比較的小さいことによって、ロッド17の先端44の径方向への振れ量を低減可能である。つまり、ロッド17と支持筒部32との摩擦力低減と、ロッド17の先端44の径方向への振れ量低減との両立を図ることができる。

[0049] また、第1実施形態では、外壁面42は、少なくとも第1基端側特定箇所Pk1から第2先端側特定箇所Ps2までの軸方向範囲においてテーパ状である。

[0050] このように構成すれば、ロッド17のうち、第1先端側特定箇所Ps1から先端44側の外周面が軸方向と平行である場合と比べて、引込時クリアランスが大きくなる。したがって、ロッド17と支持筒部32との摩擦力を一層低減可能である。

[0051] また、第1実施形態では、外壁面42は、少なくとも第2基端側特定箇所Pk2から第1先端側特定箇所Ps1までの軸方向範囲においてテーパ状である。

[0052] このように構成すれば、ロッド 17 のうち、第 1 基端側特定箇所 P k 1 から基端 43 側の外周面が軸方向と平行である場合と比べて、突出時クリアランスが小さくなる。したがって、ロッド 17 の先端 44 の径方向への振れ量を一層低減可能である。

[0053] また、第 1 実施形態では、通孔 33 の内壁面 34 は、第 1 縁 40 側から第 2 縁 41 側に向かって径が小さくなるテーパ状である。外壁面 42 の勾配は、通孔 33 の内壁面 34 の勾配よりも大きい。

[0054] このように構成すれば、外壁面 42 と通孔 33 の内壁面 34 とのクリアランスは、ロッド 17 の軸方向位置にかかわらず、軸方向の一方側ほど狭くなる。したがって、図 7 に示すように、ロッド 17 が径方向へ振れたときに外壁面 42 と通孔 33 の内壁面 34 とが面接触するように構成することができる。

[0055] [第 2 実施形態]

本開示の第 2 実施形態では、図 8 に示すように、外壁面 50 は、第 1 基端側特定箇所 P k 1 から第 1 先端側特定箇所 P s 1 までの軸方向範囲においてテーパ状である。外壁面 50 は、第 1 先端側特定箇所 P s 1 から先端 44 側が軸方向と平行であるとともに、第 1 基端側特定箇所 P k 1 から基端 43 側が軸方向と平行である。このように外壁面 50 の一部がテーパ状であっても、第 1、第 2 比較形態と比べると、ロッド 17 と支持筒部 32 との摩擦力低減とロッド 17 の先端 44 の径方向への振れ量低減との両立を図ることができる。

[0056] [第 3 実施形態]

本開示の第 3 実施形態では、図 9 に示すように、基端 43 側から先端 44 側に向かって、所定の間隔で段階的にロッド 17 の径が小さくなるように、外壁面 60 が段付き形状に形成されている。ロッド 17 の径が小さくなる間隔は、任意に設定してもよい。本実施形態では、外壁面 60 は、基端 43 側から先端 44 側までの全範囲に対して階段状である。このような階段状のロッドにおいても、ロッド 17 が最大引込位置に位置するときのクリアランス

C Aよりも、ロッド 1 7 が最大突出位置に位置するときのクリアランス C Bよりも小さくなる。したがって、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0057] [第 4 実施形態]

本開示の第 4 実施形態では、図 1 0 に示すように、第 1 基端側特定箇所 P k 1 から第 2 基端側特定箇所 P k 2 までの軸方向範囲において、ロッド 1 7 は径方向外側に突出する突起 7 1 を有する。ロッド 1 7 が突起 7 1 を有することで、外壁面 7 0 は径方向外側に突出した突出面 7 2 を含む。外壁面 7 0 が突出面 7 2 を含むことにより、ロッド 1 7 が最大引込位置に位置するときのクリアランス C Aよりも、ロッド 1 7 が最大突出位置に位置するときのクリアランス C Bよりも小さくなる。したがって、第 4 実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0058] [他の実施形態]

第 2 実施形態の思想を共有する他の実施形態では、図 1 1 に示すように、第 2 基端側特定箇所 P k 2 から第 1 基端側特定箇所 P k 1 までの軸方向範囲において、外壁面 5 1 を基端 4 3 側から先端 4 4 側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。

[0059] 図 1 2 に示すように、第 1 先端側特定箇所 P s 1 から第 2 先端側特定箇所 P s 2 までの軸方向範囲において、外壁面 5 2 を基端 4 3 側から先端 4 4 側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。

[0060] 図 1 3 に示すように、第 2 基端側特定箇所 P k 2 から第 1 先端側特定箇所 P s 1 までの軸方向範囲において、外壁面 5 3 を基端 4 3 側から先端 4 4 側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。

[0061] 図 1 4 に示すように、第 1 基端側特定箇所 P k 1 から第 2 先端側特定箇所 P s 2 までの軸方向範囲において、外壁面 5 4 を基端 4 3 側から先端 4 4 側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。

[0062] 図 1 5 に示すように、第 2 基端側特定箇所 P k 2 から第 2 先端側特定箇所 P s 2 までの軸方向範囲において、外壁面 5 5 を基端 4 3 側から先端 4 4 側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。

- [0063] 図16に示すように、第1先端側特定箇所P s 1と第2先端側特定箇所P s 2との間P s 2 1から第1基端側特定箇所P k 1と第2基端側特定箇所P k 2との間P k 1 2までの軸方向範囲において、外壁面56を基端43側から先端44側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。
- [0064] また、第1先端側特定箇所と第2先端側特定箇所との間から第1基端側特定箇所と第1先端側特定箇所との間までの軸方向範囲において、外壁面を基端側から先端側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。さらに第1基端側特定箇所と第1先端側特定箇所との間から第1基端側特定箇所と第2基端側特定箇所との間までの軸方向範囲において、外壁面を基端側から先端側に向かって径が小さくなるテーパ状としてもよい。
- [0065] 第3実施形態の思想を共有する他の実施形態では、図17に示すように、第1先端側特定箇所P s 1から第2基端側特定箇所P k 2までの軸方向範囲の一部において、ロッド17の外壁面61を段になっている段付き形状としてもよい。第1実施形態と同様の効果を奏する。
- [0066] 第4実施形態の思想を共有する他の実施形態では、ロッドは、軸および軸に嵌合するリングを有し、突起はリングから構成されてもよい。
- [0067] 本開示の他の実施形態では、カバーを複数のカバー体に分割し、可動部とは別の駆動部を用いて、複数のカバー体を径方向内側に動作可能にする。ロッドが最大引込位置から最大突出位置に摺動するとき、カバーをロッドに接近させる。ロッドが摺動するときにカバーを接近させることで、ロッドが最大突出位置に位置するときのクリアランスを、ロッド最大引込位置に位置するときのクリアランスよりも小さくすることができる。
- [0068] 本開示の他の実施形態では、ロッドは、プランジャと同一部材から構成されてもよい。
- [0069] 本開示の他の実施形態では、カバーは、プレス加工による成形品に限らず、例えば切削加工による成形品であってもよい。
- [0070] 本開示の他の実施形態では、カバーの通孔の内壁面は、軸方向と平行な円筒面であってもよい。

- [0071] 本開示の他の実施形態では、カバーは、ヨークと同一部材から構成されてもよい。
- [0072] 本開示の他の実施形態では、カバーの第1縁40側の角部401は、丸みを帯びている形状に限らず、例えばC面取り形状であってもよいし、図18に示すように尖鋭形状であってもよい。
- [0073] 本開示は、上述した実施形態に限定されるものではなく、開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

請求の範囲

[請求項1]

所定の直線方向へ往復移動可能な可動部（１１）と、
環状のコイル（１２）を有し、前記コイル（１２）が通電されると、前記可動部（１１）を前記直線方向へ移動させる磁力を発生可能な電磁駆動部（ＭＤ）と、

前記可動部（１１）から前記直線方向へ突き出すように設けられ、前記直線方向の一方側に位置する最大引込位置から前記直線方向の他方側に位置する最大突出位置まで前記可動部（１１）と共に移動可能なロッド（１７）と、

を備え、

前記電磁駆動部（ＭＤ）は、前記ロッド（１７）が挿通している通孔（３３）を有し、

前記ロッド（１７）は、前記通孔（３３）と摺動可能な外壁面（４２、５０～５６、６０～６１、７０）を有し、

前記最大突出位置に位置する前記ロッド（１７）の前記外壁面（４２、５０、６０、７０）から前記通孔（３３）の内壁面（３４）までのクリアランス（ＣＢ）は、前記最大引込位置に位置する前記ロッド（１７）の前記外壁面（４２、５０～５６、６０～６１、７０）から前記内壁面（３４）までのクリアランス（ＣＡ）よりも小さい電磁アクチュエータ。

[請求項2]

前記通孔（３３）のうち、前記直線方向の一方側に位置する縁を第１縁（４０）とし、

前記通孔（３３）のうち、前記直線方向の他方側に位置する縁を第２縁（４１）とし、

前記ロッド（１７）が前記最大引込位置に位置するとき、前記ロッド（１７）のうち、軸方向位置が前記第１縁（４０）と一致する箇所を第１先端側特定箇所（Ｐｓ１）とし、

前記ロッド（１７）が前記最大引込位置に位置するとき、前記ロッド

ド（１７）のうち、軸方向位置が前記第２縁（４１）と一致する箇所を第２先端側特定箇所（Ｐｓ２）とし、

前記ロッド（１７）が前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッド（１７）のうち、軸方向位置が前記第２縁（４１）と一致する箇所を第１基端側特定箇所（Ｐｋ１）とし、

前記ロッド（１７）が前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッド（１７）のうち、軸方向位置が前記第１縁（４０）と一致する箇所を第２基端側特定箇所（Ｐｋ２）とすると、

前記外壁面（４２、５０、５３～５６）は、少なくとも前記第１基端側特定箇所（Ｐｋ１）から前記第１先端側特定箇所（Ｐｓ１）までの軸方向範囲において、前記ロッド（１７）の基端（４３）側から先端（４４）側に向かって径が小さくなるテーパ状である請求項１に記載の電磁アクチュエータ。

[請求項３] 前記外壁面（４２、５３、５５～５６）は、少なくとも前記第２基端側特定箇所（Ｐｋ２）から前記第１基端側特定箇所（Ｐｋ１）までの軸方向範囲において、前記基端（４３）側から前記先端（４４）側に向かって径が小さくなるテーパ状である請求項２に記載の電磁アクチュエータ。

[請求項４] 前記外壁面（４２、５４～５６）は、少なくとも前記第１先端側特定箇所（Ｐｓ１）から前記第２先端側特定箇所（Ｐｓ２）までの軸方向範囲において、前記基端（４３）側から前記先端（４４）側に向かって径が小さくなるテーパ状である請求項２または３に記載の電磁アクチュエータ。

[請求項５] 前記外壁面（４２）は、前記ロッド（１７）の基端（４３）から先端（４４）に向かって径が小さくなるテーパ状である請求項１に記載の電磁アクチュエータ。

[請求項６] 前記外壁面（６０～６１）は、前記ロッド（１７）の基端（４３）から先端（４４）に向かって、径が段階的に小さくなる段付き形状で

ある請求項 1 に記載の電磁アクチュエータ。

[請求項7]

前記通孔（33）のうち、前記直線方向の一方側に位置する縁を第1縁（40）とし、

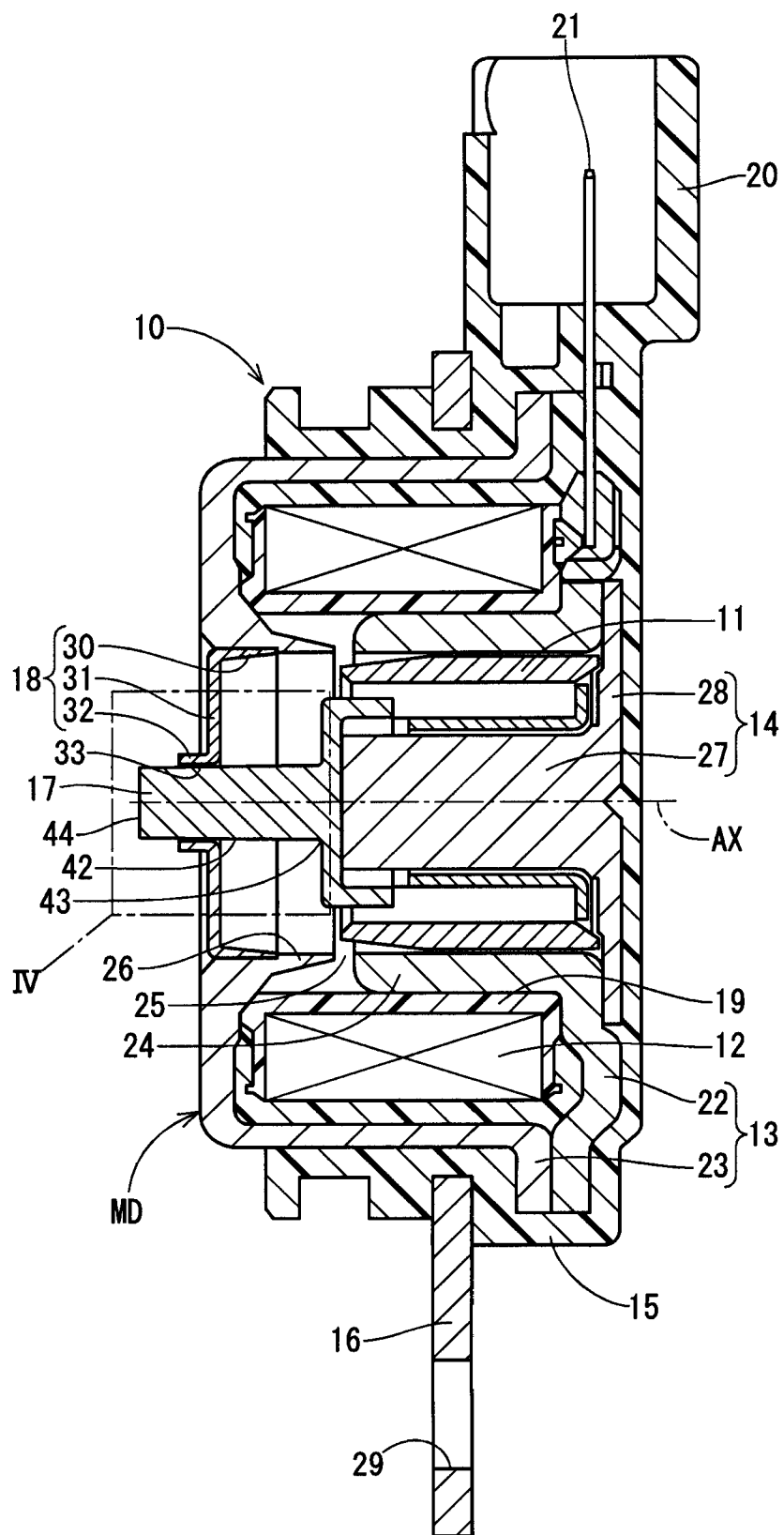
前記通孔（33）のうち、前記直線方向の他方側に位置する縁を第2縁（41）とし、

前記ロッド（17）が前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッド（17）のうち、軸方向位置が前記第2縁（41）と一致する箇所を第1基端側特定箇所（Pk1）とし、

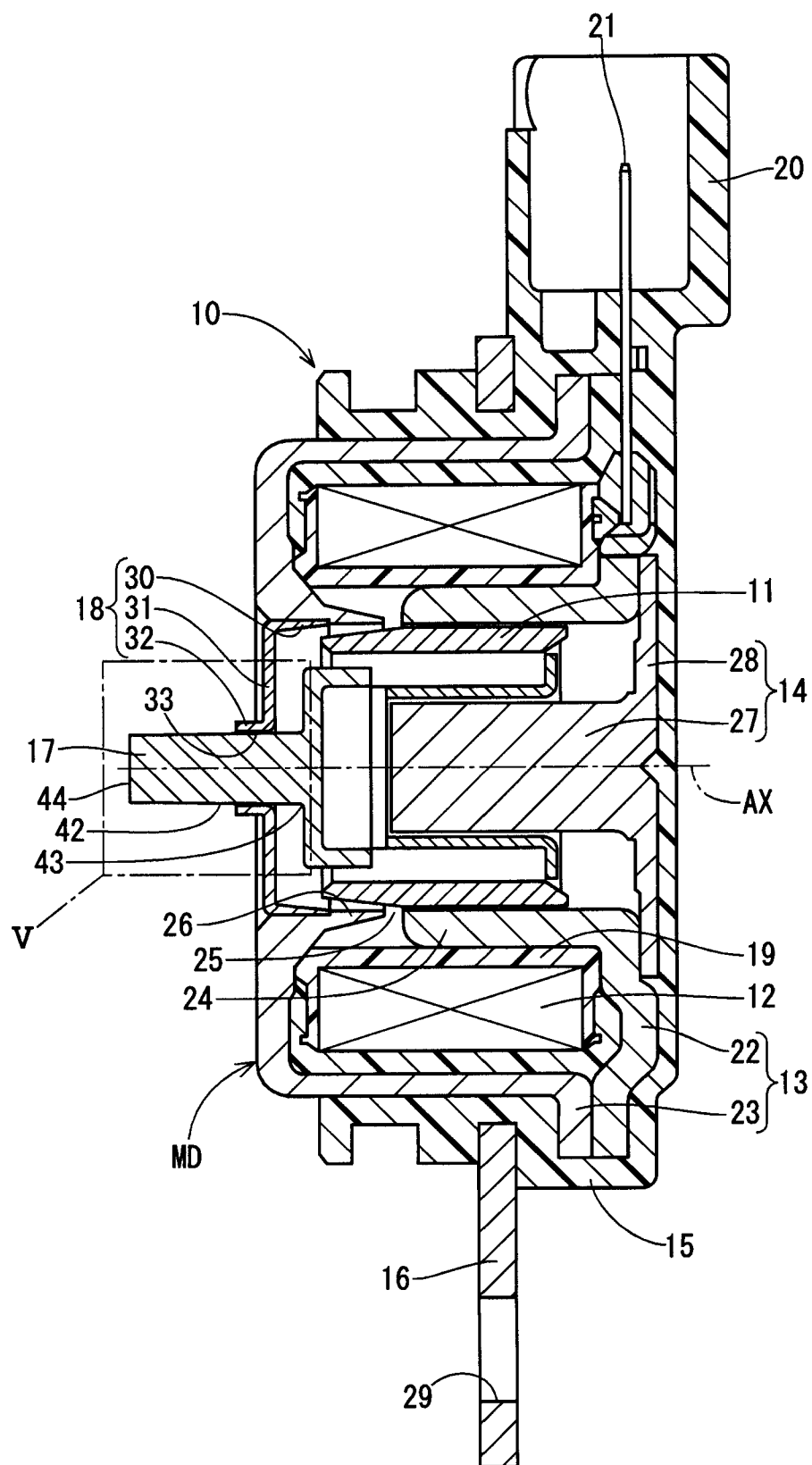
前記ロッド（17）が前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッド（17）のうち、軸方向位置が前記第1縁（40）と一致する箇所を第2基端側特定箇所（Pk2）とすると、

前記外壁面（70）は、第2基端側特定箇所（Pk2）から第1基端側特定箇所（Pk1）までの軸方向範囲において、少なくとも1つの突出面（72）を含む請求項 1 に記載の電磁アクチュエータ。

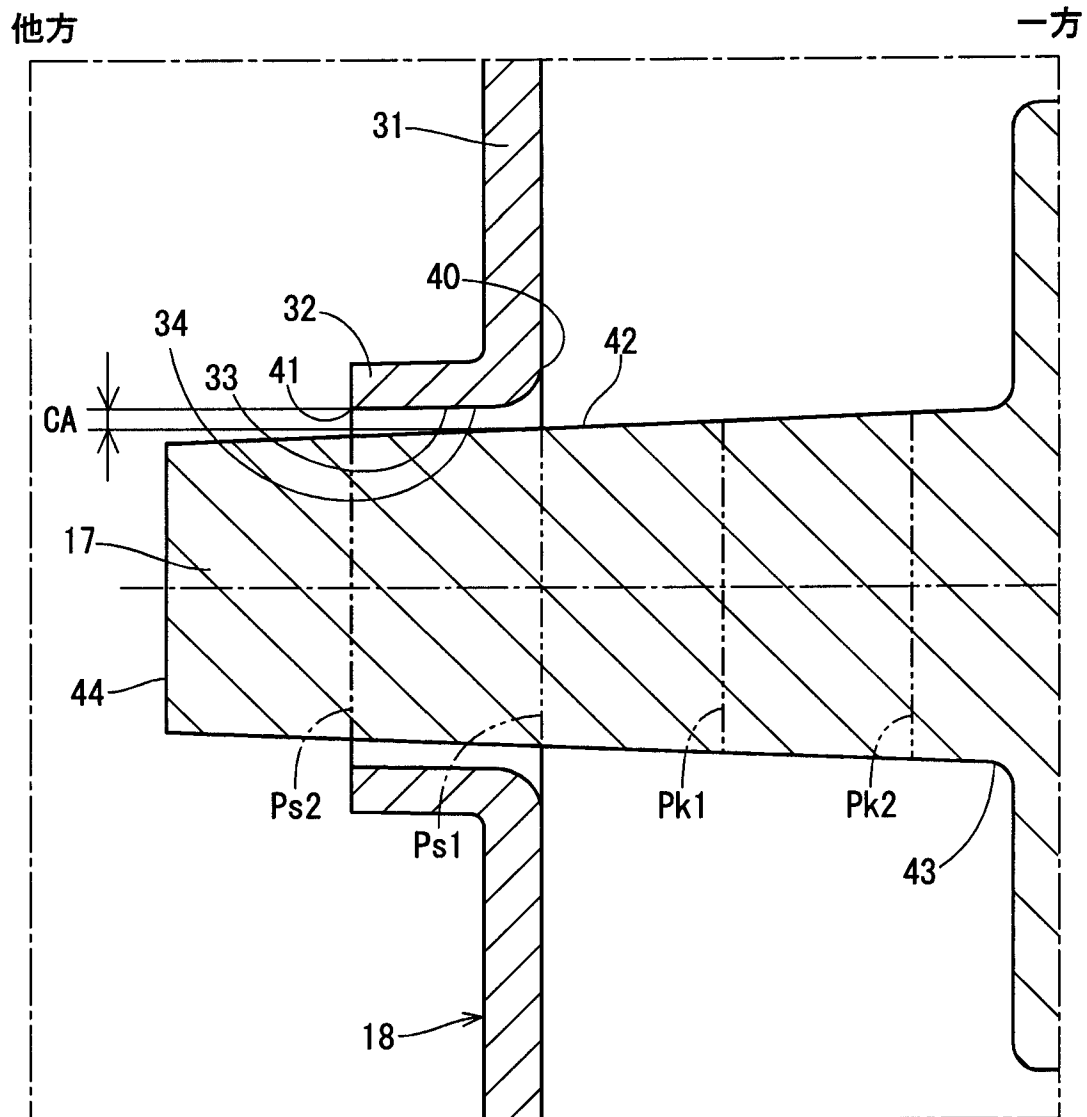
[図2]



[図3]



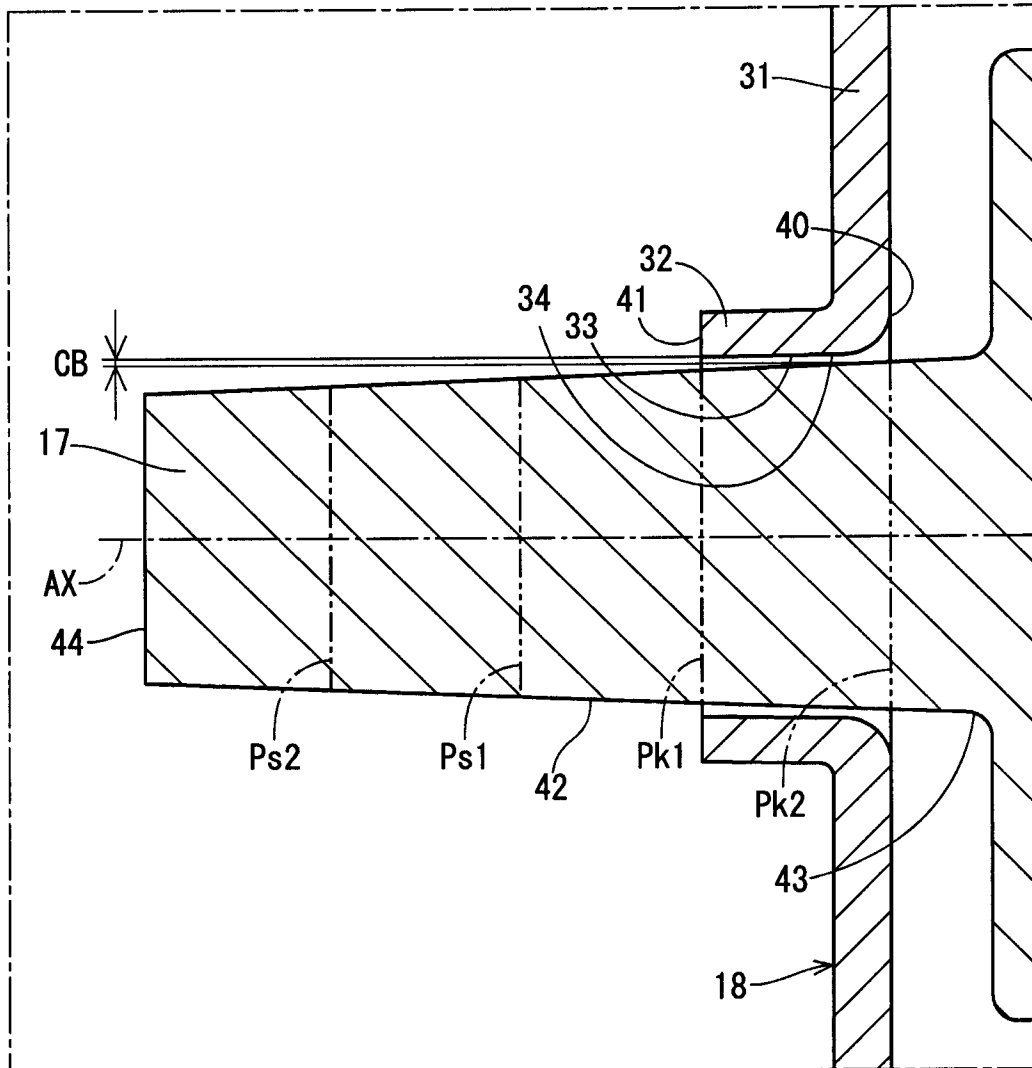
[図4]



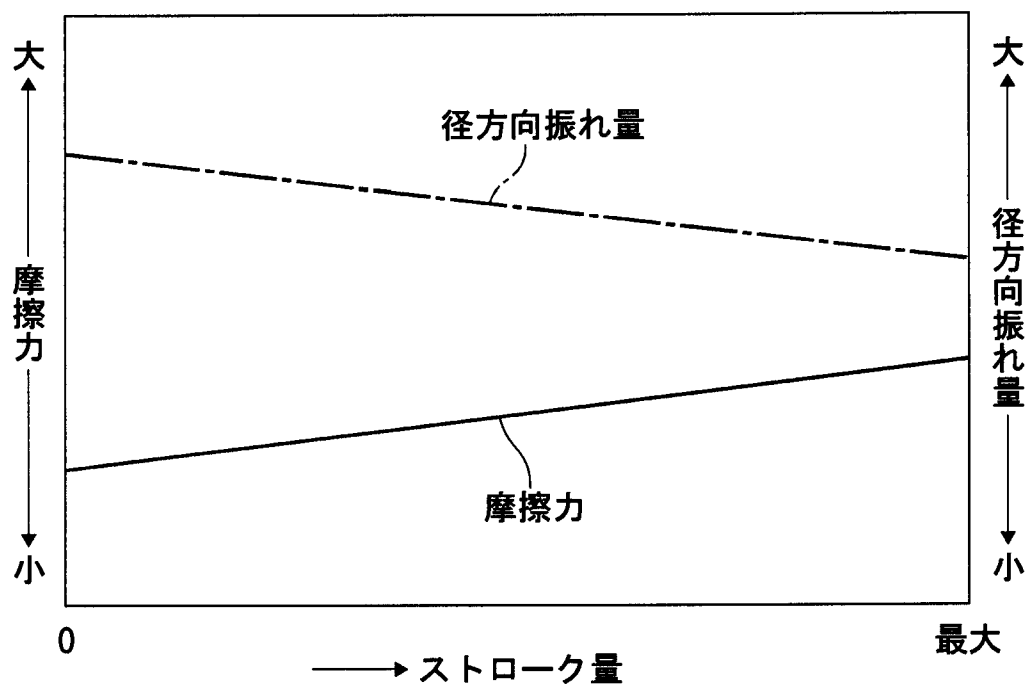
[図5]

他方

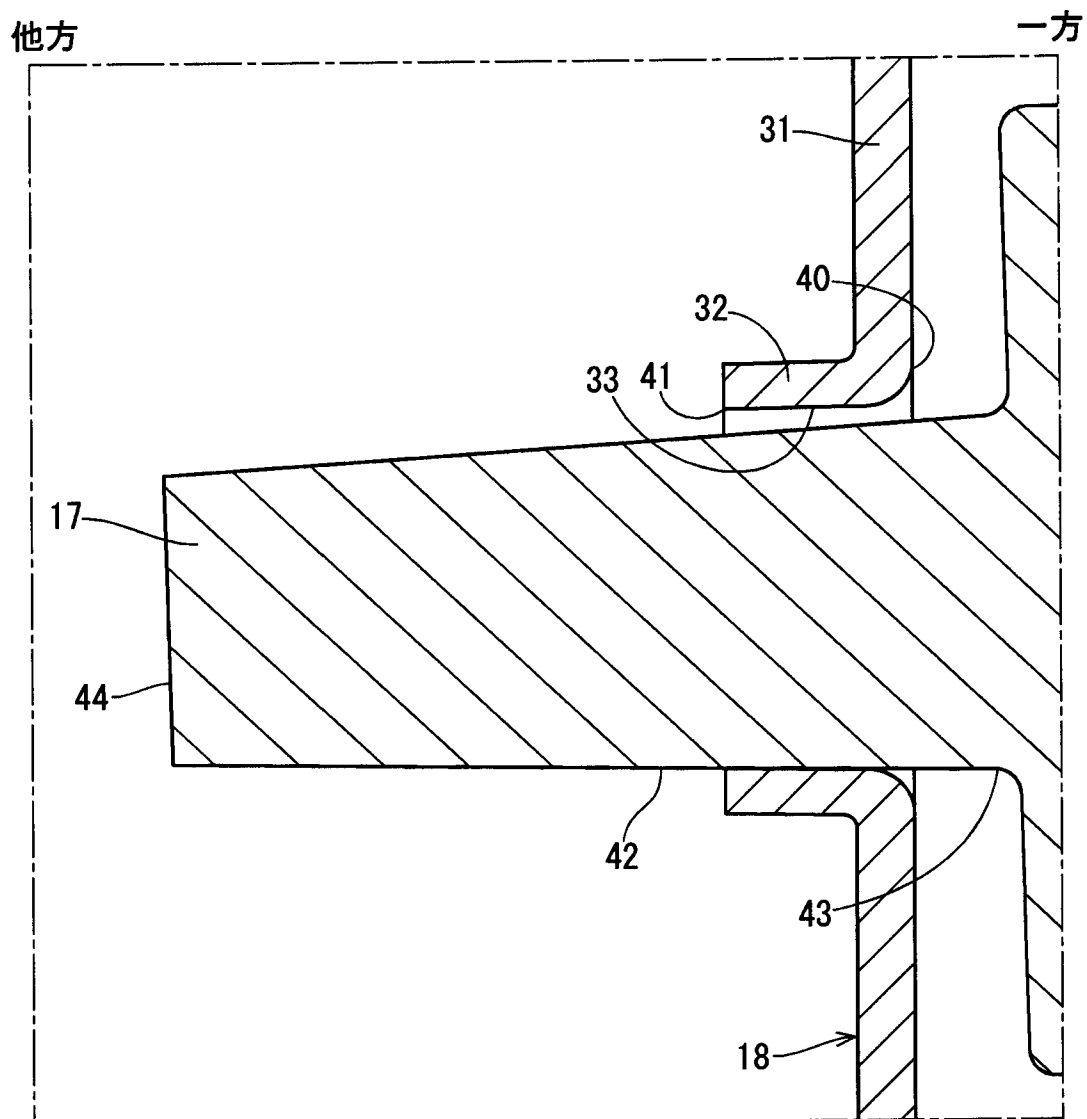
一方



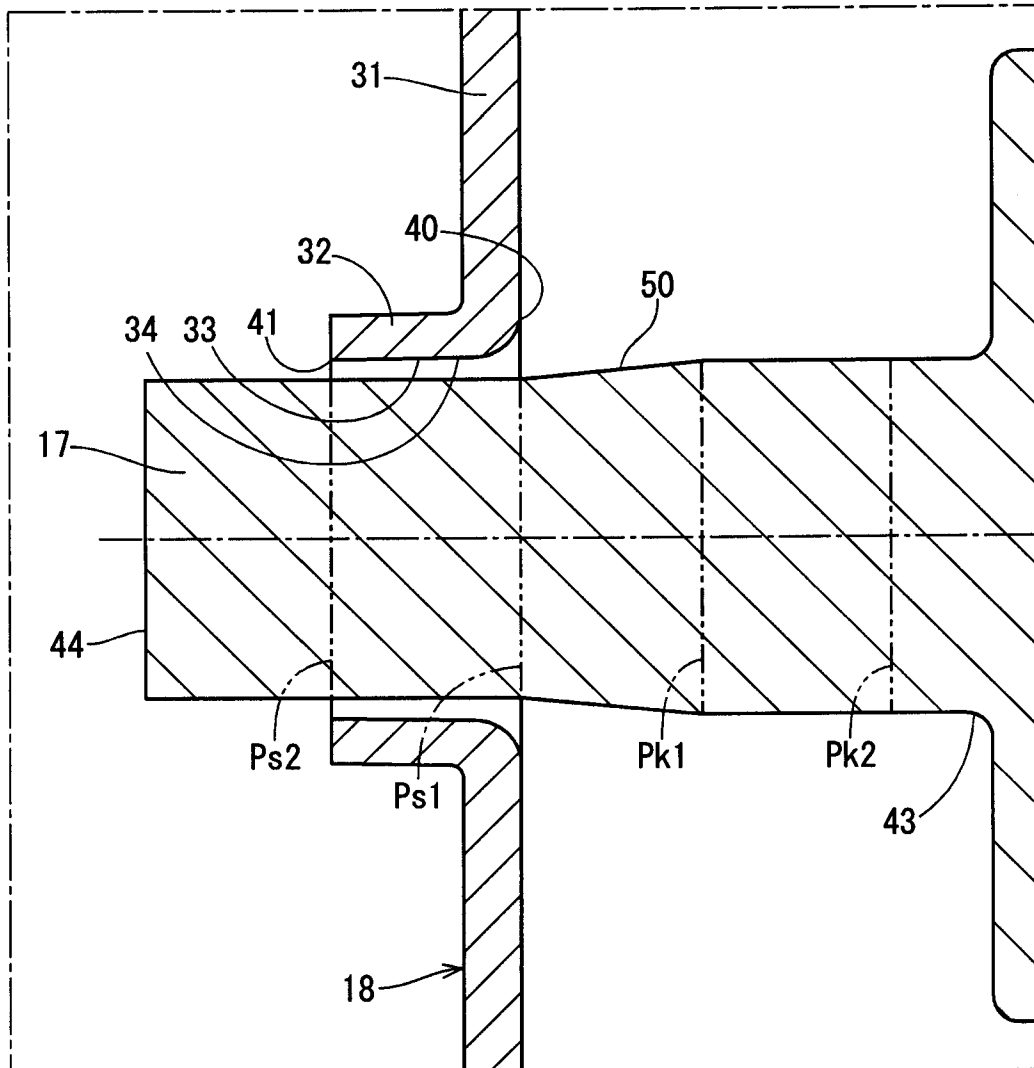
[図6]



[図7]

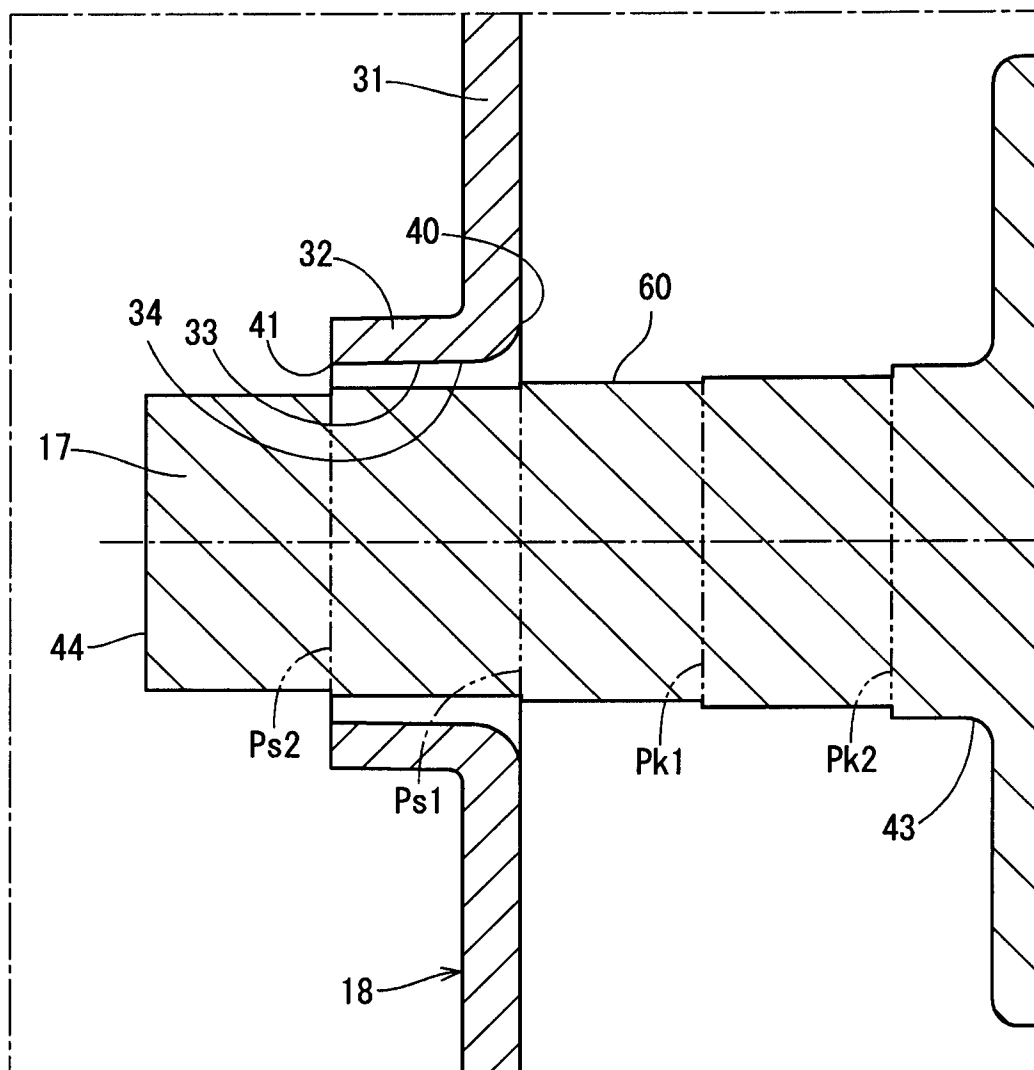


一方



他方

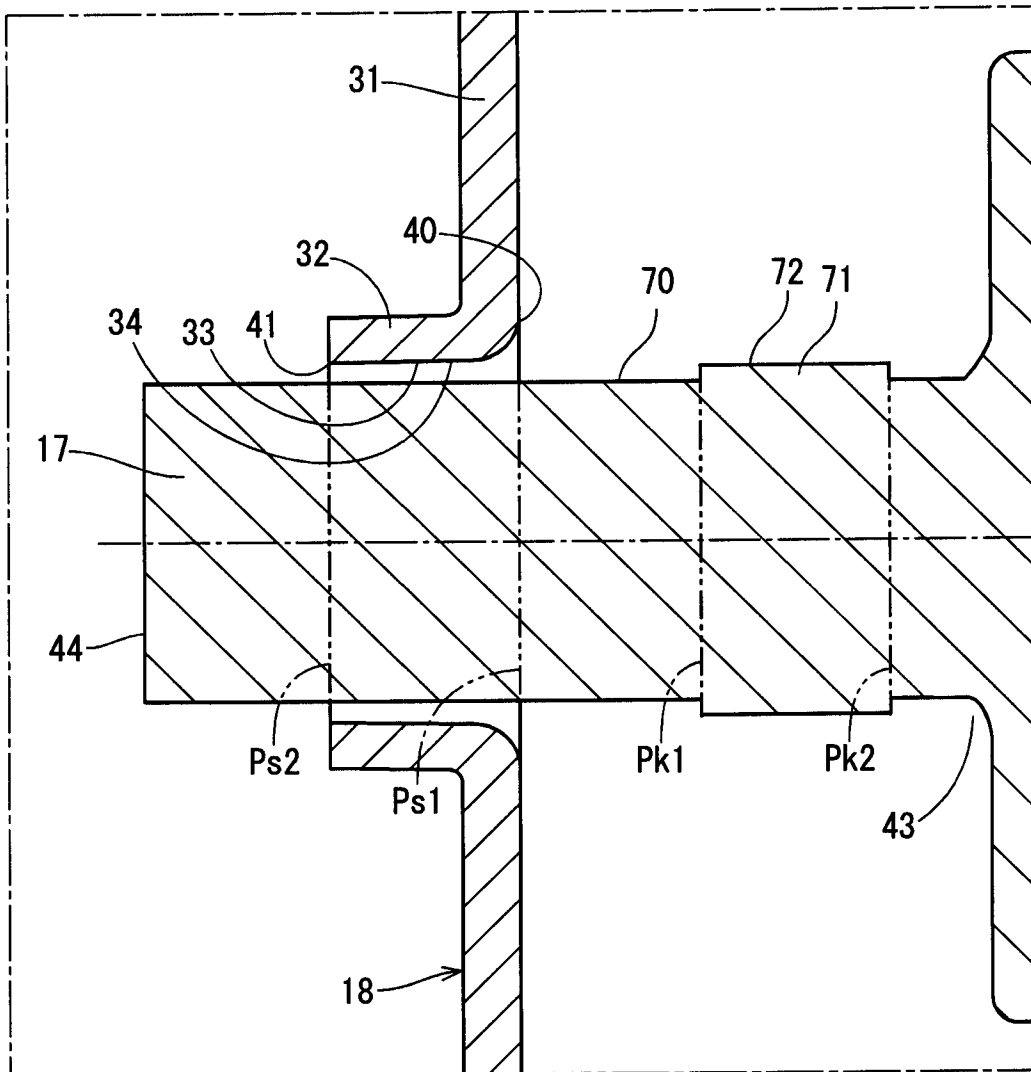
一方



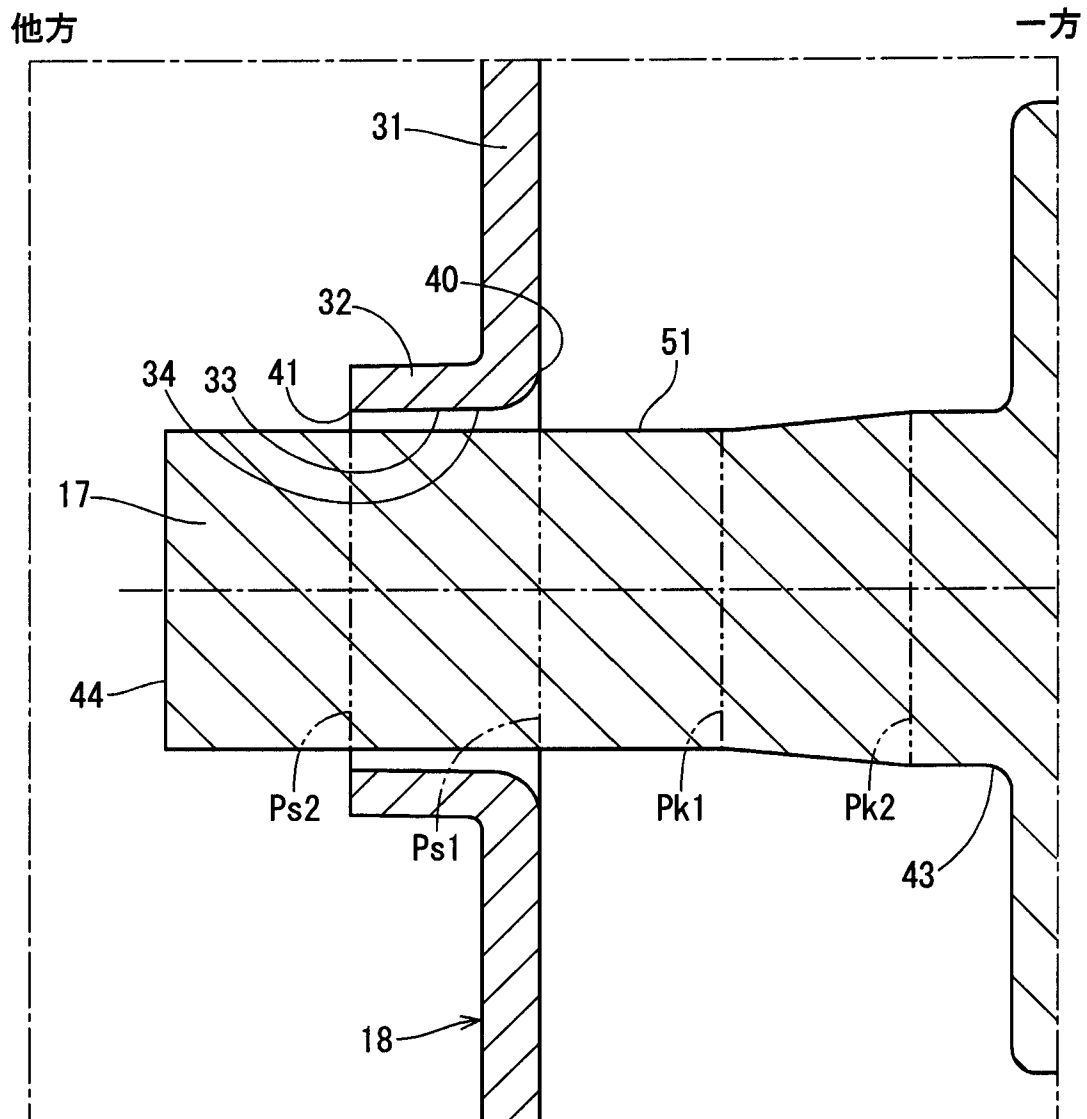
[図10]

他方

一方

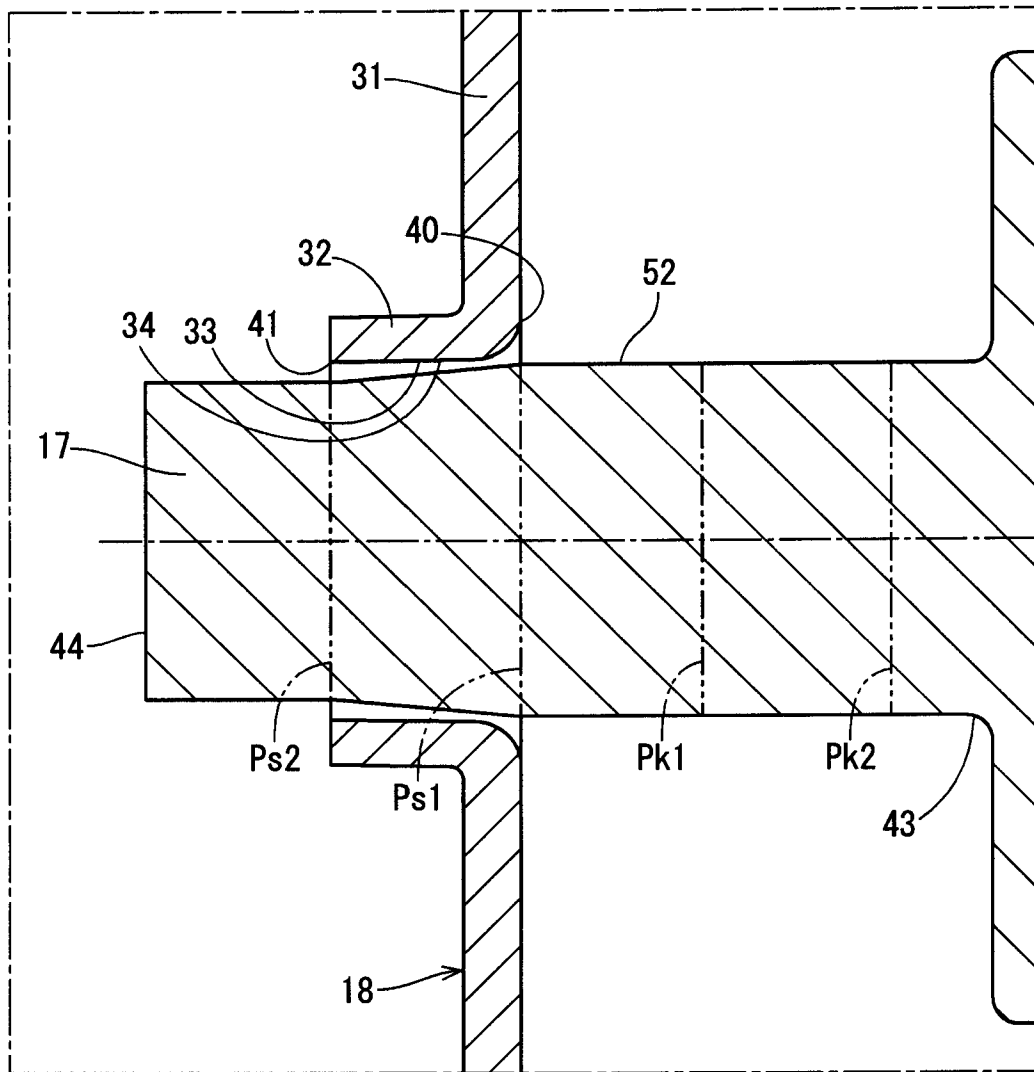


[図11]

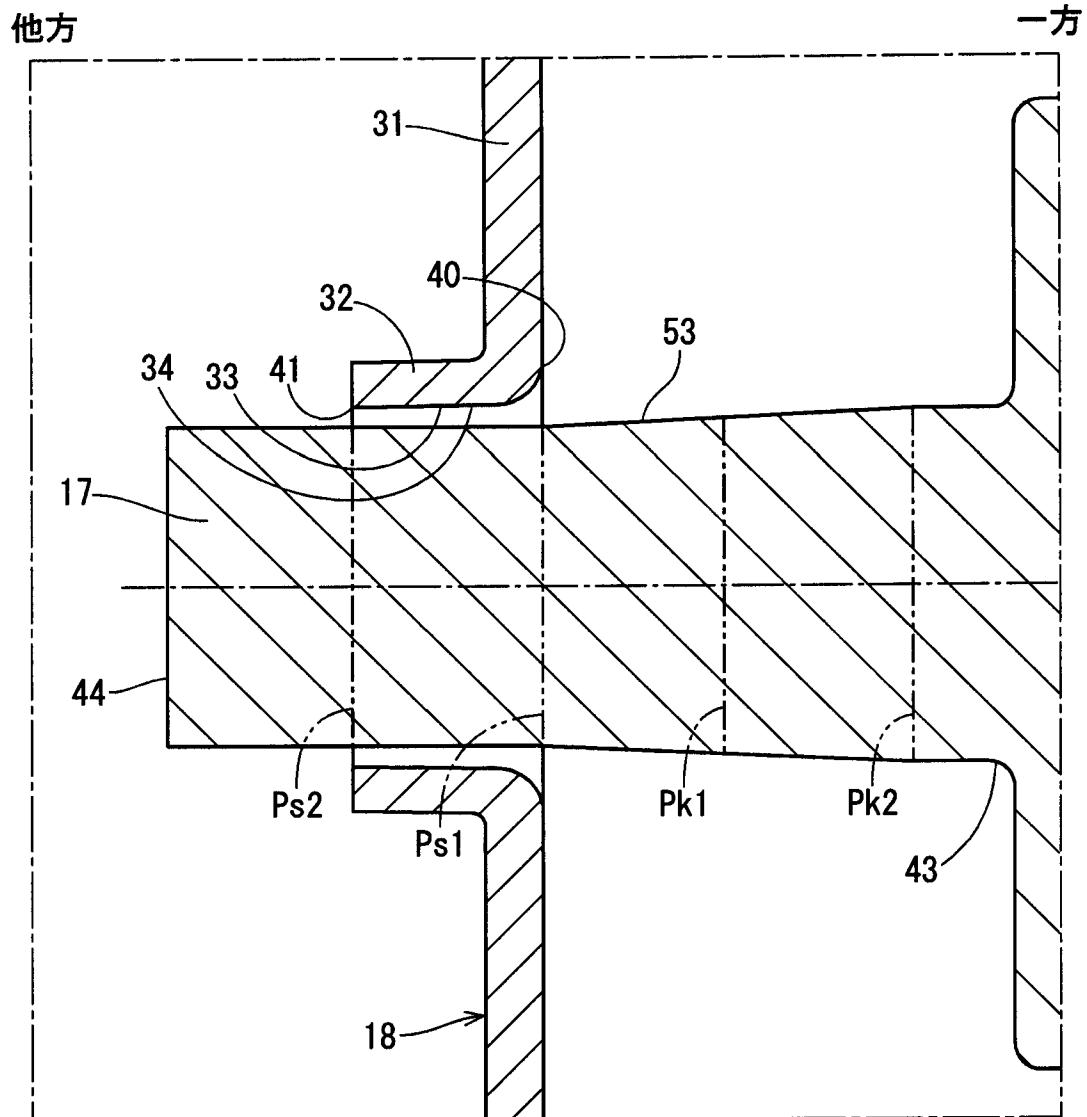


[図12]

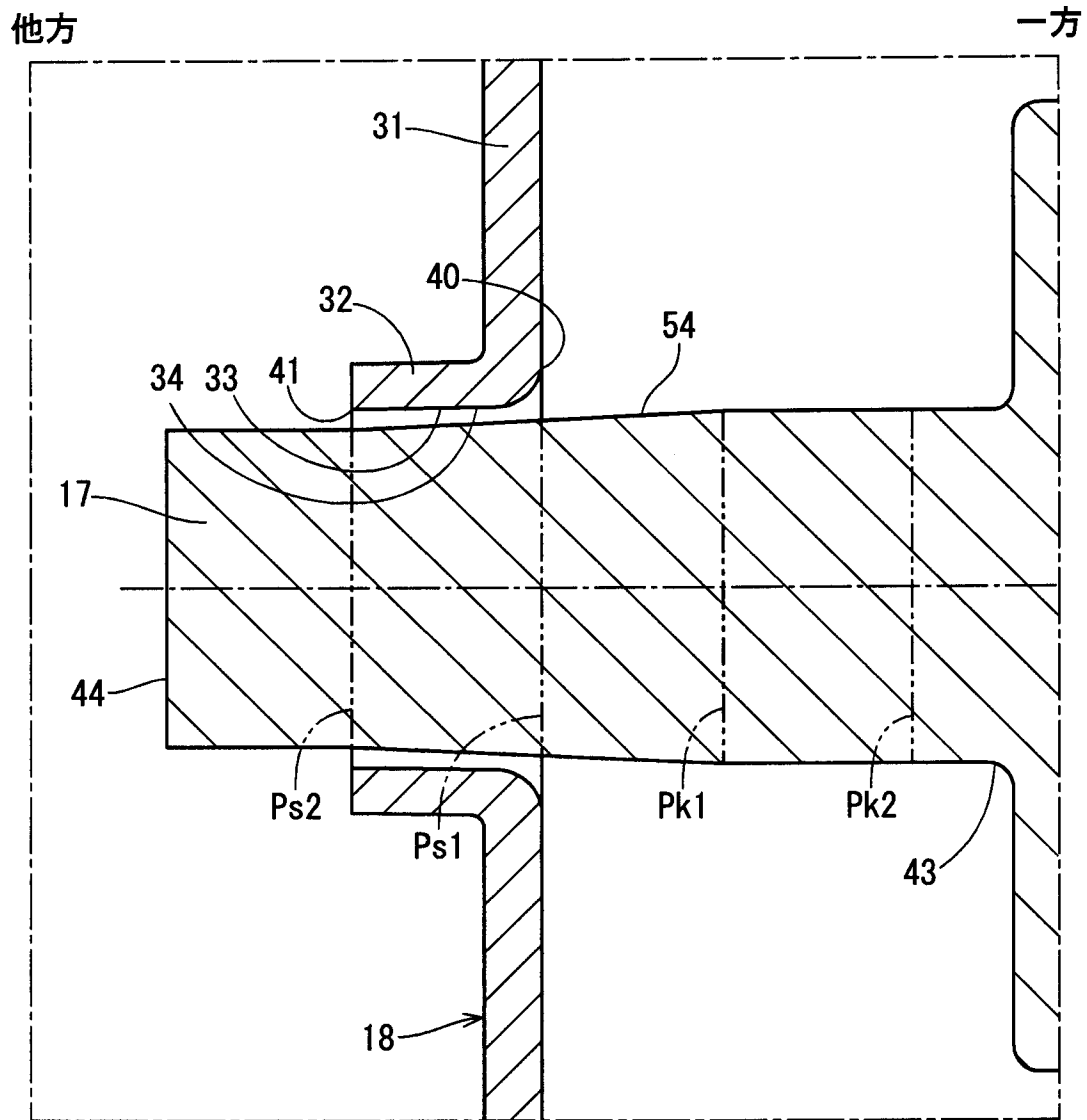
他方 一方



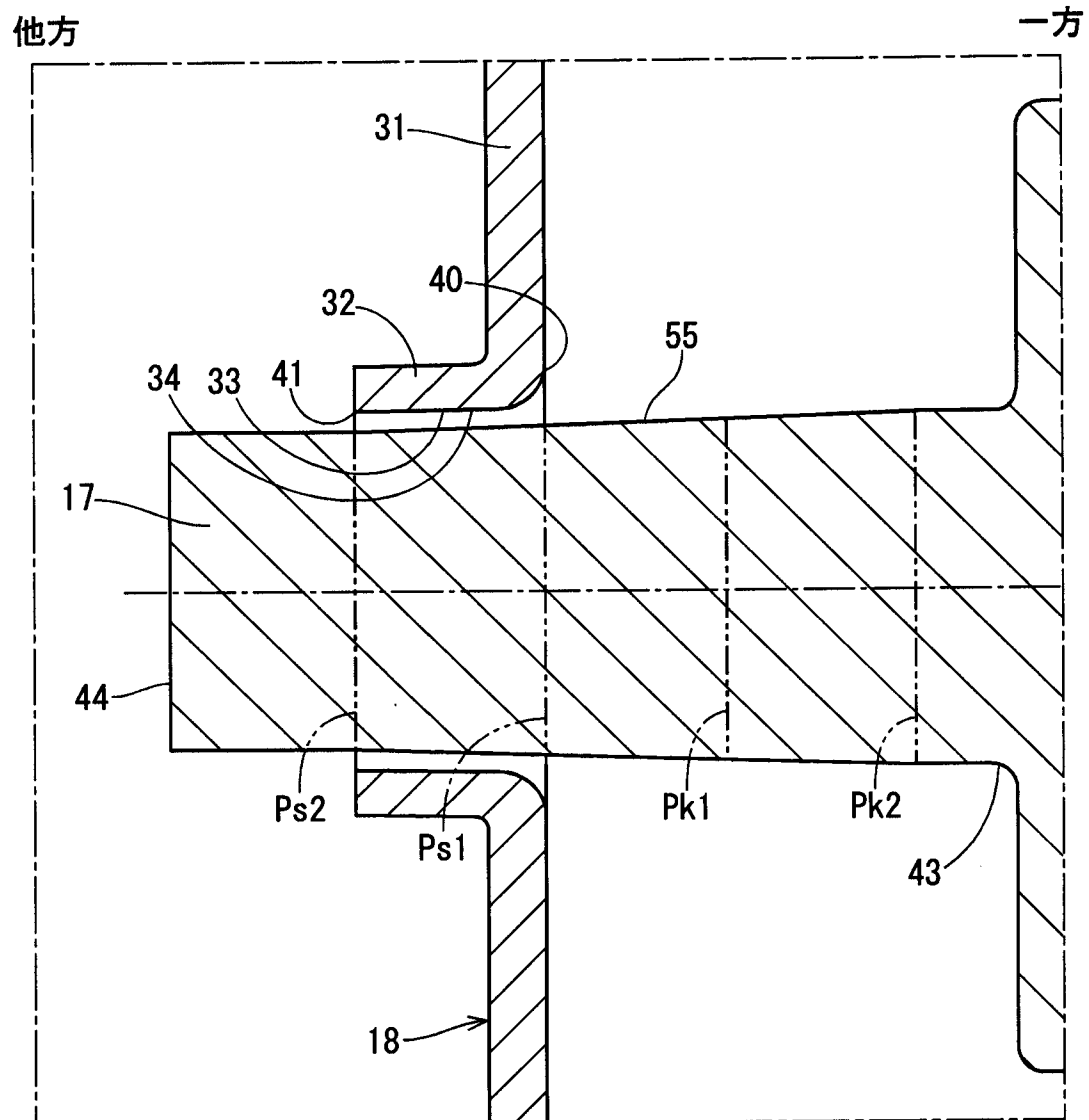
[図13]



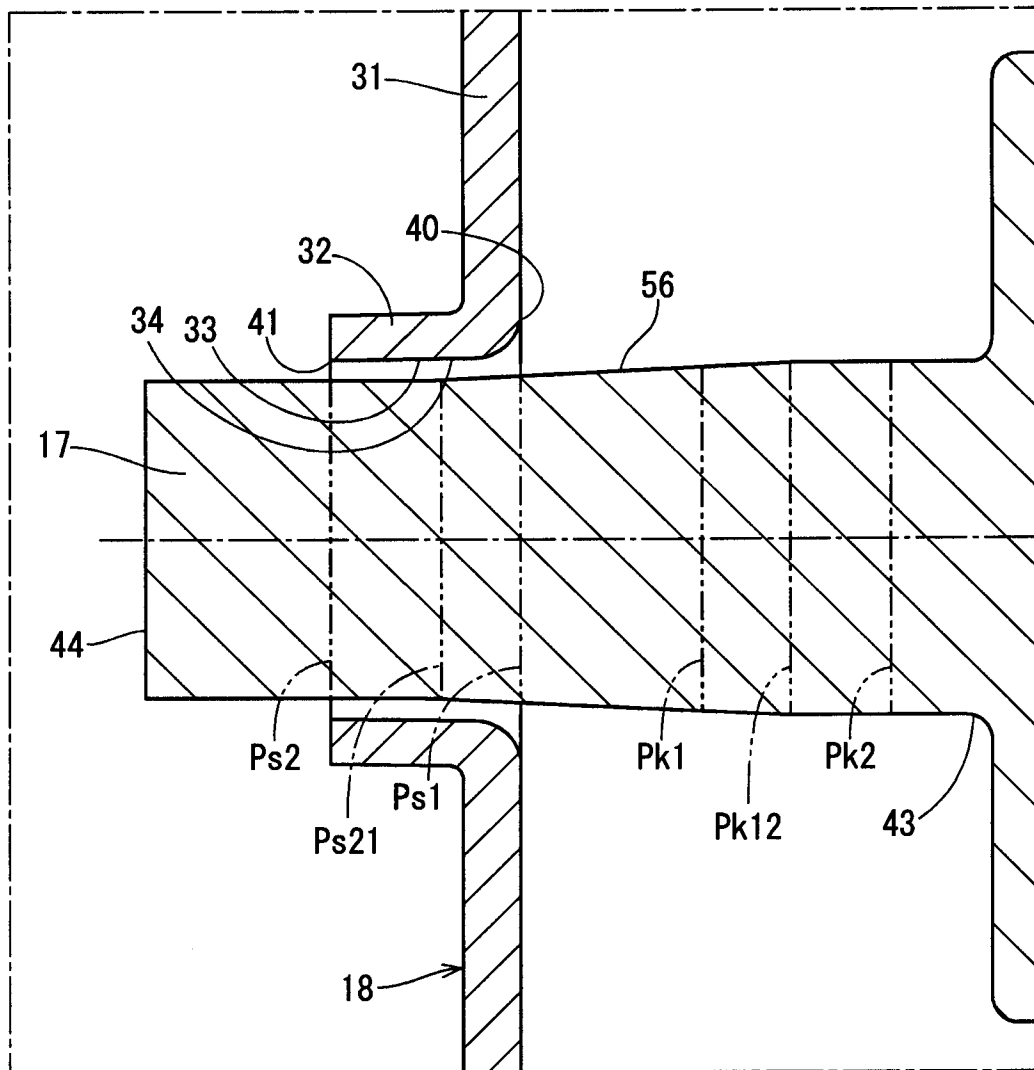
[図14]



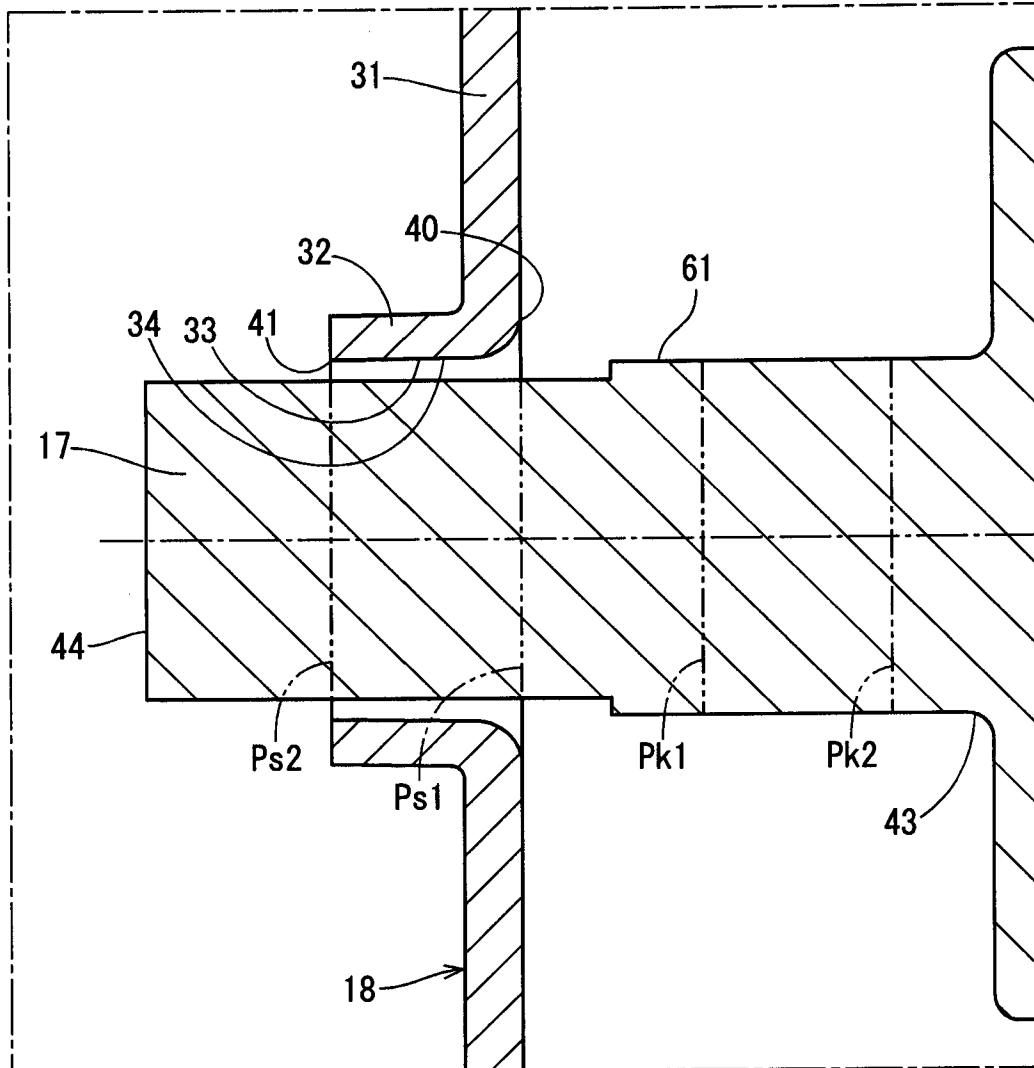
[図15]



一方

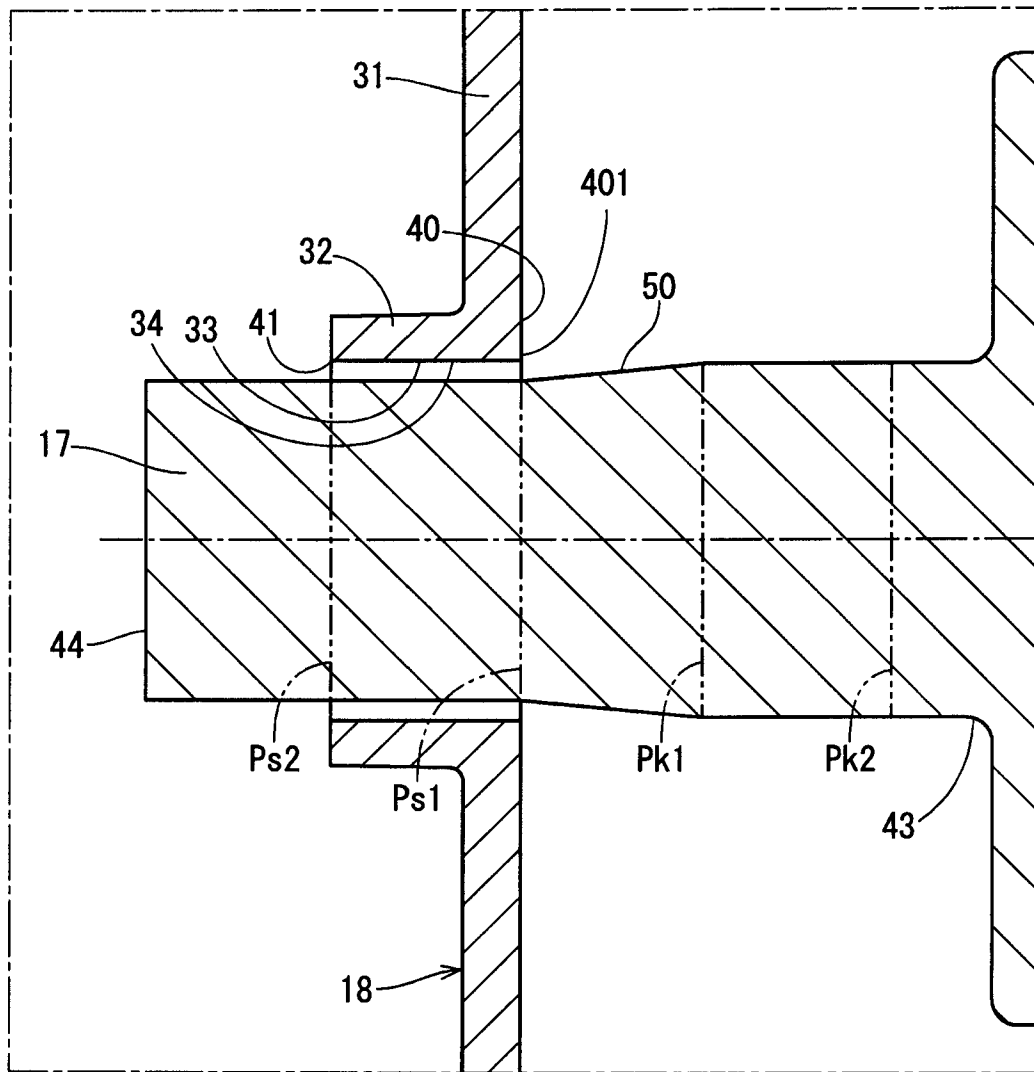


一方

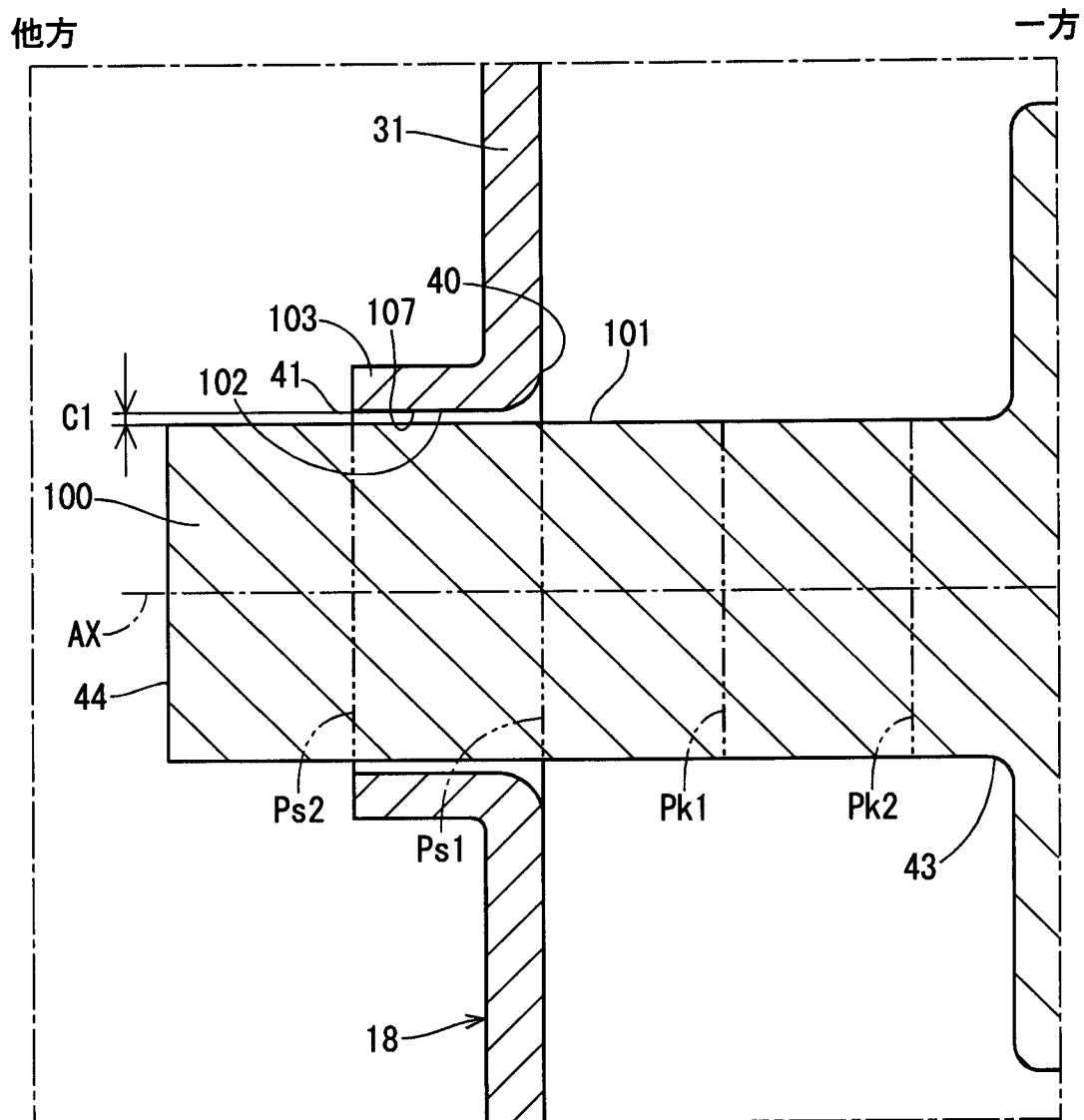


[図18]

他方 一方

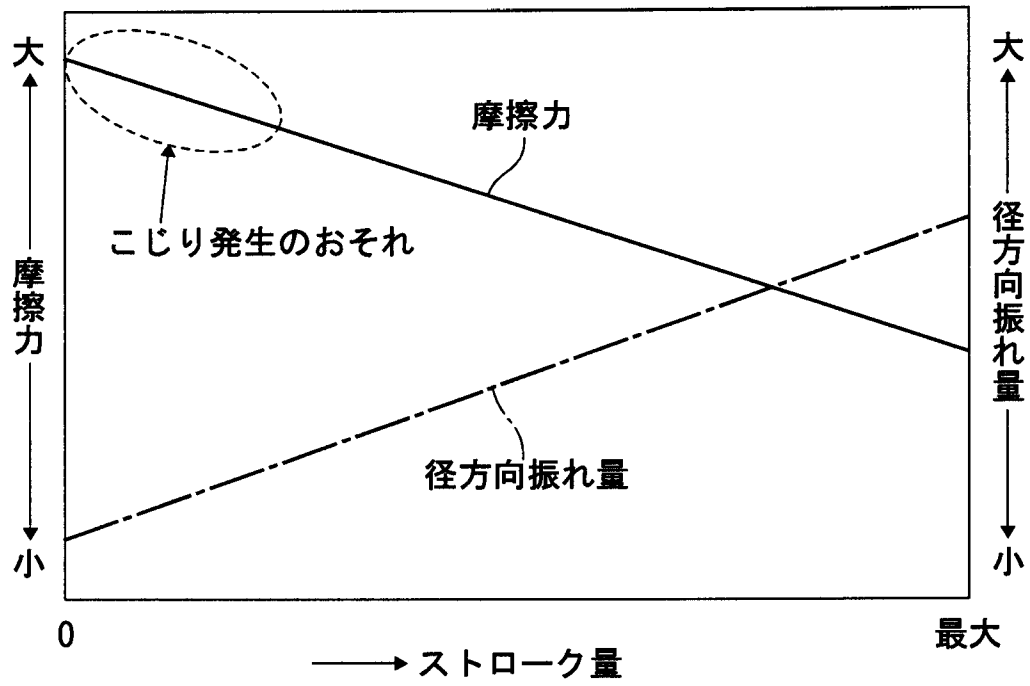


関連技術

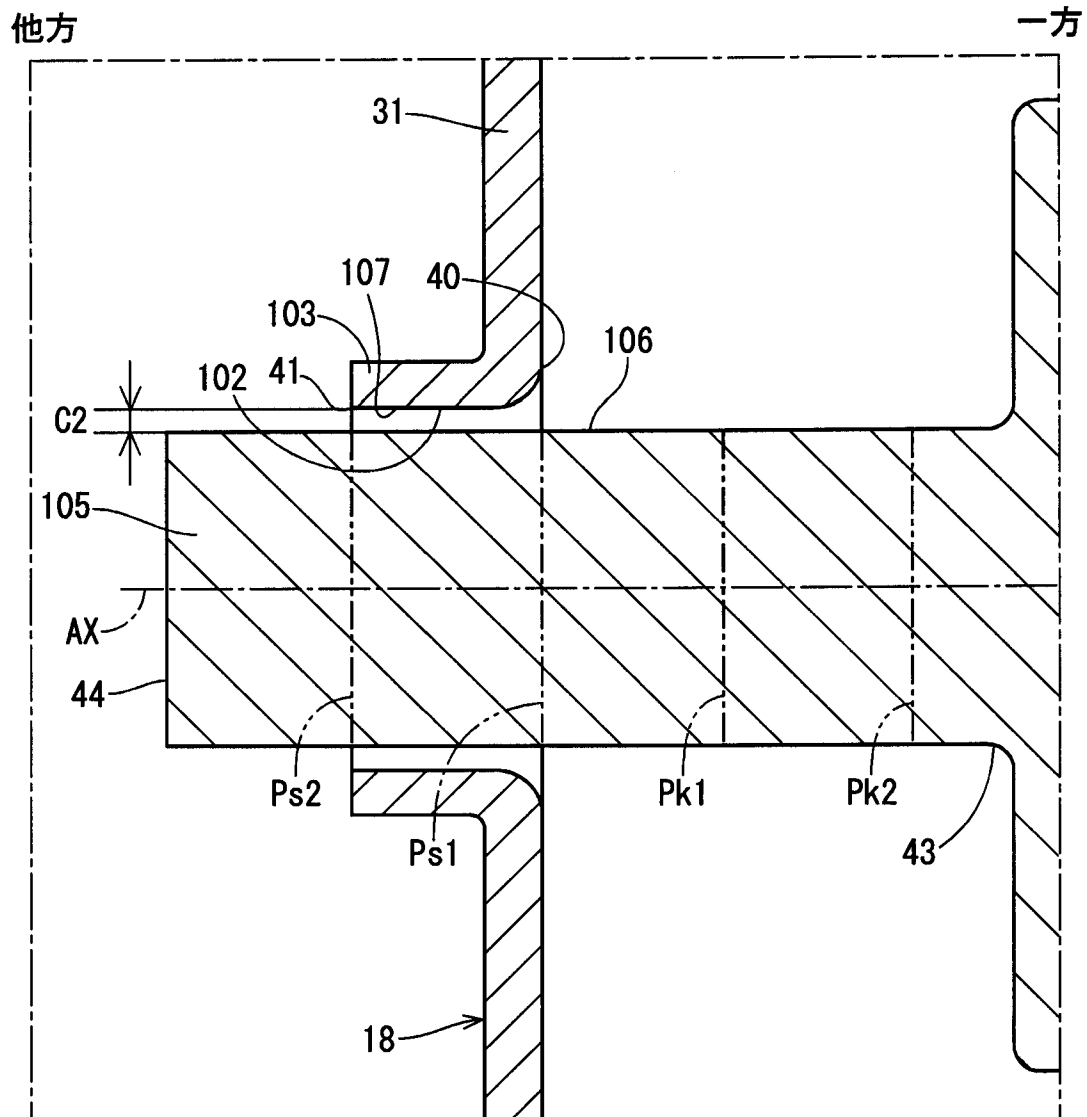


[図20]

関連技術

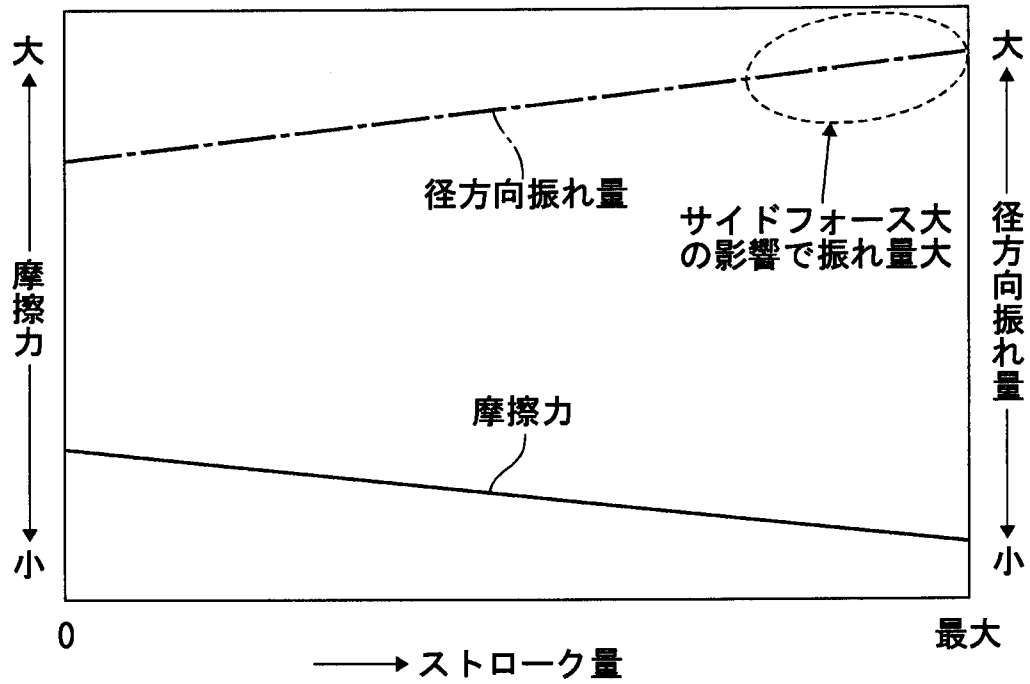


関連技術



[図22]

関連技術



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F7/16(2006.01)i, H01F7/121(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)

H01F7/16, H01F7/121

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 11-62825 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 05 March 1999 (05.03.1999), 1st carrying-out mode; fig. 1 & US 6443707 B1 first embodiment; fig. 1A & WO 2000/050775 A1 & EP 1081379 A1	1-7
A	JP 2012-112421 A (Toyota Motor Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraphs [0044] to [0073]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 February 2016 (17.02.16)

Date of mailing of the international search report
01 March 2016 (01.03.16)

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. H01F7/16(2006.01)i, H01F7/121(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. H01F7/16, H01F7/121

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	JP 11-62825 A（株式会社豊田自動織機製作所）1999.03.05, 第1実施形態、図1 & US 6443707 B1, First Embodiment, FIG. 1A & WO 2000/050775 A1 & EP 1081379 A1	1-7
A	JP 2012-112421 A（トヨタ自動車株式会社）2012.06.14, 【0044】-【0073】、図1-3（ファミリーなし）	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.02.2016

国際調査報告の発送日

01.03.2016

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）

井上 健一

5D

9373

電話番号 03-3581-1101 内線 3551