

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6531617号
(P6531617)

(45) 発行日 令和1年6月19日(2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 F	7/16	(2006.01)	HO 1 F	7/16	P
HO 1 F	7/121	(2006.01)	HO 1 F	7/16	F
F 1 6 K	31/06	(2006.01)	HO 1 F	7/16	R
			F 1 6 K	31/06	3 0 5 J

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-211824 (P2015-211824)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成27年10月28日 (2015.10.28)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2016-127266 (P2016-127266A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成28年7月11日 (2016.7.11)	(74) 代理人	100093779
審査請求日	平成30年1月17日 (2018.1.17)		弁理士 服部 雅紀
(31) 優先権主張番号	特願2014-263983 (P2014-263983)	(72) 発明者	長坂 進介
(32) 優先日	平成26年12月26日 (2014.12.26)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		審査官 井上 健一
		(56) 参考文献	特開平11-062825 (JP, A)
			特開2012-112421 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バルブタイミング調整装置(81)の油圧室の油圧を調圧する油圧制御弁(82)のスプール(89)の軸方向位置を変化させる電磁アクチュエータであって、

前記スプールの軸方向に沿った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、前記コイルが通電されると、前記可動部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、前記直線方向の前記スプールとは反対側に位置する最大引込位置から前記直線方向の前記スプール側に位置する最大突出位置まで前記可動部と共に移動可能なロッド(17)と、

を備え、

前記電磁駆動部は、前記ロッドが挿通している通孔(33)を有し、

前記ロッドは、前記通孔と摺動可能な外壁面(42、50、60、70)を有し、

前記通孔の内壁面(34)は、前記最大引込位置側に位置する縁である第1縁(40)側から前記最大突出位置側に位置する縁である第2縁(41)側に向かって径が小さくなるテーパ状であり、

前記最大突出位置に位置する前記ロッドの前記外壁面から前記通孔の内壁面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の前記外壁面から前記内壁面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】

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

前記ロッドが前記最大引込位置に位置するとき、前記ロッドのうち、軸方向位置が前記第2縁と一致する箇所を第2先端側特定箇所(Ps2)とし、

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

前記ロッドが前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッドのうち、軸方向位置が前記第1縁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。

10

【請求項3】

前記外壁面は、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、前記基端側から前記先端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、前記基端側から前記先端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】

前記外壁面は、前記ロッドの基端から先端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。

20

【請求項6】

前記外壁面は、前記ロッドの基端から先端に向かって、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】

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

前記ロッドが前記最大突出位置に位置するとき、前記ロッドのうち、軸方向位置が前記第1縁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。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

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。

40

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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-120714号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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擦が増えるとともに、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。

【0005】

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。

【0006】

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ふ。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ふ。

【0007】

本発明は、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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、バルブタイミング調整装置（81）の油圧室の油圧を調圧する油圧制御弁（82）のスプール（89）の軸方向位置を変化させる電磁アクチュエータであって、可動部（11）、電磁駆動部（MD）およびロッド（17）を備える。

可動部は、スプールの軸方向に沿った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（12）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、可動部から直線方向へ突き出すように形成され、直線方向のスプールとは反対側に位置する最大引込位置から前記直線方向のスプール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（33）を有する。ロッドは、通孔と摺動する外壁面（42、50、60、70）を有する。

【0009】

通孔の内壁面（34）は、最大引込位置側に位置する縁である第1縁（40）側から最大突出位置側に位置する縁である第2縁（41）側に向かって径が小さくなるテーパ状である。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（34）までクリアランス（CB）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（CA）よりも小さい。

【0010】

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つて、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つて、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】

【0011】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の第 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 I V 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。

10

【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】本発明の第 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】本発明の第 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】本発明の第 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】本発明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。

20

【図 12】本発明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】本発明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】本発明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】本発明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】本発明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。

30

【図 17】本発明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】本発明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。

40

【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】

【0012】

以下、本発明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。

[第 1 実施形態]

本発明の第 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

50

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。

【0013】

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。

10

【0014】

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。

【0015】

（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。

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。

20

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。

【0016】

以下、ロッド 17 の軸心 AX 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。

30

【0017】

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 AX 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、特許請求の範囲に記載の「直線方向」に相当する。

【0018】

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 AX 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。

【0019】

40

ヨーク 13 は、軸心 AX 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。

【0020】

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。

50

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。

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。

【0021】

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。

10

【0022】

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。

【0023】

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。

20

【0024】

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。

【0025】

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 89 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。

30

【0026】

(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。

40

【0027】

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。

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。

50

【 0 0 2 8 】

また、図 5 に示すように、ロッド 1 7 が最大突出位置に位置するとき、ロッド 1 7 のうち、軸方向位置が第 2 縁 4 1 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 1 7 のうち、軸方向位置が第 1 縁 4 0 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。

【 0 0 2 9 】

ロッド 1 7 は、軸方向へ移動するときに通孔 3 3 の内壁面 3 4 と摺動可能な外壁面 4 2 を有する。外壁面 4 2 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 1 7 の基端 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に形成されている。本実施形態では、外壁面 4 2 は、基端 4 3 から先端 4 4 までの全範囲でテーパ状である。

10

【 0 0 3 0 】

「ロッド 1 7 の外壁面 4 2 と通孔 3 3 の内壁面 3 4 とのクリアランス」とは、ロッド 1 7 と通孔 3 3 とが互いに同心であるとき、外壁面 4 2 から内壁面 3 4 までの間隔の最小値のことである。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を C A とし、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を C B とする。

【 0 0 3 1 】

カバー 1 8 は、板材からプレス加工により成形されている。通孔 3 3 の内壁面 3 4 は、第 1 縁 4 0 側から第 2 縁 4 1 側に向かって径が小さくなるテーパ状である。外壁面 4 2 の勾配は、通孔 3 3 の内壁面 3 4 の勾配よりも大きい。これにより、ロッド 1 7 の外壁面 4 2 から通孔 3 3 の内壁面 3 4 までのクリアランスは、ロッド 1 7 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 4 2 の勾配とは、外壁面 4 2 と軸心 A X とのなす角度のことである。通孔 3 3 の内壁面 3 4 の勾配とは、通孔 3 3 の内壁面 3 4 と軸心 A X とのなす角度のことである。

20

図 4、図 5 では、外壁面 4 2 の勾配および通孔 3 3 の内壁面 3 4 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。

【 0 0 3 2 】

以上のように、第 1 縁 4 0 と第 2 縁 4 1 との間の軸方向範囲において、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 は、最大引込位置に位置するときのクリアランス C A よりも小さい、すなわち、 $C A > C B$ の関係が成り立っている。

30

【 0 0 3 3 】

(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。

図 1 9 に模式的に示すように、第 1 比較形態では、ロッド 1 0 0 の外壁面 1 0 1 が軸心 A X と平行な円筒面であるとともに、通孔 1 0 2 の内壁面が軸心 A X と平行な円筒面である。ロッド 1 0 0 の外壁面 1 0 1 と通孔 1 0 2 の内壁面とのクリアランスを C 1 とする。クリアランス C 1 は、ロッド 1 0 0 の軸方向位置にかかわらず、本実施形態においてロッド 1 7 が最大突出位置に位置するときのクリアランス C A と同等となるように、比較的小さく設定されている。

40

【 0 0 3 4 】

このような第 1 比較形態によると、図 2 0 に示すように、ロッド 1 0 0 のストローク量の全域においてロッド 1 0 0 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 1 0 1 と通孔 1 0 2 の内壁面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 1 0 0 および支持筒部 1 0 3 の摩擦が増えるとともに、ロッド 1 0 0 が移動不能となる所謂こじりが発生するおそれがある。

【 0 0 3 5 】

図 2 1 に模式的に示すように、第 2 比較形態では、ロッド 1 0 5 の外壁面 1 0 6 が軸心 A X と平行な円筒面であるとともに、通孔 1 0 2 の内壁面が軸心 A X と平行な円筒面である。ロッド 1 0 5 の外壁面 1 0 6 と通孔 1 0 2 の内壁面とのクリアランスを C 2 とする。

50

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。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

(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。

【0039】

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。

【0040】

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。

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。

【0041】

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。

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Pk1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。

【0042】

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。

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

10

20

30

40

50

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。

【0043】

[第2実施形態]

本発明の第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 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テーパ状である。外壁面 50 は、第1先端側特定箇所 Ps1 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 Pk1 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。

10

【0044】

[第3実施形態]

本発明の第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 CA よりも、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 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。

20

【0045】

[第4実施形態]

本発明の第4実施形態では、図10に示すように、第1基端側特定箇所 Pk1 から第2基端側特定箇所 Pk2 までの軸方向範囲において、ロッド 17 が突起 71 を有する。ロッド 17 が突起 71 を有することで、外壁面 70 は突出面 72 を含む。外壁面 70 が突出面 72 を含むことにより、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、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 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。

【0046】

[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11に示すように、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、外壁面 51 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。

30

図12に示すように、第1先端側特定箇所 Ps1 から第2先端側特定箇所 Ps2 までの軸方向範囲において、外壁面 52 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。

【0047】

図13に示すように、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、外壁面 53 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。

40

図14に示すように、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、外壁面 54 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。

図15に示すように、第2基端側特定箇所 Pk2 から第2先端側特定箇所 Ps2 までの軸方向範囲において、外壁面 55 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。

【0048】

図16に示すように、第1先端側特定箇所 Ps1 と第2先端側特定箇所 Ps2 との間 Ps21 から第1基端側特定箇所 Pk1 と第2基端側特定箇所 Pk2 との間 Pk12 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

50

テーパ状としてもよい。

【0049】

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。

【0050】

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Ps1から第2基端側特定箇所Pk2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。

10

【0051】

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。

【0052】

本発明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。

20

【0053】

本発明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。

本発明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。

本発明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。

【0054】

本発明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。

本発明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。

30

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、発明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。

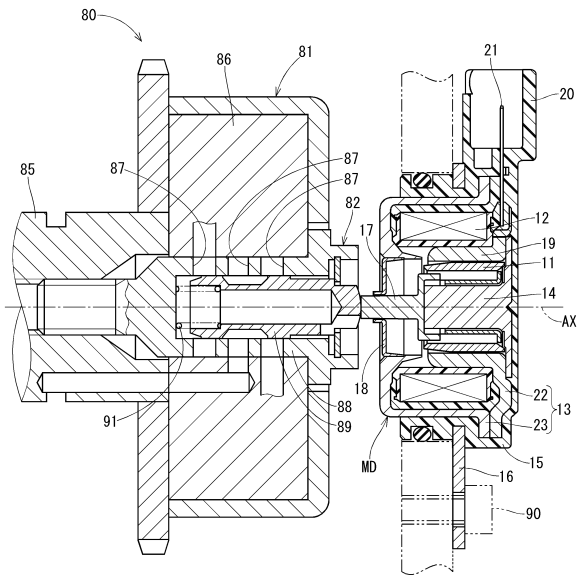
【符号の説明】

【0055】

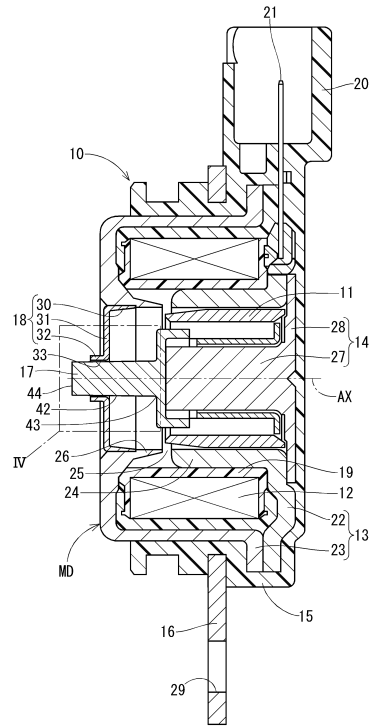
- 11・・・可動部
- 17・・・出力軸部
- 33・・・通孔
- 40・・・第1縁
- 42、50、60、70・・・外壁面
- 43・・・基端
- MD・・・電磁駆動部
- 12・・・コイル
- 18・・・支持部
- 34・・・内壁面
- 41・・・第2縁
- 44・・・先端

40

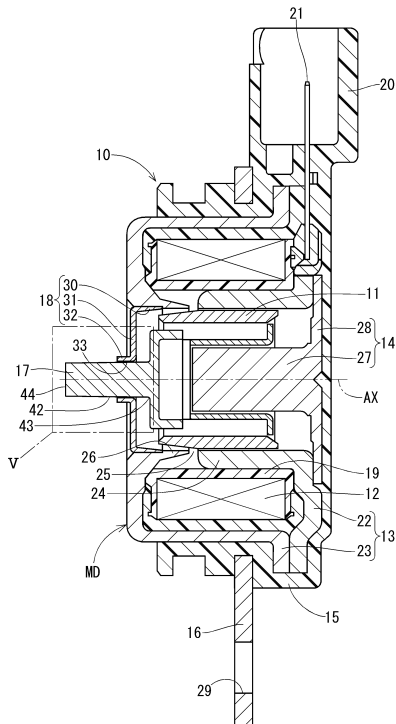
【図1】



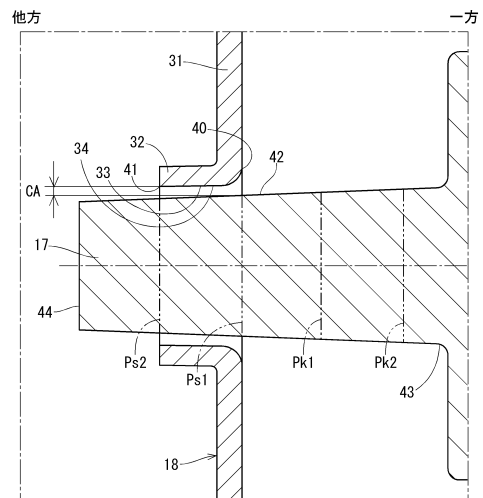
【図2】



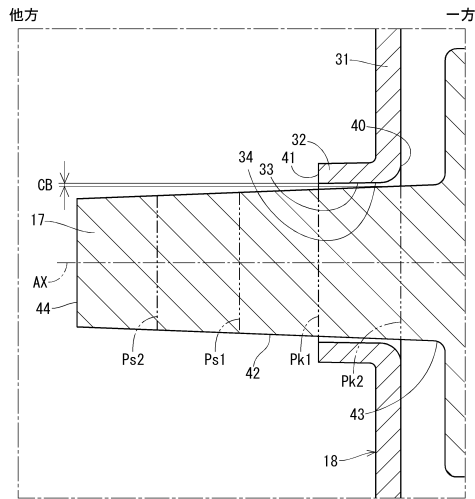
【図3】



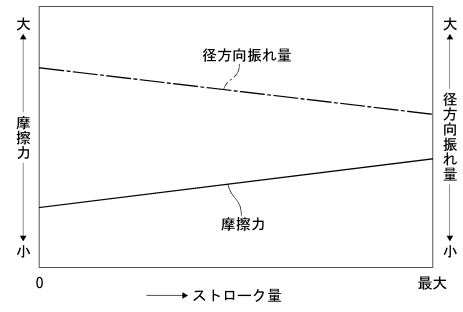
【図4】



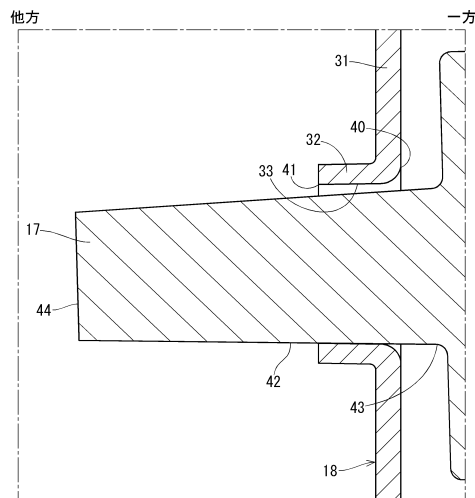
【図5】



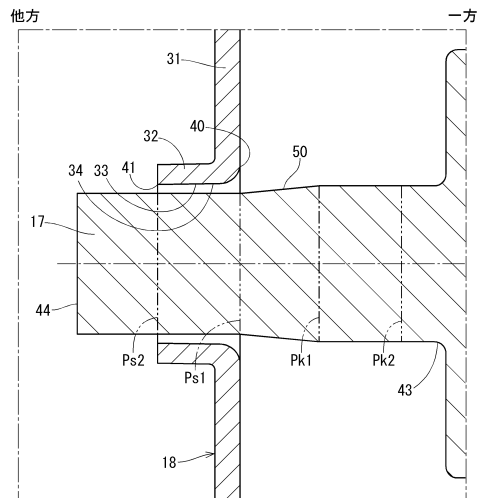
【図6】



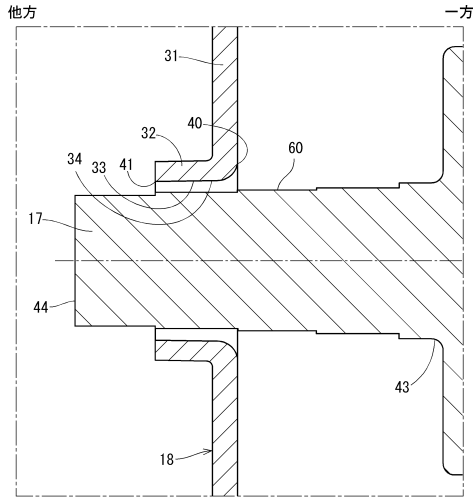
【図7】



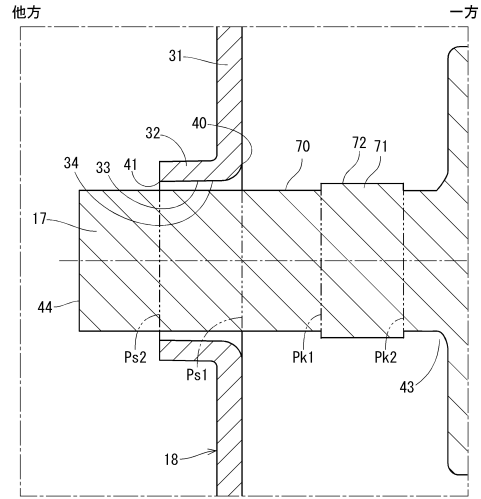
【図8】



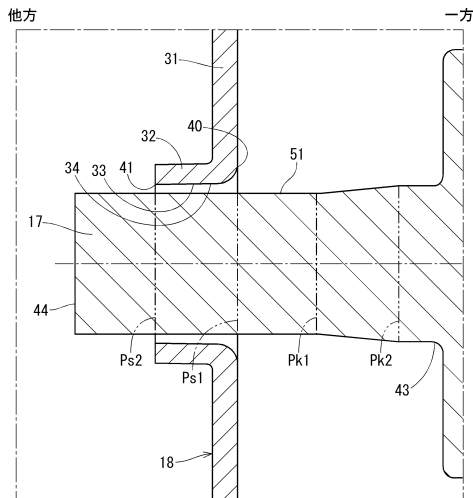
【図 9】



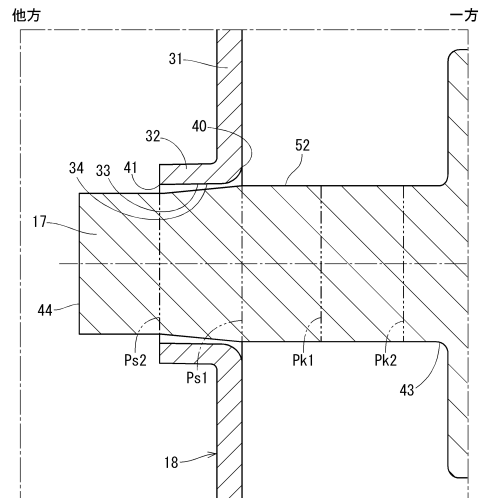
【図 10】



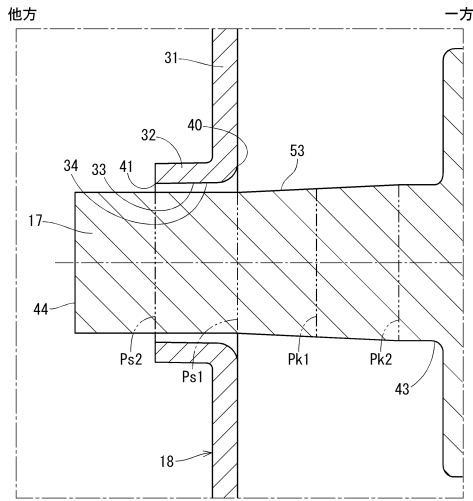
【図 11】



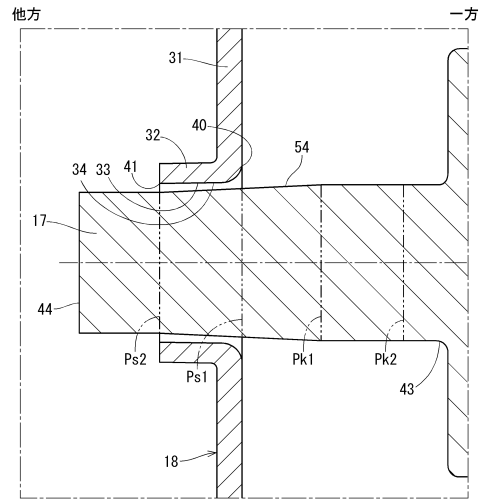
【図 12】



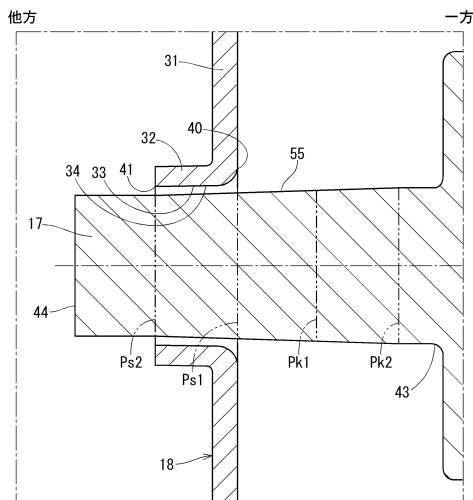
【図 13】



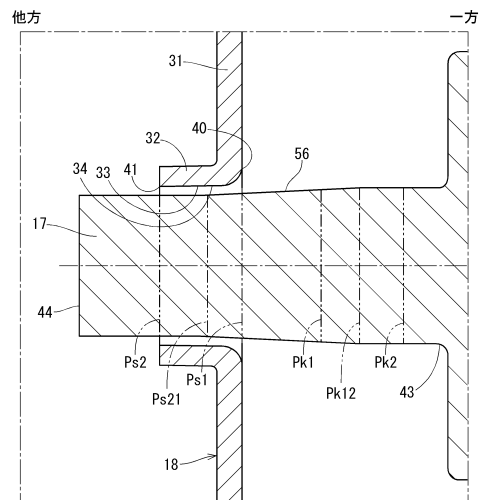
【図 14】



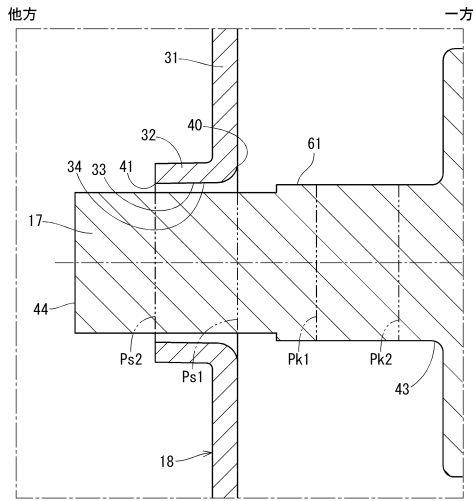
【図 15】



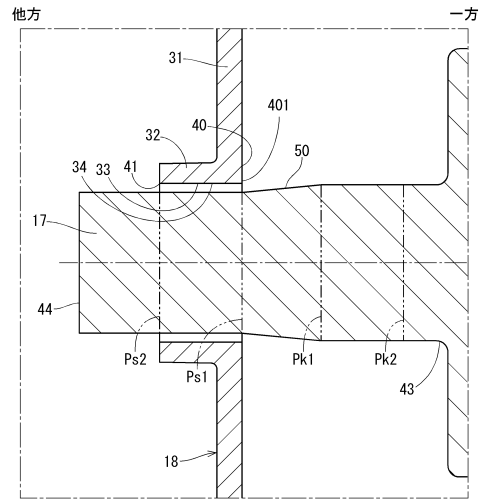
【図 16】



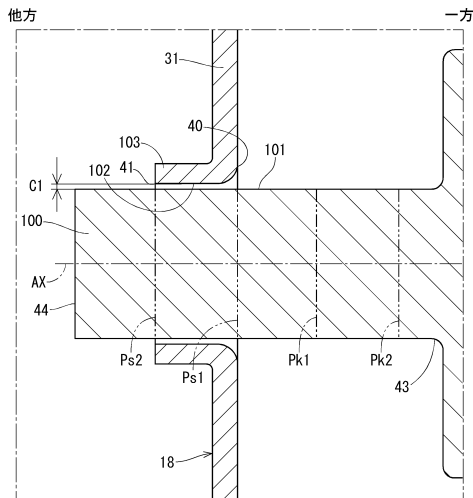
【図17】



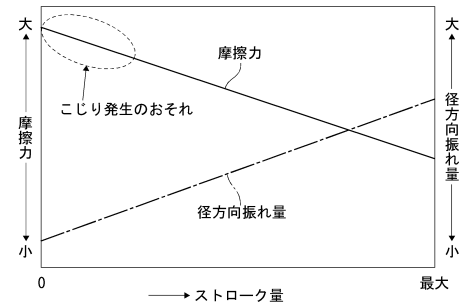
【図18】



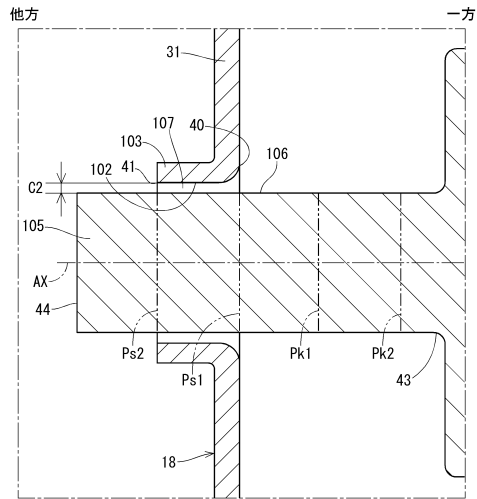
【図19】



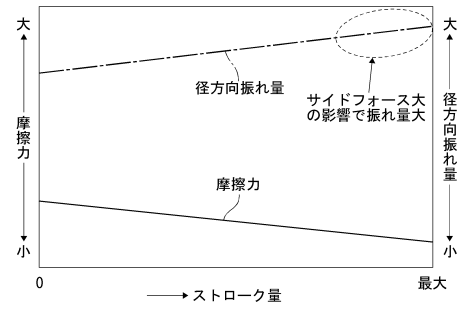
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 F	7 / 1 6
H 0 1 F	7 / 1 2 1
F 1 6 K	3 1 / 0 6