

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6645112号
(P6645112)

(45) 発行日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(24) 登録日 令和2年1月14日(2020.1.14)

(51) Int.Cl.		F I			
F 1 6 K	31/06	(2006.01)	F 1 6 K	31/06	3 0 5 E
H 0 1 F	7/16	(2006.01)	H 0 1 F	7/16	R
			H 0 1 F	7/16	E

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-203662 (P2015-203662)	(73) 特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト
(22) 出願日	平成27年10月15日(2015.10.15)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(65) 公開番号	特開2017-75650 (P2017-75650A)	(74) 代理人	110002583 特許業務法人平田国際特許事務所
(43) 公開日	平成29年4月20日(2017.4.20)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
審査請求日	平成30年9月12日(2018.9.12)	(74) 代理人	100128211 弁理士 野見山 孝
		(74) 代理人	100145171 弁理士 伊藤 浩行
		(72) 発明者	藤田 かおり 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁弁

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

作動油が供給される供給ポートおよび作動油を出力する出力ポートが形成された筒状のスリーブと、

前記スリーブに形成された弁孔に軸方向移動可能に収容され、その軸方向移動によって前記供給ポートと前記出力ポートとの間の流路面積を変化させるスプール弁と、

励磁電流の供給を受けて作動し、前記励磁電流の大きさに応じた押圧力で前記スプール弁を軸方向の一側に押圧するソレノイド部と、

前記スプール弁を前記ソレノイド部側に付勢する付勢部材とを備え、

前記ソレノイド部は、

前記励磁電流によって磁束を発生させる電磁コイルと、

前記スリーブに対して固定され、前記磁束の磁路となる固定コアと、

前記磁束を受けて前記固定コアに対して軸方向に移動するように構成され、円筒状の外周面と前記弁孔の軸線に対して垂直な平坦面である軸方向端面とを有するプランジャと、

前記プランジャと一体に軸方向移動して前記スプール弁を押圧するシャフトと、

前記シャフトに外嵌され、前記プランジャと前記固定コアとの間に介在して前記プランジャの軸方向移動を規制する非磁性体からなる規制部材とを有し、

前記固定コアは、

前記シャフトを挿通させる挿通孔が中心部に形成され、前記プランジャの前記軸方向端面と軸方向に対向する範囲に形成された対向面および前記規制部材が当接する当接面を有

する円筒部と、

前記円筒部の外周端部から前記プランジャ側に向かって軸方向に延出され、その外周面の少なくとも一部が先端部ほど外径が小さくなるテーパ状に形成されると共に内周面が前記プランジャの外周面に対向する環状の延出部とを含み、

前記円筒部の前記対向面は、その少なくとも一部が前記当接面よりも前記プランジャ側に位置しており、前記プランジャが前記固定コアの前記円筒部に接近したとき、前記対向面および前記軸方向端面を通過する磁束によって前記プランジャが前記固定コアに吸引される、

電磁弁。

【請求項 2】

10

前記規制部材が前記固定コアにおける前記円筒部の前記当接面に当接したとき、前記プランジャの軸方向端面と前記対向面との間に隙間が形成される、

請求項 1 に記載の電磁弁。

【請求項 3】

前記固定コアにおける前記円筒部の前記対向面は、その少なくとも一部が外周側ほど前記プランジャの軸方向端面との距離が短くなるテーパ面によって形成されている、

請求項 1 又は 2 に記載の電磁弁。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、供給ポートおよび出力ポートを有する筒状のスリーブに対してスプール弁を軸方向移動させるソレノイド部を備えた電磁弁に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、作動油が供給される供給ポートおよび作動油を出力する出力ポートを有する筒状のスリーブと、スリーブに形成された弁孔内で軸方向移動して供給ポートと出力ポートとの間の流路面積を変化させるスプール弁と、励磁電流の供給を受けて作動し、スプール弁を軸方向の一側に押圧するソレノイド部とを備えた電磁弁が、例えば車両の自動変速機の油圧装置を制御するために用いられている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

30

特許文献 1 に記載の電磁弁のソレノイド部は、電磁コイルと、電磁コイルで発生した磁束の磁路となるソレノイドコアと、ソレノイドコアに対して軸方向に移動するプランジャと、プランジャと一体に軸方向移動するシャフトと、シャフトに外嵌された環状のストッパとを有している。電磁コイルに励磁電流が供給されると、プランジャがソレノイドコアに対して軸方向移動し、シャフトがスプール弁を押圧する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 185748 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図 6 (a) は、従来の電磁弁 9 のソレノイド部の構成例を示す構成図である。図 6 (b) は、図 6 (a) の一部を拡大して示す拡大図である。図 6 (a) では、軸線 O よりも上側に電磁弁 9 の非作動状態（非通電状態）を示し、軸線 O よりも下側に電磁弁 9 の電磁コイル 90 に定格電流値の励磁電流が供給された作動状態を示している。

【0006】

図 6 に示すように、電磁弁 9 のソレノイド部は、電磁コイル 90 の磁力によって、ソレノイドコア 91 に対してプランジャ 92 が軸方向移動するように構成されている。電磁コイル 90、ソレノイドコア 91、およびプランジャ 92 は、ソレノイドケース 900 に収

50

容されている。

【0007】

ソレノイドコア91は、プランジャ92と一体に軸方向移動するシャフト93を中心部に挿通させる円筒部911と、円筒部911の一端部における外周端部からプランジャ92側に向かって軸方向に延出された環状の延出部912と、円筒部911の他端部から外方に突出する環板状の鏝部913とを有している。延出部912は、円筒部911から遠ざかるに連れて外径が小さくなるテーパ部914、およびテーパ部914の先端部からさらに軸方向に沿って延びる円環状の延設部915によって形成されている。

【0008】

図6(b)に拡大して示すように、テーパ部914の外周面914aは、延設部915側ほど外径が小さくなる円錐状である。延設部915の外周面915aは、テーパ部914の外周面914aの最小径部と同一の外径を有する円筒状である。また、延出部912の内周面912aは、テーパ部914および延設部915に亘って同一の内径で形成され、プランジャ92の外周面92aに対向する。

10

【0009】

ソレノイドコア91の円筒部911とプランジャ92との間には、シャフト93に外嵌された非磁性体からなる環状のストッパ94が介在している。プランジャ92がソレノイドコア91側(円筒部911側)に接近すると、ソレノイドコア91の円筒部911とプランジャ92との間にストッパ94が挟まれ、これによりプランジャ92のソレノイドコア91側への軸方向移動が規制される。ストッパ94は、ソレノイドコア91およびプランジャ92における残留磁気によってプランジャ92がソレノイドコア91から離間しなくなることを防止している。

20

【0010】

電磁コイル90に励磁電流が供給されると、その磁力によってプランジャ92がソレノイドコア91に対して円筒部911側に移動する。シャフト93は、プランジャ92と一体に移動して、スプール弁95をスリーブ96に対して移動させる。また、電磁コイル90への励磁電流の供給が遮断されると、図略のスプリングの復元力によってスプール弁95がソレノイド部側に移動すると共に、プランジャ92がソレノイドコア91の円筒部911から離間する。

【0011】

上記のように構成された電磁弁9を精度よく制御するためには、電磁コイル90に一定の励磁電流を供給した場合に、プランジャ92のソレノイドコア91に対する軸方向の位置が変化しても、プランジャ92に作用する軸力(ソレノイドコア91側への吸引力)の変動が少ないことが望ましい。また、電磁コイル90に供給される励磁電流に対してプランジャ92が受ける軸力が大きい方が、省電力および電磁弁の小型化の観点から望ましい。一般に、電磁コイル90に一定の励磁電流を供給した場合にプランジャ92に作用する軸力は、プランジャ92のソレノイドコア91に対する可動範囲の中央部で大きくなり、可動範囲の両端部で小さくなる傾向にある。

30

【0012】

電磁弁9において、プランジャ92がソレノイドコア91の円筒部911から最も離れた位置にあるときにプランジャ92に作用する軸力を大きくするには、図6(b)に仮想線(二点鎖線)で示すように、延出部912における延設部915の径方向の厚みを厚くすると共に、テーパ部914の外周面914aの軸方向に対する傾斜角を大きくすることが有効である。しかし、このように延出部912の形状を変更すると、プランジャ92がソレノイドコア91の円筒部911に接近したときに、プランジャ92に作用する磁力の径方向の成分が大きくなり、軸方向の成分(前記軸力)が小さくなってしまふという問題がある。

40

【0013】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、プランジャがソレノイドコアに対する可動範囲の端部にあるときのプランジャに作用する軸力の低下を抑制し、以ってプラ

50

ンジャの軸方向の位置による軸力の変動を抑制することが可能な電磁弁を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、上記目的を達成するため、作動油が供給される供給ポートおよび作動油を出力する出力ポートが形成された筒状のスリーブと、前記スリーブに形成された弁孔に軸方向移動可能に収容され、その軸方向移動によって前記供給ポートと前記出力ポートとの間の流路面積を変化させるスプール弁と、励磁電流の供給を受けて作動し、前記励磁電流の大きさに応じた押圧力で前記スプール弁を軸方向の一侧に押圧するソレノイド部と、前記スプール弁を前記ソレノイド部側に付勢する付勢部材とを備え、前記ソレノイド部は、前記励磁電流によって磁束を発生させる電磁コイルと、前記スリーブに対して固定され、前記磁束の磁路となる固定コアと、前記磁束を受けて前記固定コアに対して軸方向に移動するように構成され、円筒状の外周面と前記弁孔の軸線に対して垂直な平坦面である軸方向端面とを有するプランジャと、前記プランジャと一体に軸方向移動して前記スプール弁を押圧するシャフトと、前記シャフトに外嵌され、前記プランジャと前記固定コアとの間に介在して前記プランジャの軸方向移動を規制する非磁性体からなる規制部材とを有し、前記固定コアは、前記シャフトを挿通させる挿通孔が中心部に形成され、前記プランジャの前記軸方向端面と軸方向に対向する範囲に形成された対向面および前記規制部材が当接する当接面を有する円筒部と、前記円筒部の外周端部から前記プランジャ側に向かって軸方向に延出され、その外周面の少なくとも一部が先端部ほど外径が小さくなるテーパ状に形成されると共に内周面が前記プランジャの外周面に対向する環状の延出部とを含み、前記円筒部の前記対向面は、その少なくとも一部が前記当接面よりも前記プランジャ側に位置しており、前記プランジャが前記固定コアの前記円筒部に接近したとき、前記対向面および前記軸方向端面を通過する磁束によって前記プランジャが前記固定コアに吸引される、電磁弁を提供する。

10

20

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る電磁弁によれば、プランジャがソレノイドコアに対する可動範囲の端部にあるときのプランジャに作用する軸力の低下を抑制することができ、これによりプランジャの軸方向の位置による軸力の変動を抑制することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態に係る電磁弁の構成をバルブボディと共に示す断面図である。

【図2】電磁弁のソレノイド部を拡大して示す拡大図であり、(a)は非作動状態を示し、(b)は作動状態を示す。

【図3】ソレノイドコアの断面斜視図である。

【図4】所定の励磁電流を電磁弁の電磁コイルに供給したときに、プランジャの変位量に応じて軸力がどのように変化するかを示すグラフである。

40

【図5】(a)及び(b)は、ソレノイドコアの形状を変更した変形例を示す断面図である。

【図6】従来の電磁弁のソレノイド部の構成例を示し、(a)はソレノイド部の断面図、(b)は(a)の一部を拡大して示す拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

[実施の形態]

以下、本発明の実施の形態に係る電磁弁につき、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】

図1は、本発明の実施の形態に係る電磁弁の構成をバルブボディと共に示す断面図であ

50

る。図2は、電磁弁のソレノイド部を拡大して示す拡大図であり、(a)は非作動状態を示し、(b)は作動状態を示す。図3は、ソレノイドコアの断面斜視図である。

【0019】

電磁弁1は、ソレノイド部2と、筒状のスリーブ3と、スリーブ3に收容されたスプール弁4と、スプール弁4をソレノイド部2側に付勢する付勢部材としての復帰用スプリング10とを備えている。ソレノイド部2は、励磁電流の供給を受けて作動し、励磁電流の大きさに応じた押圧力でスプール弁4を軸方向の一侧(復帰用スプリング10側)に押圧する。この電磁弁1は、例えば車両用自動変速機の油圧装置を制御する流体制御弁として使用される。

【0020】

電磁弁1は、図1に示すように、バルブボディ5に形成された嵌合穴50にスリーブ3が嵌合した状態で使用される。バルブボディ5には、作動油を供給する供給通路51と、作動油を制御対象(例えば車両用自動変速機の油圧装置)に導く出力通路52と、出力通路52に連通するフィードバック通路53とが形成されている。供給通路51には、図略のオイルポンプから吐出された作動油が供給される。また、嵌合穴50は、その奥側が作動油を図略のドレンタンクに導くドレン通路54として形成されている。

【0021】

(スリーブ3の構成)

スリーブ3は、円筒状の本体部3aおよび鍔部3bを有し、鍔部3bを後述するソレノイドコア21の鍔部213に当接させてソレノイドケース25に取り付けられている。スリーブ3には、スプール弁4を收容する弁孔30が設けられている。以下、弁孔30の中心軸線を軸線Oとし、この軸線Oに平行な方向を軸方向といい、軸線Oに直交する方向を径方向という。

【0022】

弁孔30には、スプール弁4が軸方向移動可能に收容されている。図1では、軸線Oよりも上側に電磁弁1の非作動状態(非通電状態)を示し、軸線Oよりも下側に電磁弁1の電磁コイル20に定格電流値の励磁電流が供給された作動状態を示している。

【0023】

スリーブ3の本体部3aには、供給通路51に連通する供給ポート31、出力通路52に連通する出力ポート32、フィードバック通路53に連通するフィードバックポート33、およびドレン通路54に連通するドレンポート34が形成されている。供給ポート31には、供給通路51から作動油が供給される。出力ポート32からは、出力通路52に作動油が出力される。フィードバックポート33は、絞り孔331を通過した作動油が内部に供給される。ドレンポート34は、スリーブ3の外周面に形成された図略の溝を介してドレン通路54に連通している。

【0024】

また、スリーブ3の本体部3aには、供給ポート31と出力ポート32との間に第1中間ポート35が形成され、出力ポート32とドレンポート34との間に第2中間ポート36が形成されている。

【0025】

スリーブ3の本体部3aにおける鍔部3bとは反対側の端部の内面には、ねじ部3cが設けられている。弁孔30の一端は、ねじ部3cに螺合する栓体300によって閉塞され、栓体300とスプール弁4の軸方向端面との間には、復帰用スプリング10が圧縮された状態で配置されている。

【0026】

弁孔30は、フィードバックポート33よりも鍔部3b側の第1孔部30a、およびフィードバックポート33よりも栓体300側の第2孔部30bからなり、第2孔部30bの内径は、第1孔部30aの内径よりも大径に形成されている。供給ポート31、出力ポート32、およびドレンポート34は、軸線Oに沿って並列し、第1孔部30aに開口している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

出力ポート 3 2 には、制御対象から作動油を電磁弁 1 を介して排出する際に、作動油に交じって出力通路 5 2 から異物が流入することを抑制するためのストレーナ 6 が嵌着されている。

【 0 0 2 8 】

(スプール弁 4 の構成)

スプール弁 4 は、鏝部 3 b 側から栓体 3 0 0 側に向かって、第 1 乃至第 5 のランド 4 1 ~ 4 5 が形成されている。第 2 乃至第 5 のランド 4 2 ~ 4 5 の外径はそれぞれ等しく、かつ第 1 のランド 4 1 の外径よりも大きく形成されている。第 1 のランド 4 1 の外周面は、第 1 孔部 3 0 a の内面に摺接し、第 2 乃至第 5 のランド 4 2 ~ 4 5 のランドは、第 2 孔部 3 0 b の内面に摺接する。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 のランド 4 1 は、鏝部 3 b 側の端面がソレノイド部 2 のシャフト 2 3 に当接している。第 1 のランド 4 1 および第 2 のランド 4 2 は、軸線 O に沿って隣接して形成され、第 2 のランド 4 2 における第 1 のランド 4 1 側の端面の面積は、第 1 のランド 4 1 における第 2 のランド 4 2 側の端面の面積よりも大きく形成されている。第 1 のランド 4 1 および第 2 のランド 4 2 は、フィードバックポート 3 3 に供給された作動油のフィードバック圧の受圧面積の差によって、スプール弁 4 を栓体 3 0 0 側に押圧する押圧力を発生させる。

【 0 0 3 0 】

第 2 のランド 4 2 は、スプール弁 4 の軸方向移動に応じて供給ポート 3 1 と第 1 中間ポート 3 5 との間の流路面積を変化させる。第 3 のランド 4 3 は、スプール弁 4 の軸方向移動に応じて第 1 中間ポート 3 5 と出力ポート 3 2 との間の流路面積を変化させる。つまり、スプール弁 4 は、その軸方向移動によって、供給ポート 3 1 と出力ポート 3 2 との間の流路面積を変化させる。

20

【 0 0 3 1 】

また、第 4 のランド 4 4 は、スプール弁 4 の軸方向移動に応じて出力ポート 3 2 と第 2 中間ポート 3 6 との間の流路面積を変化させ、第 5 のランド 4 5 は、スプール弁 4 の軸方向移動に応じて第 2 中間ポート 3 6 とドレンポート 3 4 との間の流路面積を変化させる。これにより、スプール弁 4 の軸方向移動によって出力ポート 3 2 から出力される作動油の圧力が変化する。

30

【 0 0 3 2 】

(ソレノイド部 2 の構成)

ソレノイド部 2 は、励磁電流によって磁束を発生させる電磁コイル 2 0 と、電磁コイル 2 0 への通電により発生する磁束の磁路となる固定コアとしてのソレノイドコア 2 1 と、電磁コイル 2 0 の磁束を受けてソレノイドコア 2 1 に対して軸方向に移動する円筒状のプランジャ 2 2 と、プランジャ 2 2 と一体に軸方向移動してスプール弁 4 を押圧するシャフト 2 3 と、シャフト 2 3 に外嵌されてプランジャ 2 2 の軸方向移動を規制する規制部材としてのストッパ 2 4 と、有底円筒状のソレノイドケース 2 5 とを有している。ソレノイドコア 2 1、プランジャ 2 2、およびソレノイドケース 2 5 は、鉄等の磁性体からなる。シャフト 2 3 およびストッパ 2 4 は、オーステナイト系ステンレスやアルミニウム等の非磁性体からなる。

40

【 0 0 3 3 】

電磁コイル 2 0 は、ソレノイドケース 2 5 の内周側で樹脂からなる筒状のボビン 2 0 0 に巻き回されている。ボビン 2 0 0 には、ソレノイドケース 2 5 外に露出し、かつ電磁コイル 2 0 に接続された外部接続用のコネクタピン (図示せず) を内蔵するコネクタ部 2 0 1 が連結部 2 0 2 を介して一体に設けられている。

【 0 0 3 4 】

ソレノイドコア 2 1 は、シャフト 2 3 を挿通させる挿通孔 2 1 0 (図 3 参照) が中心部に形成された円筒状の円筒部 2 1 1 と、円筒部 2 1 1 の外周端部からプランジャ 2 2 側に向かって軸方向に延出された環状の延出部 2 1 2 とを含み、さらに円筒部 2 1 1 における

50

スリーブ3側の一端部から外方に突出して形成された鏝部213を一体に有している。

【0035】

円筒部211の外周面211aは、ボビン200の内周面に対向している。ボビン200は、軸方向の一端部が鏝部213に突き当てられている。延出部212の内側における円筒部211の軸方向端面は、ブランジャ22と軸方向に対向する対向面211bおよびストッパ24が当接する当接面211cによって形成されている。当接面211cは、軸方向に対して垂直な平坦面である。当接面211cには、ブランジャ22がソレノイドコア21の円筒部211側に移動したとき、ストッパ24が面接触する。

【0036】

円筒部211の対向面211bは、当接面211cの外周囲に形成されたテーパ面であり、その外周側（延出部212側）ほどブランジャ22の軸方向端面22bとの軸方向の距離が短くなっている。対向面211bにおける内周端の軸方向位置は、当接面211cとの軸方向位置と同じである。すなわち、対向面211bの内周端は、当接面211cとの間に段差を有することなく、当接面211cに連続して形成されている。

10

【0037】

本実施の形態では、当接面211cの外周側におけるブランジャ22の軸方向端面22bとの対向面211bの全体がテーパ面として形成されているが、これに限らず、対向面211bの一部が、その外周側ほどブランジャ22の軸方向端面22bとの軸方向の距離が短くなるテーパ面によって形成されていてもよい。すなわち、円筒部211の対向面211bは、その少なくとも一部が当接面211cよりもブランジャ22側に位置していればよい。換言すれば、円筒部211は、当接面211cの外周側におけるブランジャ22との対向面211bの少なくとも一部が、当接面211cよりもブランジャ22側に膨出していけばよい。

20

【0038】

図2(a)および(b)に拡大して示すように、延出部212は、その外周面212aの少なくとも一部が、先端部ほど外径が小さくなるテーパ状に形成されると共に、内周面212bがブランジャ22の外周面22aに対向する。より具体的には、延出部212は、円筒部211から軸方向に遠ざかるに連れて外径が小さくなるテーパ部214、およびテーパ部214の先端部からさらに軸方向に沿って延びる円環状の延設部215によって構成されている。延設部215における径方向の厚みは一定であり、テーパ部214の径

30

【0039】

延出部212の外周面212aは、テーパ部214の外周面214aおよび延設部215の外周面215aによって形成され、延出部212の内周面212bは、テーパ部214の内周面214bおよび延設部215の内周面215bによって形成されている。テーパ部214の内径および延設部215の内径は同一かつ軸方向に一定であり、延出部212の内周面212bは軸線Oと平行である。

【0040】

ソレノイドケース25は、円筒状の本体部251と、底部252と、底部252から軸線Oに沿って突出した円筒状の突出部253と、本体部251における底部252とは反対側の端部に形成された加締め部254とを有している。本体部251と突出部253との間には、電磁コイル20およびボビン200の軸方向の一部が収容されている。加締め部254は、スリーブ3の鏝部3bをソレノイドコア21の鏝部213に加締めている。これにより、ソレノイドコア21がスリーブ3に対して軸方向移動不能かつ相対回転不能に固定されている。

40

【0041】

ブランジャ22は、その中心部に形成された挿通孔220にシャフト23が挿通された円筒状である。ソレノイドコア21の円筒部211と軸方向に対向するブランジャ22の軸方向端面22bは、軸線Oに対して垂直な平坦面である。なお、ブランジャ22には、

50

ソレノイドコア 2 1 側の円筒部 2 1 1 側の軸方向端面 2 2 b とソレノイドケース 2 5 の底部 2 5 2 側の軸方向端面 2 2 c との間を軸方向に貫通する図略の油流通孔が形成されている。この油流通孔によって、プランジャ 2 2 が軸方向に移動する際に、プランジャ 2 2 がソレノイドケース 2 5 内の作動油から受ける抵抗が低減される。

【 0 0 4 2 】

シャフト 2 3 は、例えばプランジャ 2 2 の挿通孔 2 2 0 に圧入されることによってプランジャ 2 2 に固定され、プランジャ 2 2 と一体に軸方向に移動する。シャフト 2 3 は、その先端部 2 3 1 が復帰用スプリング 1 0 の付勢力によってスプール弁 4 に当接し、後端部 2 3 2 はソレノイドケース 2 5 の底部 2 5 2 に対向している。

【 0 0 4 3 】

プランジャ 2 2 は、ソレノイドケース 2 5 の突出部 2 5 3 の内側に配置された軸受ブッシュ 2 6 により、軸方向移動可能に支持されている。また、シャフト 2 3 は、ソレノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 の内側に配置された軸受ブッシュ 2 7 により、軸方向移動可能に支持されている。

【 0 0 4 4 】

ストッパ 2 4 は、プランジャ 2 2 とソレノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 との間に介在している。ストッパ 2 4 は、軸方向の厚みが一定で、その中心部に形成された中心孔 2 4 0 にシャフト 2 3 が挿通された円環板状である。また、ストッパ 2 4 は、プランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b に接触した状態で、プランジャ 2 2 およびシャフト 2 3 と共に軸方向に移動する。

【 0 0 4 5 】

(電磁弁 1 の動作)

次に、電磁弁 1 の動作について図 1 および図 2 を参照して説明する。また、以下の説明では、シャフト 2 3 の後端部 2 3 2 がソレノイドケース 2 5 の底部 2 5 2 に当接したときのプランジャ 2 2 の軸方向位置を原位置とし、この原位置からのプランジャ 2 2 の軸方向への移動距離をプランジャ 2 2 の変位置量という。

【 0 0 4 6 】

電磁コイル 2 0 に励磁電流が供給されない電磁弁 1 の非作動状態では、シャフト 2 3 が復帰用スプリング 1 0 の付勢力をスプール弁 4 を介して受け、シャフト 2 3 の後端部 2 3 2 がソレノイドケース 2 5 の底部 2 5 2 に当接する。このとき、供給ポート 3 1 と出力ポート 3 2 とが第 1 中間ポート 3 5 を介して連通すると共に、出力ポート 3 2 と第 2 中間ポート 3 6 との連通がスプール弁 4 の第 4 のランド 4 4 によって遮断され、第 2 中間ポート 3 6 とドレンポート 3 4 との連通がスプール弁 4 の第 5 のランド 4 5 によって遮断される。

【 0 0 4 7 】

図 2 (a) は、非作動状態におけるソレノイド部 2 の要部を示している。この状態では、ソレノイドコア 2 1 の延出部 2 1 2 の内周面 2 1 2 b のうち、少なくとも延設部 2 1 5 の内周面 2 1 5 b がプランジャ 2 2 の外周面 2 2 a に対向する。

【 0 0 4 8 】

図 2 (a) に示す非作動状態から、電磁コイル 2 0 に励磁電流が供給されて電磁弁 1 が作動状態となると、電磁コイル 2 0 の磁力によってプランジャ 2 2 がソレノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 側に変位する。図 2 (b) は、電磁コイル 2 0 に定格電流値の励磁電流が供給されてプランジャ 2 2 の変位置量が最大となったときの状態を示している。この状態では、ストッパ 2 4 がプランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b とソレノイドコア 2 1 における円筒部 2 1 1 の当接面 2 1 1 c との間に挟まれ、プランジャ 2 2 のさらなる軸方向移動が規制される。

【 0 0 4 9 】

また、プランジャ 2 2 が図 2 (b) に示す位置までソレノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 側に変位することにより、シャフト 2 3 が復帰用スプリング 1 0 の付勢力に抗してスプール弁 4 を軸方向移動させ、出力ポート 3 2 とドレンポート 3 4 とが第 2 中間ポート 3 6 を

10

20

30

40

50

介して連通すると共に、供給ポート31と第1中間ポート35との連通がスプール弁4の第2のランド42によって遮断され、第1中間ポート35と出力ポート32との連通が第3のランド43によって遮断される。

【0050】

図2(b)では、電磁コイル20への通電により発生する磁束の主な流れを破線で模式的に示している。この磁束は、ソレノイドコア21の延出部212における内周面212bからプランジャ22に流れ込む第1の磁束 Φ_1 と、ソレノイドコア21における円筒部211の対向面211bからプランジャ22に流れ込む第2の磁束 Φ_2 とを含んでいる。

【0051】

第2の磁束 Φ_2 の磁路では、ソレノイドコア21における円筒部211の対向面211bが、外周側ほどプランジャ22の軸方向端面22bとの軸方向の距離が短くなるテーパ面によって形成されていることにより、図6に示した従来例のものよりも磁気抵抗が小さくなっている。これにより、プランジャ22の変位量が最大値付近となったときの第2の磁束 Φ_2 の磁束密度が上記従来例のものよりも高くなり、プランジャ22に作用する軸力が大きくなる。なお、プランジャ22の変位量が小さいときには、主として第1の磁束 Φ_1 によってプランジャ22に軸力が作用するが、プランジャ22の変位量が大きくなると、第1の磁束 Φ_1 によってプランジャ22に作用する力は径方向の成分の割合が高くなり、プランジャ22に作用する軸力には寄与しなくなる。

【0052】

また、図2(a)に示すように対向面211bの内周端と外周端との軸方向の間隔を軸方向間隔 g とすると、この軸方向間隔 g は、ストッパ24の厚み t (図2(b)参照)よりも小さい。これにより、ストッパ24がソレノイドコア21における円筒部211の当接面211cに当接したとき、円筒部211の対向面211bはプランジャ22の軸方向端面22bに接触せず、プランジャ22の軸方向端面22bと対向面211bの間には隙間 S が形成される。この隙間 S により、電磁コイル20に供給される励磁電流が低下したときにソレノイドコア21およびプランジャ22の残留磁気によってプランジャ22がソレノイドコア21から離間しなくなることが抑止されている。

【0053】

ストッパ24の厚み t は、例えば0.8~1.0mmである。ストッパ24の厚み t と、対向面211bの内周端と外周端との軸方向間隔 g との差は、例えば0.1mm以上である。この差の寸法の上限值は、特に限定されないが、ストッパ24の厚み t の半分以下であることが望ましい。この軸方向間隔 g は、ソレノイドコア21における円筒部211の対向面211bと当接面211cとの間の軸方向の間隔の最大値に相当する。

【0054】

(プランジャ22の変位量と軸力との関係)

図4は、所定の励磁電流を電磁コイル20に供給したときに、プランジャ22の変位量に応じてプランジャ22に作用する軸力がどのように変化するかを示すグラフである。図4のグラフに示す実線は、本実施の形態に係る電磁弁1におけるプランジャ22の変位量と軸力との関係を示している。同グラフにおける破線は、図6を参照して説明した従来例に係る電磁弁9におけるプランジャ92の変位量と軸力との関係を示している。

【0055】

図4のグラフにおける横軸の左端は、プランジャ22の原位置(変位量:0)を示し、この横軸におけるA点は、ストッパ24がソレノイドコア21における円筒部211の当接面211cに当接したときのプランジャ22の位置を示す。また、図4のグラフにおける縦軸は、上側ほどプランジャ22に作用する軸力が高いことを示している。

【0056】

図4に示すように、本実施の形態に係る電磁弁1では、従来例に係る電磁弁9に比較して、プランジャ22の変位量の最大値付近において特に大きくプランジャ22に作用する軸力が増大している。これは、本実施の形態に係る電磁弁1では、プランジャ22がソレ

10

20

30

40

50

ノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 に接近したときに、従来例に係る電磁弁 9 に比較して、第 2 の磁束 Φ_2 の磁束密度が高くなるためであると考えられる。また、本実施の形態に係る電磁弁 1 では、プランジャ 2 2 の変位量の最大値付近においてプランジャ 2 2 に作用する軸力が増大することにより、プランジャ 2 2 の変位量に対する軸力の変動が抑制されている。つまり、図 4 に示すグラフの実線が平坦化されている。

【 0 0 5 7 】

(実施の形態の効果)

以上説明した実施の形態によれば、プランジャ 2 2 がソレノイドコア 2 1 に対する可動範囲の円筒部 2 1 1 側の端部にあるときの軸力の低下を抑制することができ、これによりプランジャ 2 2 の軸方向の位置による軸力の変動を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 5 8 】

また、プランジャ 2 2 がソレノイドコア 2 1 の円筒部 2 1 1 に近い位置にあるときの軸力を第 2 の磁束 Φ_2 によって大きくすることができることから、例えばソレノイドコア 2 1 の延出部 2 1 2 における延設部 2 1 5 の径方向の厚みを厚くすると共にテーパ部 2 1 4 の外周面 2 1 4 a の軸方向に対する傾斜角 (図 2 (a) 参照) を大きくしてプランジャ 2 2 の変位量が小さいときの軸力を大きくしても、プランジャ 2 2 の変位量が大きいときの軸力が大きく低下してしまわない。このことによっても、プランジャ 2 2 の軸方向の位置による軸力の変動を抑制することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態によれば、ストッパ 2 4 がソレノイドコア 2 1 における円筒部 2 1 1 の当接面 2 1 1 c とプランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b との間に挟まれたときでも、ソレノイドコア 2 1 における円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b とプランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b との間には隙間 S が形成されるので、ソレノイドコア 2 1 およびプランジャ 2 2 の残留磁気によってプランジャ 2 2 がソレノイドコア 2 1 から離間しなくなることが抑止される。

20

【 0 0 6 0 】

またさらに、本実施の形態によれば、ソレノイドコア 2 1 における円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b が、外周側ほどプランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b との距離が短くなるテーパ面によって形成されているので、この対向面 2 1 1 b を旋削によって容易に形成することができる。よって、例えば従来例に係る電磁弁 9 に対する製造コストの上昇が抑えられる。

30

【 0 0 6 1 】

[変形例]

図 5 (a) は、上記説明した実施の形態のソレノイドコア 2 1 の形状を変更した変形例に係るソレノイドコア 2 1 A を示す断面図である。図 5 (b) は、同じくソレノイドコア 2 1 の形状を変更した変形例に係るソレノイドコア 2 1 B を示す断面図である。図 5 (a) および (b) において、図 1 等を参照して説明した実施の形態に係るソレノイドコア 2 1 と共通する構成要素については、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【 0 0 6 2 】

実施の形態に係るソレノイドコア 2 1 では、ソレノイドコア 2 1 における円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b が、外周側ほどプランジャ 2 2 の軸方向端面 2 2 b との距離が短くなるテーパ面によって形成された場合について説明したが、図 5 (a) に示すソレノイドコア 2 1 A では、円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b が、当接面 2 1 1 c よりもプランジャ 2 2 側に位置し、かつソレノイドコア 2 1 A の挿通孔 2 1 0 の中心軸線 C に対して垂直な平坦面によって形成されている。

40

【 0 0 6 3 】

また、図 5 (b) に示すソレノイドコア 2 1 B では、円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b が、当接面 2 1 1 c よりもプランジャ 2 2 側に位置する平坦面 2 1 1 b₁ と、当接面 2 1 1 c と平坦面 2 1 1 b₁ との間のテーパ面 2 1 1 b₂ とによって形成されている。平坦面 2 1 1 b₁ は、ソレノイドコア 2 1 B の挿通孔 2 1 0 の中心軸線 C に対して垂直な平坦面で

50

ある。テーパ面 2 1 1 b₂ は、外周側ほどプランジャ 2 2 に近接すると共に内径が大きくなるように形成されている。

【 0 0 6 4 】

ソレノイドコア 2 1 A における円筒部 2 1 1 の対向面 2 1 1 b と当接面 2 1 1 c との間の軸方向間隔 g_1 、およびソレノイドコア 2 1 B における円筒部 2 1 1 の平坦面 2 1 1 b₁ と当接面 2 1 1 c との間の軸方向間隔 g_2 は、何れもストッパ 2 4 の厚み t よりも小さい。

【 0 0 6 5 】

これらの変形例に係るソレノイドコア 2 1 A およびソレノイドコア 2 1 B によっても、プランジャ 2 2 がソレノイドコア 2 1 A, 2 1 B に対する可動範囲の円筒部 2 1 1 側の端部にあるときの軸力の低下を抑制することができ、これによりプランジャ 2 2 の軸方向の位置による軸力の変動を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 6 6 】

以上、本発明を実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明はこれらの実施の形態や変形例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変形して実施することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

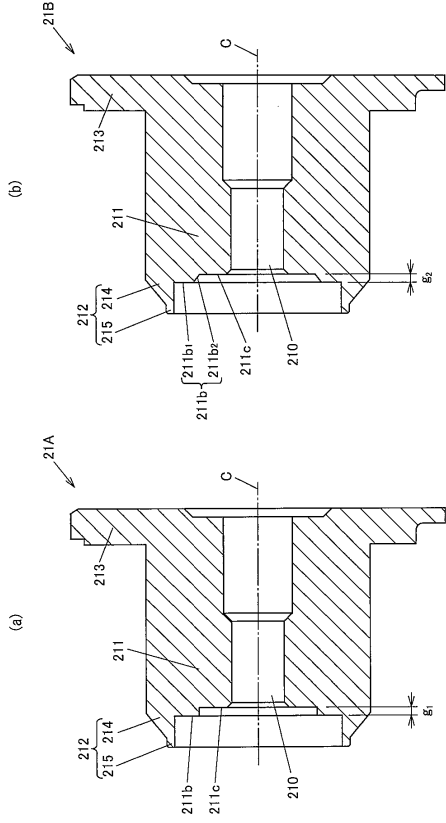
- 1 ... 電磁弁
- 1 0 ... 復帰用スプリング (付勢部材)
- 2 ... ソレノイド部
- 2 0 ... 電磁コイル
- 2 1 ... ソレノイドコア (固定コア)
- 2 1 1 ... 円筒部
- 2 1 1 b ... 対向面
- 2 1 1 c ... 当接面
- 2 1 2 ... 延出部
- 2 2 ... プランジャ
- 2 2 b ... 軸方向端面
- 2 3 ... シャフト
- 2 4 ... ストッパ (規制部材)
- 3 ... スリーブ
- 4 ... スプール弁

20

30

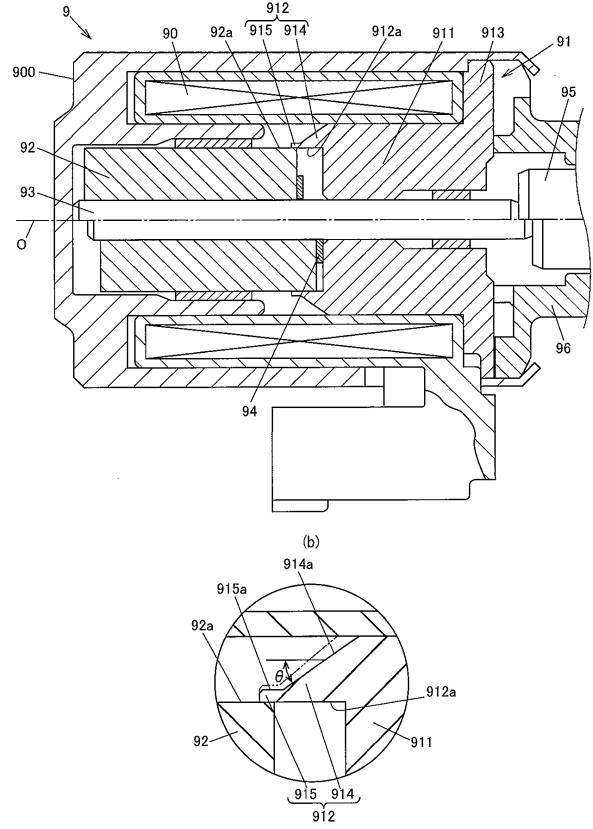
【 図 5 】

図 5
(変形例)



【 図 6 】

図 6
(従来例)



フロントページの続き

(72)発明者 村上 敏夫

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 角田 貴章

(56)参考文献 特開2005-286234(JP,A)

特開2000-277327(JP,A)

特開2014-027203(JP,A)

特開2014-185748(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16K 31/06 - 31/11

H01F 7/06 - 7/17