

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5083376号
(P5083376)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl. F I
FO1L 1/352 (2006.01) FO1L 1/34 B

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-134323 (P2010-134323)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成22年6月11日(2010.6.11)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2011-256838 (P2011-256838A)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
(43) 公開日	平成23年12月22日(2011.12.22)	(74) 代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
審査請求日	平成23年12月13日(2011.12.13)	(74) 代理人	100145595 弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	森島 信悟 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	橋本 敏行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブタイミング調整装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置であって、

流体室を内部に形成する筐体と、

前記流体室に封入され、通過する磁束に応じて粘度が変化する磁気粘性流体と、

前記流体室の前記磁気粘性流体に磁束を通過させることにより、前記磁気粘性流体の粘度を可変制御する粘度制御手段と、

前記筐体を内外に貫通して前記内燃機関の運転により一定方向に回転し、前記流体室の前記磁気粘性流体と接触することにより、前記磁気粘性流体の粘度に応じたブレーキトルクが入力されるブレーキ回転体と、

前記筐体の外部において前記ブレーキ回転体と連繋し、前記ブレーキ回転体へ入力された前記ブレーキトルクに応じて前記クランク軸及び前記カム軸の間の相対位相を調整する位相調整機構と、

前記筐体及び前記ブレーキ回転体の間をシールするシール構造とを、
備えるバルブタイミング調整装置において、前記シール構造は、

前記ブレーキ回転体の回転方向に連続するように前記筐体に設けられ、磁束を発生する磁気スリーブ部と、

前記磁気スリーブ部の内周部との間にシールギャップをあけて前記ブレーキ回転体に設けられ、前記ブレーキ回転体の回転方向に迎った場合に前記流体室側から前記位相調整機

10

20

構側へ向かって遠ざかる雄螺子状を呈し、前記シールギャップを通じて前記磁気スリーブ部の発生磁束が案内される磁性螺子部とを、

有し、

前記磁気スリーブ部は、

前記磁性螺子部と同軸上に配置され、軸方向両端部がそれぞれ形成する磁極により磁束を発生する筒状の永久磁石と、

前記永久磁石の軸方向両端部にそれぞれ同軸上に隣接し、前記永久磁石の発生磁束を前記磁性螺子部との間の前記シールギャップへ案内する一対の環板状の磁性ヨークとを、含むことを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【請求項 2】

前記流体室には、非磁性のベース液に磁性粒子を分散させてなる磁気粘性流体が封入されることを特徴とする請求項 1 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 3】

平行螺子型の前記磁性螺子部との間に前記シールギャップをあける前記磁気スリーブ部の内周部は、前記位相調整機構側の軸方向端部から前記流体室側へ向かって軸方向にストレートに延伸し、前記流体室側の軸方向端部の内径につき、他の部分の内径に対して同径以上に設定されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 4】

平行螺子型の前記磁性螺子部との間に前記シールギャップをあける前記磁気スリーブ部の内周部は、前記位相調整機構側の軸方向端部から前記流体室側の軸方向端部に至る軸方向全域にて、ストレートに延伸することを特徴とする請求項 3 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 5】

前記シール構造は、

前記磁気スリーブ部の前記位相調整機構側の軸方向端部に同軸上に隣接し、前記磁性螺子部の外周側を囲む非磁性環部を、さらに有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 6】

前記磁性螺子部は、前記磁性ヨークの内周側において前記磁性ヨークを軸方向に跨ぐ範囲に、配置されることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 7】

前記磁性ヨークは、前記磁性螺子部のピッチ未満となる軸方向厚さを、有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 8】

前記磁性ヨークは、前記磁性螺子部のピッチ以上となる軸方向厚さを、有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、バルブタイミングを決めるクランク軸及びカム軸間の相対位相（以下、「機関位相」という）を、アクチュエータにより発生したブレーキトルクに応じて調整するバルブタイミング調整装置が知られている。こうしたバルブタイミング調整装置の一種として特許文献 1 には、アクチュエータによりブレーキトルクを発生して機関位相を調整する装置が、開示されている。

【0003】

10

20

30

40

50

具体的に、特許文献1のアクチュエータは、筐体内部の流体室に封入されてブレーキ回転体と接触する磁気粘性流体に磁束を通過させることにより、当該磁気粘性流体の粘度を可変制御する流体ブレーキである。かかるアクチュエータによれば、一定方向に回転するブレーキ回転体へ磁気粘性流体の粘度に応じたブレーキトルクが入力されることになるので、ブレーキ回転体と連繋する位相調整機構は、機関位相を当該ブレーキトルクに応じて調整することになる。

【0004】

また特に、特許文献1のアクチュエータでは、筐体内部のブレーキ回転体を筐体外部の位相調整機構と連繋させるために、ブレーキ回転体を筐体の内外に貫通させている。故に、かかるアクチュエータには、筐体内部の流体室から磁気粘性流体が筐体外部へ漏出して
10
ブレーキトルクの入力特性を変化させる事態を抑制すべく、オイルシール又は磁極を利用するシール構造が筐体及びブレーキ回転体の間に設けられている。ここで、ブレーキトルクの入力特性変化が抑制されることによれば、当該ブレーキトルクに従う機関位相の調整特性の変動が生じ難くなるので、信頼性の確保が可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-51093号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
20

【0006】

さて、特許文献1のアクチュエータにおいてオイルシールを利用したシール構造では、シール作用の発揮により磁気粘性流体の漏出を規制するには、ブレーキ回転体に対するオイルシールの緊迫力を強くする必要がある。しかし、緊迫力を強くすると、摩擦抵抗に起因した磨耗がオイルシールに発生して、耐久性の低下を招くおそれがある。

【0007】

一方、特許文献1のアクチュエータにおいて磁極を利用したシール構造の場合には、磁極を形成するブレーキ回転体の着磁部と筐体の軸受との間に、ブレーキ回転体の回転を許容する程度のクリアランスを設けることが不可欠となる。故に、着磁部及び軸受間のクリアランスを通じて磁気粘性流体が筐体外部へ漏出することについては、十分な規制が困難
30
となるおそれがあり、そのことが、シール性を高める上でのネックとなってしまう。

【0008】

本発明は、以上説明した問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、耐久性及び信頼性を両立して確保するバルブタイミング調整装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に記載の発明は、内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置であって、流体室を内部に形成する筐体と、流体室に封入され、通過する磁束に応じて粘度が変化する磁気粘性流体と、流体室の磁気粘性流体に磁束を通過させることにより、磁気粘性流体の粘度を可変制御する粘度制御手段と、筐体を内外に貫通して内燃機関の運転により一定方向に回転し、流体室の磁気粘性流体と接触することにより、磁気粘性流体の粘度に応じたブレーキトルクが入力されるブレーキ回転体と、筐体の外部においてブレーキ回転体と連繋し、ブレーキ回転体へ入力されたブレーキトルクに応じて機関位相を調整する位相調整機構と、筐体及びブレーキ回転体の間をシールするシール構造とを、備えるバルブタイミング調整装置において、シール構造は、ブレーキ回転体の回転方向に連続するように筐体に設けられ、磁束を発生する磁気スリーブ部と、磁気スリーブ部の内周部との間にシールギャップをあけてブレーキ回転体に設けられ、ブレーキ回転体の回転方向に迎った場合に流体室側から位相調整機構側へ向かって遠ざかる雄螺子状を呈し、シールギャップを通じて磁気スリーブ部の発生磁束が案内される磁性螺子部とを、有し、磁気スリーブ部は、磁性
40
50

螺子部と同軸上に配置され、軸方向両端部がそれぞれ形成する磁極により磁束を発生する筒状の永久磁石と、永久磁石の軸方向両端部にそれぞれ同軸上に隣接し、永久磁石の発生磁束を磁性螺子部との間のシールギャップへ案内する一対の環板状の磁性ヨークとを、含むことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

このような構成によると、筐体を内外に貫通するブレーキ回転体の磁性螺子部と、筐体においてブレーキ回転体の回転方向に連続する磁気スリーブ部の内周部との間には、シールギャップがあげられる。ここで、磁気スリーブ部の発生磁束はシールギャップを通じて磁性螺子部に案内されるので、当該シールギャップには、筐体内部の流体室から磁気粘性流体が磁気吸引により流入し易い。しかも、磁気粘性流体の流入したシールギャップを通じて磁気スリーブ部の発生磁束が雄螺子状の磁性螺子部に案内されることで、当該磁気粘性流体は粘度上昇して、磁性螺子部の螺子山と磁気スリーブ部の内周部との間にて膜状に捕捉されることになる。こうしてシールギャップに形成されるシール膜によれば、それ自体に摩擦抵抗起因の磨耗は存在せず、また筐体外部の位相調整機構側へと向かう磁気粘性流体の漏出を流体自身により抑制する自己シール機能を、発揮し得るのである。

10

【 0 0 1 1 】

加えて、ブレーキ回転体の回転方向に迎った場合に流体室側から位相調整機構側へ向かって遠ざかる雄螺子状の磁性螺子部は、当該流体室側へ向かうモーメントを磁気スリーブ部との間のシールギャップにおいて磁気粘性流体に与え得る。これは、低圧側となる筐体外部の位相調整機構側から、高圧側となる筐体内部の流体室側へ向かって磁気粘性流体を汲み上げるハイドロダイナミック効果に、上記粘度上昇に応じた粘性効果が相俟った、螺子型回転ラビリンスシール機能の発揮による。したがって、かかるラビリンスシール機能によれば、ブレーキ回転体が一定方向に回転する内燃機関の運転中には、磁気粘性流体を位相調整機構側への漏出流れに逆らって、流体室側に押し戻すことができる。

20

【 0 0 1 2 】

以上、自己シール機能及びラビリンスシール機能の発揮の結果、磨耗を回避して耐久性を確保することと、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を回避して信頼性を確保することにつき、両立して達成可能となるのである。

ここで特に、請求項 1 に記載の発明の磁気スリーブ部では、磁性螺子部と同軸上に配置される筒状永久磁石の軸方向両端部が各々の磁極により発生する磁束は、それら両端部に同軸上に隣接する環板状磁性ヨークの各々から集中して、磁性螺子部との間のシールギャップへ案内されることになる。かかる案内作用によれば、各磁性ヨーク及び磁性螺子部間のシールギャップでは磁束の通過密度が増大して、磁気粘性流体の粘度上昇によるシール膜の耐圧性、ひいては自己シール機能が向上し得る。したがって、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を回避して、信頼性を確保することができるのである。

30

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の発明によると、流体室には、非磁性のベース液に磁性粒子を分散させてなる磁気粘性流体が封入される。このように流体室に封入される磁気粘性流体については、磁束の案内されるシールギャップに磁性粒子が磁気吸引されることで自己シール機能及びラビリンス機能を発揮し得るのみならず、当該磁気吸引作用を受けない非磁性ベース液に対してもシールギャップでのラビリンスシール機能を発揮し得る。これによれば、磁気粘性流体の構成成分である磁性流体及び非磁性ベース液の双方に対して、ブレーキトルクの入力特性変化を惹起する筐体外側への漏出を回避して、信頼性を確保することができるのである。

40

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明によると、平行螺子型の磁性螺子部との間にシールギャップをあげる磁気スリーブ部の内周部は、位相調整機構側の軸方向端部から流体室側へ向かって軸方向にストレートに延伸し、流体室側の軸方向端部の内径につき、他の部分の内径に対して同径以上に設定される。このように、磁気スリーブ部の内周部のうち位相調整機構側の

50

軸方向端部から流体室側へ向かって軸方向にストレートに延伸する部分については、平行螺子型の磁性螺子部の螺子山に可及的に近接させて、当該磁性螺子部との間のシールギャップを狭く形成し得る。こうした狭いシールギャップにおいては、高いラビリンスシール機能が発揮されて、磁気粘性流体が流体室側へ押し戻され易くなる。しかも、磁気スリーブ部の内周部において内径が他の部分と同径以上に設定される流体室側の軸方向端部は、当該流体室側への磁気粘性流体の押し戻しを遮ることがない。これらによれば、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の発明によると、平行螺子型の磁性螺子部との間にシールギャップをあける磁気スリーブ部の内周部は、位相調整機構側の軸方向端部から流体室側の軸方向端部に至る軸方向全域にて、ストレートに延伸する。このように、位相調整機構側の軸方向端部から流体室側の軸方向端部に至る軸方向全域にてストレートに延伸する磁気スリーブ部の内周部については、平行螺子型の磁性螺子部の螺子山に可及的に近接させて、当該磁性螺子部との間のシールギャップを狭く形成し得る。こうした磁気スリーブ部の軸方向全域に対応する範囲で狭く確保され得るシールギャップにおいては、さらに高いラビリンスシール機能が発揮されて、磁気粘性流体が流体室側へ押し戻され易くなる。しかも磁気スリーブ部において、軸方向の全域がストレートに延伸する内周部の内径は当該全域にて同径となるので、流体室側への磁気粘性流体の押し戻しを遮ることがない。これらによれば、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化の回避を確固たるものとして、高い信頼性を確保することができるのである。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の発明によると、シール構造は、磁気スリーブ部の位相調整機構側の軸方向端部に同軸上に隣接し、磁性螺子部の外周側を囲む非磁性環部を、さらに有する。このような構成によれば、磁気スリーブ部の位相調整機構側の軸方向端部に同軸上に隣接する非磁性環部と、当該非磁性環部により外周側を囲まれる磁性螺子部との間のギャップにおいても、内燃機関の運転中にはラビリンスシール機能が発揮されることとなる。故に、磁気スリーブ部及び磁性螺子部間のシールギャップから位相調整機構側へ万が一、磁気粘性流体が漏出したとしても、当該機構側の非磁性環部及び磁性螺子部間でのラビリンス機能の発揮により、漏出した磁気粘性流体をシールギャップにまで押し戻し得る。しかも、非磁性環部の存在により磁気スリーブ部の発生磁束は、当該スリーブ部から位相調整機構側への漏出を抑制されてシールギャップに確実に案内され得るので、自己シール機能も向上する。これらによれば、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することができるのである。

【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の発明によると、磁性螺子部は、磁性ヨークの内周側において磁性ヨークを軸方向に跨ぐ範囲に、配置される。このように、磁性ヨークの内周側において環板状の磁性ヨークを軸方向に跨ぐ範囲に配置の磁性螺子部は、正規の位置から軸方向にずれたとしても磁性ヨークと対向し得るので、当該対向ヨークとの間のシールギャップにて自己シール機能の発揮が常に可能となる。これによれば、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することが可能である。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載の発明によると、磁性ヨークは、磁性螺子部のピッチ未満となる軸方向厚さを、有する。このように、磁性螺子部のピッチ未満の軸方向厚さを有した環板状の磁性ヨークは、当該螺子部との間のシールギャップへ磁束を集中し易くなる。かかる磁束の集中作用によれば、シールギャップにおける磁束の通過密度を局所的に高めて、磁気粘性流体の粘度上昇によるシール膜の耐圧性、ひいては自己シール機能を向上させ得る。したがって、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、信頼性を確保することが可能である。

【 0 0 2 0 】

請求項 8 に記載の発明によると、磁性ヨークは、磁性螺子部のピッチ以上となる軸方向厚さを、有する。このように、磁性螺子部のピッチ以上の軸方向厚さを有した磁性ヨークは、当該螺子部の軸方向に並ぶ雄螺子状の螺子山との間にて複数段のシール膜を、当該螺子部との間のシールギャップに形成可能となる。こうした複数段のシール膜によれば、それら膜トータルでの耐圧性、ひいては膜トータルでの自己シール機能が向上し得るので、磁気粘性流体の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】第一実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す図であって、図 2 の I - I 線断面図である。 10

【図 2】図 1 の II - II 線断面図である。

【図 3】図 1 の III - III 線断面図である。

【図 4】図 1 の磁気粘性流体の特性について説明するための特性図である。

【図 5】図 1 の要部を示す拡大断面図である。

【図 6】図 5 の VI - VI 線断面図である。

【図 7】図 5 のアクチュエータの特徴について説明するための拡大断面図である。

【図 8】第二実施形態によるバルブタイミング調整装置のアクチュエータの要部を示し且つその特徴について説明するための拡大断面図である。

【図 9】図 8 の変形例を示す拡大断面図である。 20

【図 10】第三実施形態によるバルブタイミング調整装置のアクチュエータの要部を示し且つその特徴について説明するための拡大断面図である。

【図 11】第四実施形態によるバルブタイミング調整装置のアクチュエータの要部を示し且つその特徴について説明するための拡大断面図である。

【図 12】第五実施形態によるバルブタイミング調整装置のアクチュエータの要部を示し且つその特徴について説明するための拡大断面図である。

【図 13】図 7 の変形例を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。 30

【0024】

以下、本発明の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、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分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。

【0025】

(第一実施形態)

図 1 は、本発明の第一実施形態によるバルブタイミング調整装置 1 を示している。バルブタイミング調整装置 1 は車両に搭載され、内燃機関のクランク軸 (図示しない) からカム軸 2 へ機関トルクを伝達する伝達系に設けられている。ここでカム軸 2 は、内燃機関の「動弁」のうち吸気弁 (図示しない) を機関トルクの伝達によって開閉するものであり、バルブタイミング調整装置 1 は、当該吸気弁のバルブタイミングを調整する。 40

【0026】

図 1 ~ 3 に示すようにバルブタイミング調整装置 1 は、アクチュエータ 100、通電制御回路 200 及び位相調整機構 300 等を組み合わせてなり、クランク軸に対するカム軸 2 の相対位相として機関位相を調整することにより、所望のバルブタイミングを実現する。 50

【 0 0 2 7 】

(アクチュエータ)

図 1 に示すように、アクチュエータ 1 0 0 は電動式の流体ブレーキであり、筐体 1 1 0、ブレーキ回転体 1 3 0、磁気粘性流体 1 4 0、シール構造 1 6 0 及びソレノイドコイル 1 5 0 を備えている。

【 0 0 2 8 】

全体として中空形状の筐体 1 1 0 は、固定部材 1 1 1 及びカバー部材 1 1 2 を有している。円筒状の固定部材 1 1 1 は磁性材により形成され、内燃機関の固定節であるチェーンケース (図示しない) に固定される。円形カップ状のカバー部材 1 1 2 は、固定部材 1 1 1 と同質又は異質の磁性材により形成され、軸方向に固定部材 1 1 1 を挟んで位相調整機構 3 0 0 とは反対側に配置されている。固定部材 1 1 1 に同軸上に且つ液密に固定されるカバー部材 1 1 2 は、筐体 1 1 0 の内部となる固定部材 1 1 1 との間の空間部により、流体室 1 1 4 を形成している。

10

【 0 0 2 9 】

ブレーキ回転体 1 3 0 は磁性材により形成され、軸部 1 3 1 及びロータ部 1 3 2 を有している。シャフト状の軸部 1 3 1 は、筐体 1 1 0 のうち位相調整機構 3 0 0 側の固定部材 1 1 1 を内外に貫通し、当該筐体 1 1 0 の外部側の軸方向端部にて位相調整機構 3 0 0 と連繋している。軸部 1 3 1 の軸方向中間部は、筐体 1 1 0 のうち固定部材 1 1 1 に設けられた軸受部 1 1 6 により、回転可能に支持されている。これらの構成によりブレーキ回転体 1 3 0 は、内燃機関の運転中にクランク軸から出力される機関トルクが位相調整機構 3 0 0 から伝達されることで、図 2, 3 の反時計方向となる一定方向 (図 5 ~ 7 の符号 R も参照) へ回転する。

20

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように円環板状のロータ部 1 3 2 は、軸部 1 3 1 において位相調整機構 3 0 0 とは反対側の軸方向端部から外周側へ同軸上に突出し、筐体 1 1 0 内部の流体室 1 1 4 に収容されている。かかる収容により流体室 1 1 4 は、ロータ部 1 3 2 と固定部材 1 1 1 とにより軸方向に挟まれる部分を磁気ギャップ 1 1 4 a として有し、またロータ部 1 3 2 とカバー部材 1 1 2 とにより軸方向に挟まれる部分を磁気ギャップ 1 1 4 b として有している。

30

【 0 0 3 1 】

このような磁気ギャップ 1 1 4 a, 1 1 4 b を有してなる流体室 1 1 4 には、磁気粘性流体 1 4 0 が封入されている。ここで、機能性流体の一種である磁気粘性流体 1 4 0 は、非磁性のベース液に磁性粒子を懸濁状に分散させてなる流体である。磁気粘性流体 1 4 0 のベース液としては、例えばオイル等といった液状の非磁性材が用いられ、より好ましくは内燃機関の潤滑オイルと同種のオイルが用いられる。磁気粘性流体 1 4 0 の磁性粒子としては、例えばカルボニル鉄等といった粉状の磁性材が用いられる。こうした成分構成の磁気粘性流体 1 4 0 は、磁束の通過により当該通過磁束の密度に追従して見かけ上の粘度が図 4 の如く上昇変化し、当該粘度に比例して降伏応力が增大する特性を、有している。

【 0 0 3 2 】

図 1 に示すシール構造 1 6 0 は、筐体 1 1 0 及びブレーキ回転体 1 3 0 の共通の軸方向において流体室 1 1 4 と軸受部 1 1 6 との間となる箇所、設けられている。シール構造 1 6 0 は、筐体 1 1 0 のうち固定部材 1 1 1 と、ブレーキ回転体 1 3 0 のうち軸部 1 3 1 との間をシールすることにより、磁気粘性流体 1 4 0 が筐体 1 1 0 の外部へ漏出することを抑制する。

40

【 0 0 3 3 】

ソレノイドコイル 1 5 0 は、樹脂ボビン 1 5 1 に金属線材を巻回してなり、ロータ部 1 3 2 の外周側に同心上に配置されている。ソレノイドコイル 1 5 0 は、固定部材 1 1 1 及びカバー部材 1 1 2 の間に軸方向に挟まれた状態で、筐体 1 1 0 に保持されている。かかる保持形態のソレノイドコイル 1 5 0 は通電されると、固定部材 1 1 1、磁気ギャップ 1 1 4 a、ロータ部 1 3 2、磁気ギャップ 1 1 4 b 及びカバー部材 1 1 2 を順次通過するよ

50

うに、磁束を発生する。

【0034】

したがって、図2, 3の反時計方向へブレーキ回転体130が回転する内燃機関の運転中に、通電によってソレノイドコイル150が磁束を発生するときには、流体室114のうち磁気ギャップ114a, 114b内の磁気粘性流体140に対して当該発生磁束が通過する。その結果、粘度変化した磁気粘性流体140に接触する要素110, 130間では、粘性抵抗の作用によってブレーキ回転体130(ロータ部132)を制動するブレーキトルクが、図2, 3の時計方向に発生する。このように本実施形態では、通電を受けるソレノイドコイル150が流体室114の磁気粘性流体140に磁束を通過させることにより、当該流体140の粘度に応じたブレーキトルクをブレーキ回転体130へ入力する

10

【0035】

(通電制御回路)

マイクロコンピュータを主体に構成される通電制御回路200は、アクチュエータ100の外部に配置されてソレノイドコイル150及び車両のバッテリー4と電気接続されている。内燃機関の停止中において通電制御回路200は、バッテリー4からの電力供給の遮断により、ソレノイドコイル150への通電をカットした状態とする。したがって、このときには、ソレノイドコイル150により磁束が発生せず、ブレーキ回転体130へ入力されるブレーキトルクが消失した状態となる。

20

【0036】

一方、内燃機関の運転中において通電制御回路200は、バッテリー4からの電力供給の下、ソレノイドコイル150への通電電流を制御することにより、磁気粘性流体140に通過させる磁束を発生する。したがって、このときには、磁気粘性流体140の粘度が可変制御され、ブレーキ回転体130へ入力されるブレーキトルクがソレノイドコイル150への通電電流に追従して増減されることとなる。

【0037】

(位相調整機構)

図1~3に示すように位相調整機構300は、駆動回転体10、従動回転体20、アシスト部材30、遊星キャリア40及び遊星歯車50を備えている。

【0038】

全体として円筒状を呈する駆動回転体10は、歯車部材12及びスプロケット部材13を同軸上に螺子留めしてなる。図1, 2に示すように円環板状の歯車部材12は、歯底円よりも小径の歯先円を有する駆動側内歯車部14を、周壁部に形成している。図1に示すように円筒状のスプロケット部材13は、周壁部から外周側へ突出する歯16を、回転方向に複数有している。スプロケット部材13は、それらの歯16とクランク軸の複数の歯との間でタイミングチェーン(図示しない)を掛け渡されることにより、クランク軸と連繋する。かかる連繋により、クランク軸から出力される機関トルクがタイミングチェーンを通じてスプロケット部材13へと伝達されるときには、駆動回転体10がクランク軸と連動して回転する。このとき駆動回転体10の回転方向は、図2, 3の反時計方向となる。

40

【0039】

図1, 3に示すように有底円筒状の従動回転体20は、駆動回転体10のうちスプロケット部材13の内周側に同軸上に配置されている。従動回転体20は、カム軸2に同軸上に外嵌されて螺子留めにより固定される固定部21を、底壁部に形成している。かかる固定により従動回転体20は、カム軸2と連動して回転可能且つ駆動回転体10に対して相対回転可能となっている。ここで従動回転体20の回転方向は、駆動回転体10と同様、図2, 3の反時計方向に設定されている。

【0040】

図1に示すように従動回転体20は、歯底円よりも小径の歯先円を有する従動側内歯車部22を、周壁部に形成している。従動側内歯車部22の内径は駆動側内歯車部14の内

50

径よりも大きく設定され、また従動側内歯車部 2 2 の歯数は駆動側内歯車部 1 4 の歯数よりも多く設定されている。従動側内歯車部 2 2 は、駆動側内歯車部 1 4 に対してアクチュエータ 1 0 0 とは反対側へ同軸上にずれて、配置されている。

【 0 0 4 1 】

アシスト部材 3 0 はねじりコイルばねからなり、スプロケット部材 1 3 の内周側に同軸上に配置されている。アシスト部材 3 0 の一端部 3 1 はスプロケット部材 1 3 に係止され、アシスト部材 3 0 の他端部 3 2 は固定部 2 1 に係止されている。アシスト部材 3 0 は回転体 1 0 , 2 0 間にてねじり変形することによりアシストトルクを発生して、駆動回転体 1 0 に対する遅角側へ従動回転体 2 0 を付勢する。

【 0 0 4 2 】

図 1 ~ 3 に示すように、全体として円筒状を呈する遊星キャリア 4 0 は、アクチュエータ 1 0 0 のブレーキ回転体 1 3 0 からブレーキトルクが伝達される伝達部 4 1 を、周壁部に形成している。回転体 1 0 , 2 0 及びブレーキ回転体 1 3 0 の軸部 1 3 1 に対して同軸上に配置される円筒孔状の伝達部 4 1 には、一对の溝部 4 2 が開口しており、それら溝部 4 2 に嵌合する継手 4 3 を介して伝達部 4 1 と軸部 1 3 1 とが連繋している。かかる連繋により遊星キャリア 4 0 は、ブレーキ回転体 1 3 0 と一体に回転可能且つ駆動回転体 1 0 に対して相対回転可能となっている。ここで、内燃機関の運転中における遊星キャリア 4 0 の回転方向は、ブレーキ回転体 1 3 0 と同様、図 2 , 3 の反時計方向となる。

【 0 0 4 3 】

図 1 ~ 3 に示すように遊星キャリア 4 0 は、遊星歯車 5 0 を軸受する軸受部 4 6 を、周壁部に形成している。回転体 1 0 , 2 0 及びブレーキ回転体 1 3 0 の軸部 1 3 1 に対して偏心配置される円筒面状の軸受部 4 6 は、遊星歯車 5 0 の中心孔 5 1 に対して遊星ベアリング 4 8 を介して同軸上に嵌入されている。かかる嵌入により遊星歯車 5 0 は、遊星運動可能に軸受部 4 6 に支持されている。ここで遊星運動とは、遊星歯車 5 0 が軸部 1 3 1 に対する軸受部 4 6 の偏心中心線周りに自転しつつ、遊星キャリア 4 0 の回転方向へと公転する運動をいう。したがって、遊星キャリア 4 0 が駆動回転体 1 0 に対して遊星歯車 5 0 の公転方向に相対回転するときには、当該遊星歯車 5 0 が遊星運動することになる。

【 0 0 4 4 】

全体として段付円筒状を呈する遊星歯車 5 0 は、歯底円よりも大径の歯先円を有する外歯車部 5 2 , 5 4 を、周壁部に形成している。駆動側内歯車部 1 4 の内周側に配置されている駆動側外歯車部 5 2 は、軸部 1 3 1 に対する軸受部 4 6 の偏心側において当該内歯車部 1 4 と噛合している。駆動側外歯車部 5 2 からアクチュエータ 1 0 0 とは反対側へ同軸上にずれて従動側内歯車部 2 2 の内周側に配置されている従動側外歯車部 5 4 は、軸部 1 3 1 に対する軸受部 4 6 の偏心側において当該内歯車部 2 2 と噛合している。従動側外歯車部 5 4 の外径は駆動側外歯車部 5 2 の外径よりも大きく設定され、またそれら従動側外歯車部 5 4 及び駆動側外歯車部 5 2 の歯数は、それぞれ従動側内歯車部 2 2 及び駆動側内歯車部 1 4 の歯数よりも同数ずつ少なく設定されている。

【 0 0 4 5 】

以上の構成の位相調整機構 3 0 0 は、ブレーキ回転体 1 3 0 へ入力されるブレーキトルクと、当該ブレーキトルクとは反対向きにブレーキ回転体 1 3 0 へ作用することになるアシスト部材 3 0 のアシストトルクと、カム軸 2 からブレーキ回転体 1 3 0 へ伝達される変動トルクとの釣り合いに応じて、機関位相を調整する。

【 0 0 4 6 】

具体的には、ブレーキトルクの保持等によりブレーキ回転体 1 3 0 が駆動回転体 1 0 との同速回転を実現するときには、遊星キャリア 4 0 が当該回転体 1 0 に対して相対回転しない。その結果、遊星歯車 5 0 が遊星運動することなく回転体 1 0 , 2 0 と連れ回りするので、機関位相が保持されることになる。

【 0 0 4 7 】

一方、ブレーキトルクの増大等により、ブレーキ回転体 1 3 0 がアシストトルクに抗して駆動回転体 1 0 よりも低速の回転を実現するときには、遊星キャリア 4 0 が当該回転体

10

20

30

40

50

10に対する遅角側へと相対回転する。その結果、遊星歯車50が遊星運動して従動回転体20が駆動回転体10に対する進角側へと相対回転するので、機関位相が進角することになる。

【0048】

また一方、ブレーキトルクの減少等により、ブレーキ回転体130がアシストトルクを受けて駆動回転体10よりも高速の回転を実現するときには、遊星キャリア40が当該回転体10に対する進角側へと相対回転する。その結果、遊星歯車50が遊星運動して従動回転体20が駆動回転体10に対する遅角側へと相対回転するので、機関位相が遅角することになる。

【0049】

(シールド構造)

図5に示すように、筐体110の内部において磁気粘性流体140の封入された流体室114を筐体110の外部に対して隔絶するためのシールド構造160は、シールド部162、磁気スリーブ部170及び磁性螺子部180を有している。

【0050】

有底円筒状のシールド部162は、例えばオーステナイト系ステンレス鋼等の非磁性材により形成され、ブレーキ回転体130の軸部131の外周側に配置されている。シールド部162は、開口部162a及び底部162bをそれぞれ位相調整機構300側(軸受部116側)及び流体室114側に向けた状態で、筐体110をなす固定部材111の内周部に軸部131と同軸上に嵌合固定されている。

【0051】

図5, 6に示すように、ブレーキ回転体130の回転方向Rに連続する形状を全体として呈する磁気スリーブ部170は、永久磁石172及び一对の磁性ヨーク174, 175を含んでなる。円筒状の永久磁石172は、例えばフェライト磁石等により形成され、ブレーキ回転体130の軸部131の外周側に配置されている。永久磁石172は、図5に示す軸方向の両端部にそれぞれ相反極性の磁極N, Sを形成して、それら磁極N, S間に磁束F(図7参照)を常時発生させる。ここで永久磁石172は、シールド部162の周壁部162cの内周部に軸部131と同軸上に嵌合固定されることで、当該シールド部162を介して筐体110に設けられた形となっている。かかる構成より非磁性のシールド部162は、永久磁石172の発生磁束Fについて、図7の如く流体室114側には漏出させずに内周側へ向かって集中させる機能を、発揮可能となっている。

【0052】

図5, 6に示すように円環板状の各磁性ヨーク174, 175は、例えば炭素鋼等の磁性材により形成され、ブレーキ回転体130の軸部131の外周側に配置されている。各磁性ヨーク174, 175は、永久磁石172の軸方向両端部にそれぞれ同軸上に隣接する状態で、シールド部162の周壁部162cの内周部に嵌合固定されることで、当該シールド部162を介して筐体110に設けられた形となっている。以上の構成により各磁性ヨーク174, 175は、図7に示すように、永久磁石172の発生磁束Fを集中して内周側へと案内する機能を、発揮可能となっている。

【0053】

ここで、各磁性ヨーク174, 175の内径 y_i , y_o は、互いに実質同径に且つ永久磁石172の内径 m よりも小さく設定されている。それと共に、各磁性ヨーク174, 175の軸方向厚さ T_{y_i} , T_{y_o} は、永久磁石172の軸方向厚さ T_m よりも小さく設定されている。これらの寸法設定により磁気スリーブ部170の内周部170aにおいては、永久磁石172により形成される軸方向中間部が、各磁性ヨーク174, 175により形成される軸方向両端部よりも円環溝状に凹んだ状態で、軸方向にストレートに延伸する形となっている。尚、磁性ヨーク174に隣接するシールド部162の底部162bの最小内径 b は、本実施形態では、当該ヨーク174の内径 y_i よりも大きくなるように、例えば永久磁石172の内径 m と実質同径に設定される。

【0054】

10

20

30

40

50

図5に示すように磁性螺子部180は、ブレーキ回転体130において例えばクロムモリブデン鋼等の磁性を示す金属により形成された軸部131の外周部のうち、磁気スリーブ部170の内周側となる箇所に各要素172, 174, 175と同軸上に設けられている。磁性螺子部180は、ブレーキ回転体130の回転方向R(図5の紙面左側から見て時計方向)に辿った場合に、筐体110内部の流体室114側から筐体110外部の位相調整機構300側へ向かって遠ざかる雄螺子状(図5では、右螺子となる雄螺子状)を呈している。そして、特に本実施形態の磁性螺子部180は、軸方向のうち流体室114側から位相調整機構300側に向かう軸方向全域にて螺子山180aの外径sが図7の如く実質一定となる平行螺子型の雄螺子状に、例えば軸部131に対する切削加工によって形成されている。尚、磁性螺子部180において螺子山180aの軸方向に沿った断面形状は、本実施形態では略台形状であるが、それ以外にも、例えば三角形形状であってもよい。

10

【0055】

ここで、雄螺子状の磁性螺子部180において螺子山180aの外径sは、磁気スリーブ部170の内周部170aにおいて最小内径となる各磁性ヨーク174, 175の内径 y_i , y_o よりも、小さく設定されている。かかる寸法設定により磁性螺子部180は、磁気スリーブ部170の内周部170aとの間に径方向のシールギャップ182をあけており、永久磁石172の発生磁束Fは、各磁性ヨーク174, 175との間の当該ギャップ182を通じて案内されるようになってきている。したがって、シール構造160において磁束Fは、流体室114側の磁性ヨーク174、磁性螺子部180及び位相調整機構300側の磁性ヨーク175を、常にループすることとなるのである。

20

【0056】

さらに、本実施形態において磁性螺子部180の軸方向長さ L_s は、磁気スリーブ部170の全体の軸方向厚さ $T_t (= T_{y_i} + T_m + T_{y_o})$ よりも大きく設定されている。かかる寸法設定により各磁性ヨーク174, 175の内周側では、磁性螺子部180がいずれの磁性ヨーク174, 175も軸方向に跨ぐ範囲に、配置されている。また、本実施形態において磁性螺子部180の螺子山180aのピッチ P_s は、磁性ヨーク174, 175の軸方向厚さ T_{y_i} , T_{y_o} が共に当該ピッチ P_s 未満となるように、設定されている。

【0057】

このような構成のシール構造160によると、磁気スリーブ部170において永久磁石172の発生した磁束Fは、各磁性ヨーク174, 175及び磁性螺子部180間のシールギャップ182へ案内されることになる。その結果、磁束Fが通過するシールギャップ182には、当該ギャップ182に連通する筐体11内部の流体室114から、磁気粘性流体140が磁性粒子に対する磁気吸引によって流入し易い。しかも、シールギャップ182の通過磁束Fは、磁性螺子部180のピッチ P_s 未満の軸方向厚さ T_{y_i} , T_{y_o} の各磁性ヨーク174, 175から集中的に案内されて、その通過密度が増大することになるので、当該ギャップ182への流入流体140は粘度上昇し易い。

30

【0058】

故に、シールギャップ182への流入により粘度上昇した磁気粘性流体140は、磁気スリーブ部170のうち各磁性ヨーク174, 175における内周部170aと、磁性螺子部180の螺子山180aとの間にて膜状に捕捉され、シール膜を形成することになる。こうした磁気粘性流体140からなるシール膜は、それ自体に摩擦抵抗起因の磨耗は存在せず、また筐体110外部の位相調整機構300側へと向かう磁気粘性流体140の漏出を当該流体140自身により抑制する自己シール機能を、発揮し得る。ここで、各磁性ヨーク174, 175をその内周側にて軸方向に跨いでいる磁性螺子部180は、正規の位置から軸方向にずれたとしても、それら各磁性ヨーク174, 175と対向し得る。これによれば、各磁性ヨーク174, 175と磁性螺子部180との間のシールギャップ182において、自己シール機能の発揮が常に可能となるのである。

40

【0059】

50

加えて、ブレーキ回転体 130 の回転方向 R に辿った場合に流体室 114 側から位相調整機構 300 側へ向かって遠ざかる雄螺子状の磁性螺子部 180 は、シールギャップ 182 の全域（即ち、各磁性ヨーク 174, 175 を含む磁気スリーブ部 170 の軸方向全域の内周側）にて、当該流体室 114 側へ向かうモーメントを磁気粘性流体 140 に与え得る。これは、低圧側となる筐体 110 外部の位相調整機構 300 側から、高圧側となる筐体 110 内部の流体室 114 側へと向かって磁気粘性流体 140 を、ブレーキ回転体 130 の回転速度（磁性螺子部 180 の周速度）に応じて汲み上げるハイドロダイナミック効果に、上記粘度上昇に応じた粘性効果が相俟った、螺子型回転ラビリンスシール機能の発揮による。したがって、かかるラビリンスシール機能によれば、ブレーキ回転体 130 が一定方向 R に回転する内燃機関の運転中には、磁気粘性流体 140 を位相調整機構 300 側への漏出流れに逆らって、流体室 114 側へと押し戻すことができる。また、ラビリンス機能は、磁気粘性流体 140 中の磁性粒子に対してだけでなく、同流体 140 中の非磁性ベース液に対しても発揮され得るので、シール膜を形成する磁性粒子から分離した非磁性ベース液であっても、流体室 114 側へと押し戻すことができる。さらに、ラビリンス機能による副次的効果として、磁気粘性流体 140 がシールギャップ 182 において攪拌されることで、当該流体 140 の局所劣化も回避され得るのである。

10

【0060】

以上、自己シール機能及びラビリンスシール機能の発揮の結果、磨耗や劣化を回避して耐久性を確保することと、磁気粘性流体 140 の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を回避して高い信頼性を確保することにつき、両立して達成可能となるのである。尚、ここまでの第一実施形態では、ソレノイドコイル 150 及び通電制御回路 200 が共同して「粘度制御手段」を構成している。

20

【0061】

（第二実施形態）

図 8 に示すように、本発明の第二実施形態は第一実施形態の変形例である。第二実施形態のシール構造 2160 では、平行螺子型の磁性螺子部 180 との間にシールギャップ 2182 をあける磁気スリーブ部 2170 の内周部 2170a は、その軸方向において位相調整機構 300 側の端部から流体室 114 側の端部に至るまでストレートに延伸している。

【0062】

具体的には、磁気スリーブ部 2170 において軸方向両端部を形成する各磁性ヨーク 174, 175 の内径 y_i , y_o は、互いに実質同径に且つ永久磁石 172 の内径 m と実質同径に、設定されている。かかる寸法設定により、各磁性ヨーク 174, 175 の内径 y_i , y_o よりも外径 s が小さい磁性螺子部 180 の螺子山 180a に対しては、磁気スリーブ部 2170 のうち内径 m の永久磁石 172 における内周部 2170a が、可及的に近接させられている。その結果、軸方向全域にてストレートに延伸する磁気スリーブ部 2170 の内周部 2170a と、磁性螺子部 180 の螺子山 180a との間では、当該軸方向全域に対応する範囲にて狭いシールギャップ 2182（例えば 0.05 ~ 0.2 mm 程度）の形成が、可能となっている。尚、こうした第二実施形態において、磁性ヨーク 174 に隣接するシールド部 162 の底部 162b の最小内径 b は、当該ヨーク 174 の内径 y_i 以上（図 8 の例では、内径 y_i と実質同径）に設定される。

30

40

【0063】

以上説明したように、磁性螺子部 180 及び磁気スリーブ部 2170 間の最長範囲にて狭い箇所を確保されるシールギャップ 2182 では、ラビリンスシール機能（特に、高い粘性効果）が高くなることで、内燃機関の運転中に磁気粘性流体 140 が流体室 114 側へ押し戻され易くなる。しかも、磁気粘性流体 140 の押し戻し側となる流体室 114 側にて磁気スリーブ部 2170 の端部を形成する磁性ヨーク 174 は、同スリーブ部 2170 の他の部分（即ち、永久磁石 172 及び磁性ヨーク 175）と実質同径の内周部 2170a を有しているため、当該押し戻しを遮ることがない。故に、シールギャップ 2182 においてラビリンスシール機能の作用を受ける磁気粘性流体 140 は、流体室 114 へス

50

ムーズに押し戻され得る。これらによれば、磁気粘性流体 140 の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することができるのである。

【0064】

尚、図 9 に変形例を示すように、磁気スリーブ部 2170 において流体室 114 側の端部を形成する磁性ヨーク 174 の内径 y_i については、シールド部 162 の底部 162b の最小内径 b と共に、永久磁石 172 及び磁性ヨーク 175 の各内径 m , y_o よりも大きく設定してもよい。かかる寸法設定により磁気スリーブ部 2170 の内周部 2170a は、位相調整機構 300 側の端部から流体室 114 側へ向かって軸方向にストレートに延伸するので、当該流体室 114 側の端部を除く比較的長い範囲にて狭いシールギャップ 2182 の確保が可能となる。

10

【0065】

(第三実施形態)

図 10 に示すように、本発明の第三実施形態は第二実施形態の変形例である。第三実施形態のシール構造 3160 は、磁気スリーブ部 2170 の位相調整機構 300 側に配置されて磁性螺子部 180 の外周側を囲む非磁性環部 3190 を、さらに有している。

【0066】

具体的には、円環板状の非磁性環部 3190 は、例えばステンレス鋼等の非磁性材により形成され、ブレーキ回転体 130 の軸部 131 に設けられた磁性螺子部 180 の外周側に配置されている。非磁性環部 3190 は、磁気スリーブ部 2170 において位相調整機構 300 側の端部を形成する磁性ヨーク 175 に同軸上に隣接する状態で、シールド部 162 の周壁部 162c の内周部に嵌合固定されることで、当該シールド部 162 を介して筐体 110 に設けられた形となっている。かかる構成より非磁性環部 3190 は、磁性ヨーク 175 及び磁性螺子部 180 の間に案内される磁束 F に関して、当該ヨーク 175 のうち永久磁石 172 とは反対の軸方向端面 3175a から位相調整機構 300 側への漏出を、抑制可能となっている。

20

【0067】

ここで非磁性環部 3190 の内径 r は、磁気スリーブ部 2170 の各要素 172, 174, 175 の内径 m , y_i , y_o と実質同径に、設定されている。かかる寸法設定により、各磁性ヨーク 174, 175 の内径 y_i , y_o よりも外径 s が小さい磁性螺子部 180 の螺子山 180a に対しては、磁気スリーブ部 2170 の内周部 2170a と共に非磁性環部 3190 の内周部 3190a が可及的に近接させられている。その結果、非磁性環部 3190 及び磁性螺子部 180 の間では、シールギャップ 2182 に軸方向に連通するギャップ 3182 の形成が可能となっている。

30

【0068】

このように、磁気スリーブ部 2170 よりも位相調整機構 300 側の非磁性環部 3190 と、磁性螺子部 180 との間に確保されるギャップ 3182 においては、シールギャップ 2182 における場合と同様なラビリンスシール機能が内燃機関の運転中に発揮され得る。故に、磁気粘性流体 140 がシールギャップ 2182 から位相調整機構 300 側へ万が一、漏出したとしても、当該機構 200 側のギャップ 3182 におけるラビリンス機能により、漏出した磁気粘性流体 140 をシールギャップ 2182 にまで押し戻し得る。しかも、非磁性環部 3190 の存在により永久磁石 172 の発生磁束 F は、磁気スリーブ部 2170 の端面 3175a から位相調整機構 300 側には、漏出し難い。故に、永久磁石 172 の発生磁束 F はシールギャップ 2182 に確実に案内され得るだけでなく、磁気粘性流体 140 中の磁性粒子が磁気スリーブ部 2170 の端面 3175a に貼りつくこともないので、自己シール機能が向上する。これらによれば、磁気粘性流体 140 の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することができるのである。

40

【0069】

尚、非磁性環部 3190 については、軸方向に隣接する磁性ヨーク 175 の内径 y_o

50

よりも内径 r を小さく設定して、当該環部 3190 を磁性ヨーク 175 よりも内周側へ突出させることにより、ギャップ 3182 でのラビリンスシール機能を高めてもよい。あるいは、非磁性環部 3190 の内径 r について、磁性ヨーク 175 の内径 y_o よりも大きく設定してもよい。

【0070】

(第四実施形態)

図11に示すように、本発明の第四実施形態は第一実施形態の変形例である。第四実施形態のシール構造 4160 では、磁性螺子部 180 の螺子山 180a のピッチ P_s 以上となるように、磁気スリーブ部 4170 の各磁性ヨーク 174, 175 の軸方向厚さ T_{yi} , T_{yo} が設定されている。かかる寸法設定により磁性螺子部 180 の螺子山 180a は、磁気スリーブ部 4170 のうち各磁性ヨーク 174, 175 における内周部 4170a に対して、ブレーキ回転体 130 の回転方向 R に辿った1周以上の範囲で径方向に重なっている。

10

【0071】

このような重なりの結果、ブレーキ回転体 130 について軸方向に沿った所定の縦断面上(図11に示す断面上)では、各磁性ヨーク 174, 175 が磁性螺子部 180 の螺子山 180a と複数箇所ずつ(図11では2箇所ずつ)において対向することで、複数段のシール膜がシールギャップ 4182 に形成され得る。こうして複数段のシール膜が形成されることによれば、それらの膜トータルでの耐圧性、ひいては膜トータルでの自己シール機能が向上することになる。したがって、磁気粘性流体 140 の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を確実に回避して、高い信頼性を確保することができるのである。

20

【0072】

(第五実施形態)

図12に示すように、本発明の第五実施形態は第一実施形態の変形例である。第五実施形態のシール構造 5160 において磁気スリーブ部 5170 は、磁性ヨーク 174, 175 を有していない。それに伴い、磁気スリーブ部 5170 の全体を形成することになる永久磁石 5172 は、内周部 5170a 及び外周部 5170b の各々の軸方向全域にて、相反極性の磁極 N , S を形成する構成となっている。

【0073】

ここで永久磁石 5172 は、磁性螺子部 180 の外径 s よりも内径 m を大きく設定されることで、当該螺子部 180 との間にて発生磁束 F を案内するシールギャップ 5182 を、形成している。尚、こうした第五実施形態において、永久磁石 5172 に隣接するシールド部 162 の底部 162b の最小内径 b は、当該磁石 5172 の内径 m 以上(図12の例では、内径 m と実質同径)に設定される。また、以上説明した点以外について永久磁石 5172 は、第一実施形態で説明した永久磁石 172 と同様の構成を有している。

30

【0074】

このようなシール構造 5160 では、磁気スリーブ部 5170 のうち永久磁石 5172 における内周部 5170a の軸方向全域から、磁束 F がシールギャップ 5182 を通じて磁性螺子部 180 に案内されることとなる。かかる案内作用によれば、磁気スリーブ部 5170 の軸方向全域に対応する範囲のシールギャップ 5182 において、磁束 F の通過による磁気粘性流体 140 の粘度上昇が発生するので、粘性効果をハイドロダイナミック効果に相乗させたラビリンスシール機能につき、高められ得る。したがって、磁気粘性流体 140 の漏出に起因するブレーキトルクの入力特性変化を回避して、信頼性を確保することができるのである。

40

【0075】

(他の実施形態)

以上、本発明の複数の実施形態について説明したが、本発明は、それらの実施形態に限定して解釈されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

50

【 0 0 7 6 】

具体的に第一～第五実施形態では、ブレーキ回転体 1 3 0 の回転方向 R が図 5 等とは反対方向（図 5 等の紙面左側から見て反時計方向）である場合には、雄螺子状の磁性螺子部 1 8 0 の螺旋方向を図 5 等とは反対方向（左螺子状となる方向）に設定してもよい。また、第一～第五実施形態では、磁気スリーブ部 1 7 0 , 2 1 7 0 , 4 1 7 0 , 5 1 7 0 の永久磁石 1 7 2 , 5 1 7 2 の各磁極の極性を、それぞれ図 5 等とは反対極性に設定してもよい。さらに第一～第五実施形態では、軸方向のうち流体室 1 1 4 側及び位相調整機構 3 0 0 側の一方から他方に向かって螺子山 1 8 0 a の外径 s が縮小する円錐螺子型となるように、磁性螺子部をブレーキ回転体 1 3 0 に形成してもよい。またさらに第一～第四実施形態では、図 1 3 に変形例（同図は第一実施形態の変形例）を示すように、磁気スリーブ部 1 7 0 , 2 1 7 0 , 4 1 7 0 の磁性ヨーク 1 7 4 , 1 7 5 をそれぞれ軸方向に跨ぐ箇所

10

【 0 0 7 7 】

第一及び第三実施形態では、磁気スリーブ部 1 7 0 , 2 1 7 0 に磁性ヨーク 1 7 4 , 1 7 5 を設けない構成としてもよく、その場合に第三実施形態では、永久磁石 1 7 2 の位相調整機構 3 0 0 側の端面に非磁性環部 3 1 9 0 を同軸上に隣接させるとよい。また、第一及び第四実施形態では、磁気スリーブ部 1 7 0 , 4 1 7 0 において永久磁石 1 7 2 の内周側に例えば補強材等の別の部材を設けて、磁気スリーブ部 1 7 0 , 4 1 7 0 において流体室 1 1 4 側の端部の内径を、当該別の部材を含む他の部分と同径以上に設定するように、第二実施形態又はその変形例に準じた変形を加えてもよい。さらに第二実施形態又はその

20

【 0 0 7 8 】

第一～第五実施形態において位相調整機構 3 0 0 の構造については、ブレーキ回転体 1 3 0 と連繋して当該回転体 1 3 0 へ入力 of ブレーキトルクに応じて機関位相を調整可能な限りで、任意の構造を採用してもよい。また、「進角」と「遅角」との関係や、「時計方向」と「反時計方向」との関係については、第一～第五実施形態と反対に実施してもよい。そして、本発明は、「動弁」としての吸気弁のバルブタイミングを調整する装置以外にも、「動弁」としての排気弁のバルブタイミングを調整する装置や、それら吸気弁及び排気弁の双方のバルブタイミングを調整する装置に、適用することができる。

30

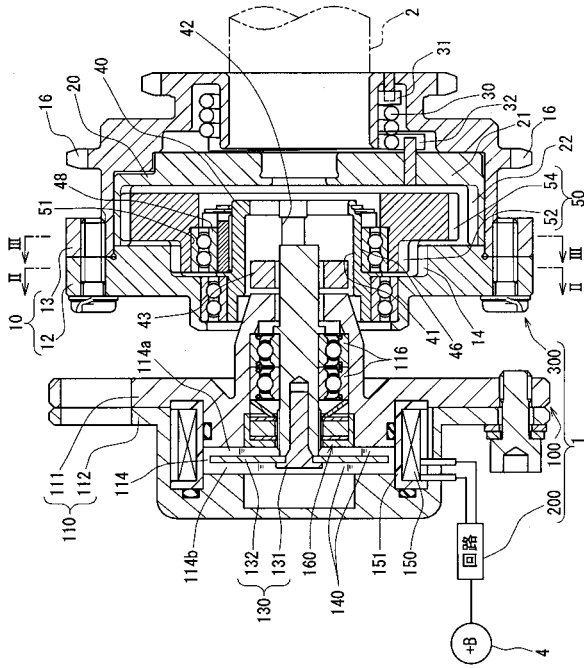
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

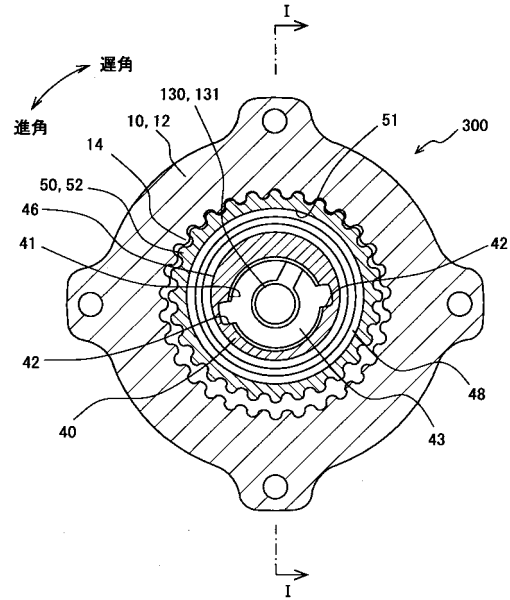
1 バルブタイミング調整装置、2 カム軸、1 0 0 アクチュエータ、1 1 0 筐体、1 1 1 固定部材、1 1 2 カバー部材、1 1 4 流体室、1 1 4 a , 1 1 4 b 磁気ギャップ、1 1 6 軸受部、1 3 0 ブレーキ回転体、1 3 1 軸部、1 3 2 ロータ部、1 4 0 磁気粘性流体、1 5 0 ソレノイドコイル（粘度制御手段）、1 6 0 , 2 1 6 0 , 3 1 6 0 , 4 1 6 0 , 5 1 6 0 シール構造、1 6 2 シールド部、1 7 0 , 2 1 7 0 , 4 1 7 0 , 5 1 7 0 磁気スリーブ部、1 7 0 a , 2 1 7 0 a , 4 1 7 0 a , 5 1 7 0 a 内周部、1 7 2 , 5 1 7 2 永久磁石、1 7 4 , 1 7 5 磁性ヨーク、1 8 0 磁性螺子部、1 8 0 a 螺子山、1 8 2 , 2 1 8 2 , 4 1 8 2 , 5 1 8 2 シールギャップ、2 0 0 通電制御回路（粘度制御手段）、3 0 0 位相調整機構、3 1 7 5 a 軸方向端面、3 1 8 2 ギャップ、3 1 9 0 非磁性環部、3 1 9 0 a 内周部、5 1 7 0 b 外周部、F 磁束、N , S 磁極、P s ピッチ、R 回転方向、 b , m , r , s , y_i , y_o 内径

40

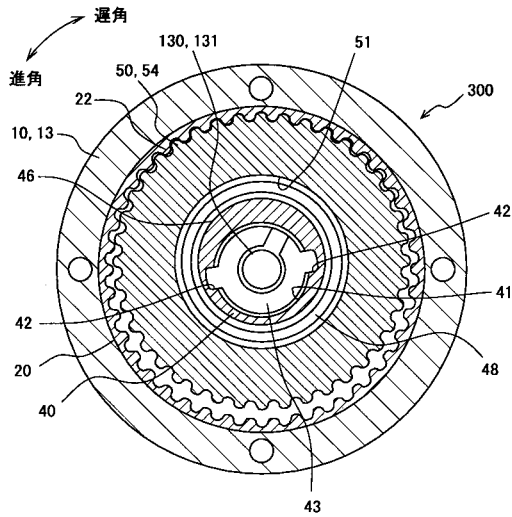
【 図 1 】



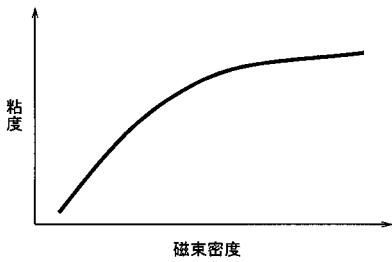
【 図 2 】



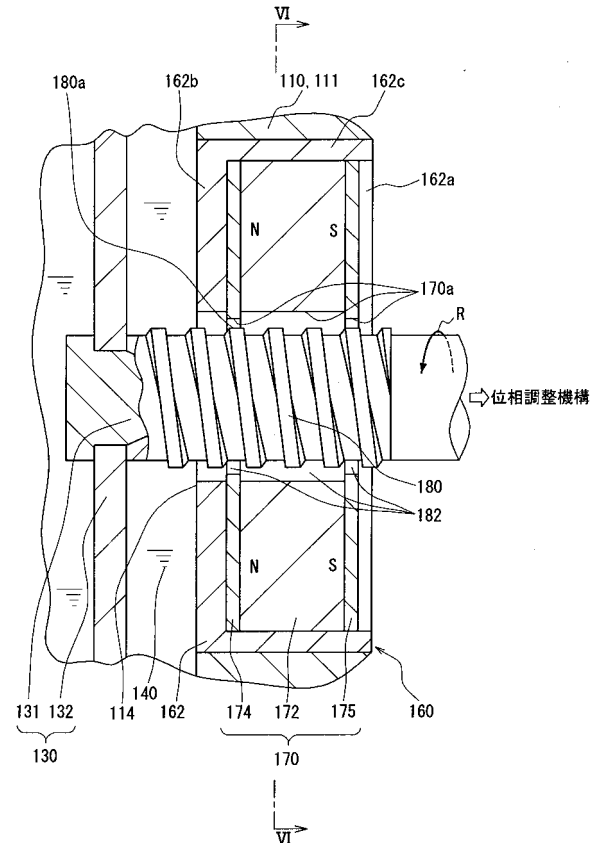
【 図 3 】



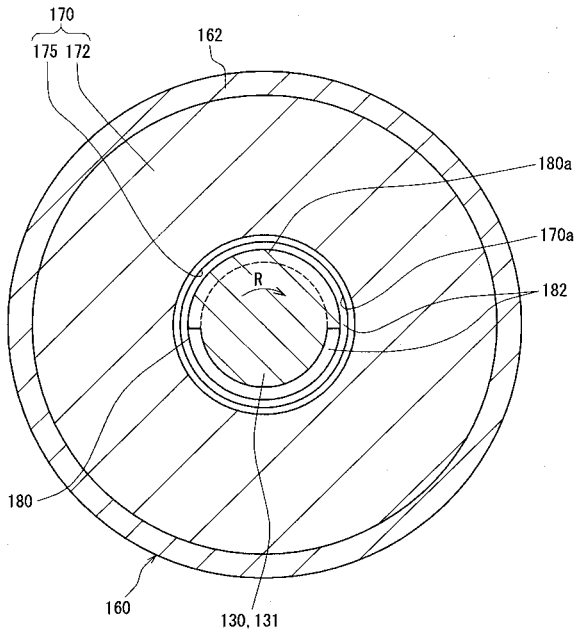
【 図 4 】



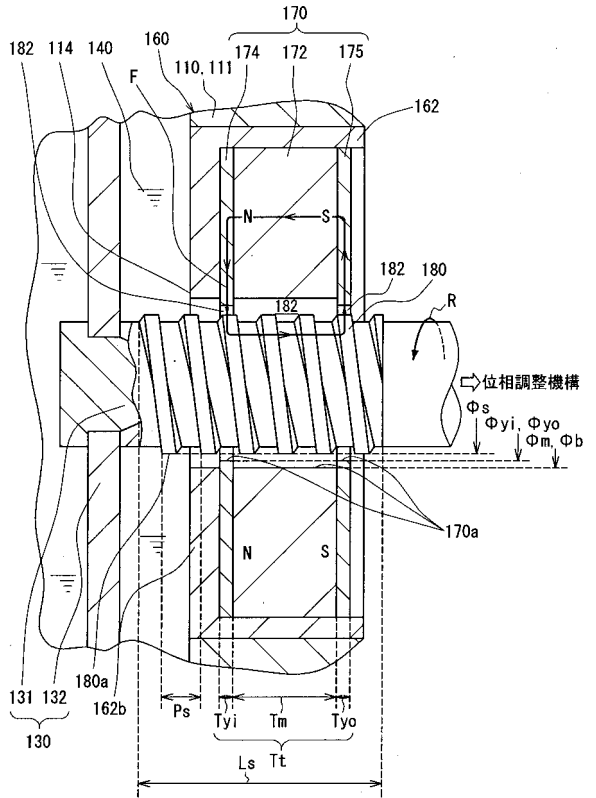
【 図 5 】



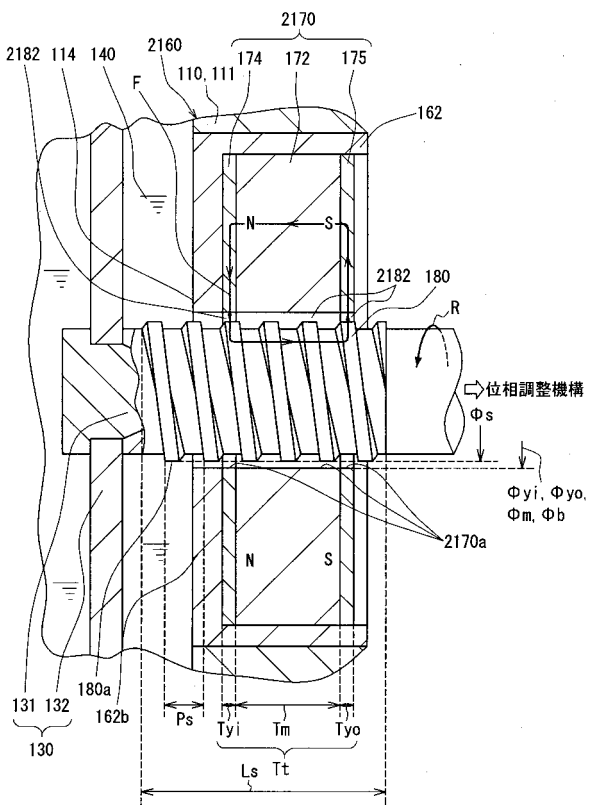
【図6】



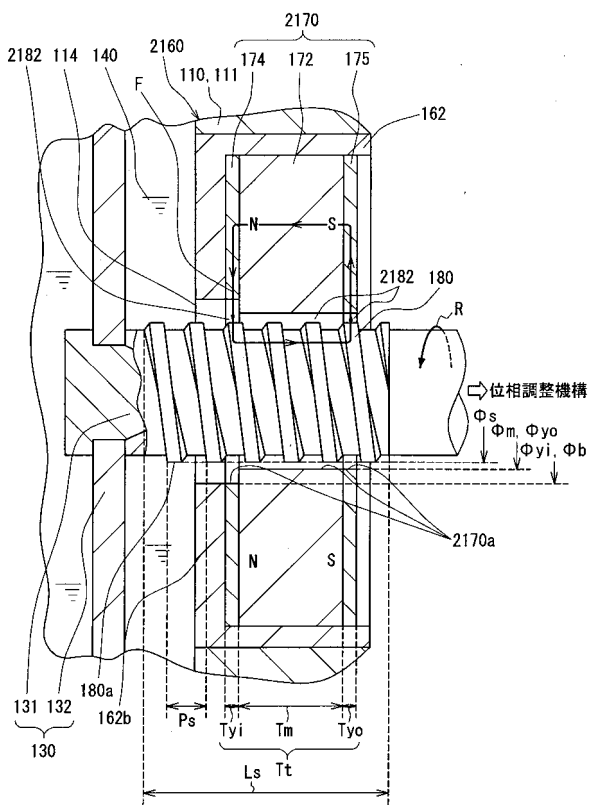
【図7】



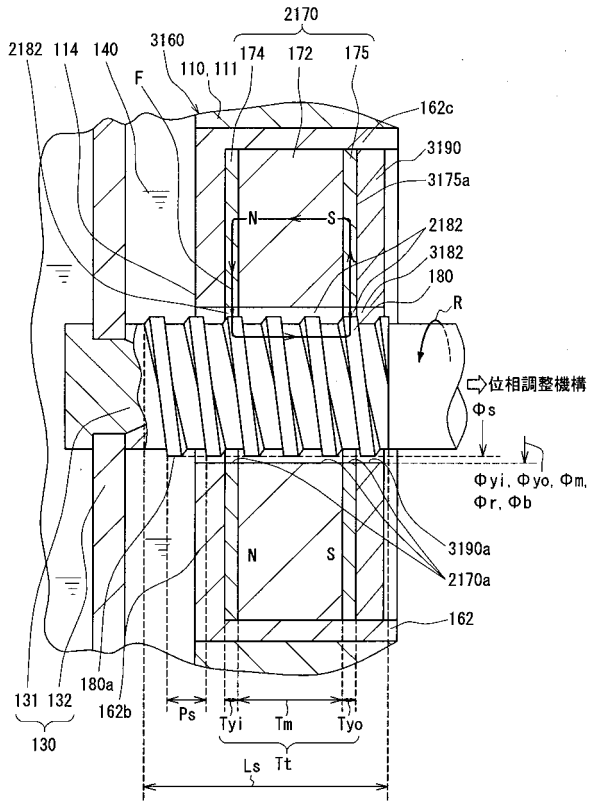
【図8】



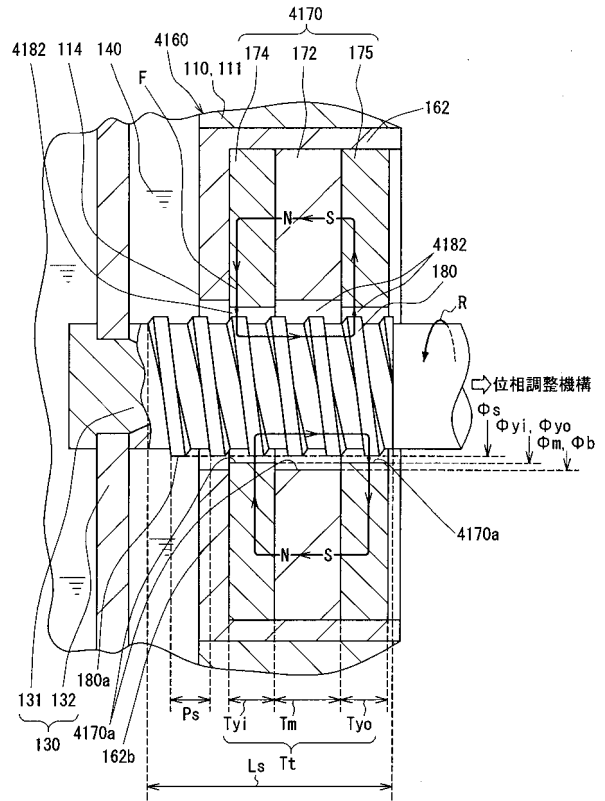
【図9】



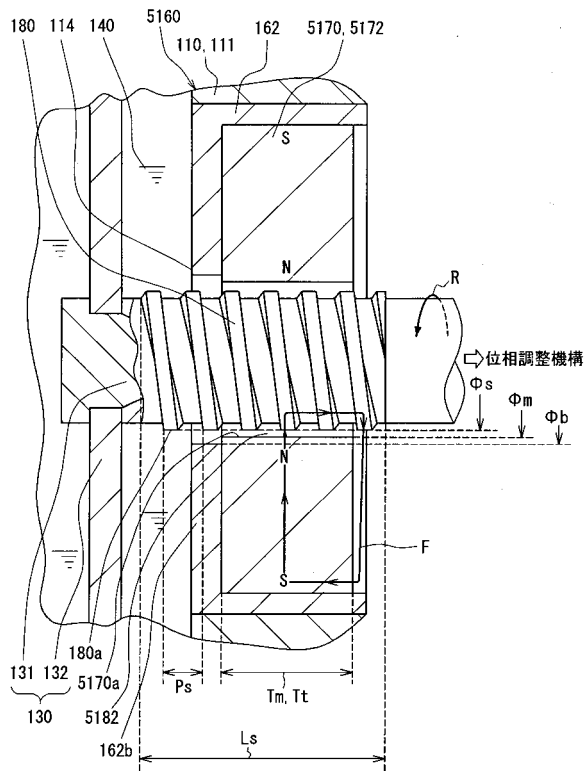
【図10】



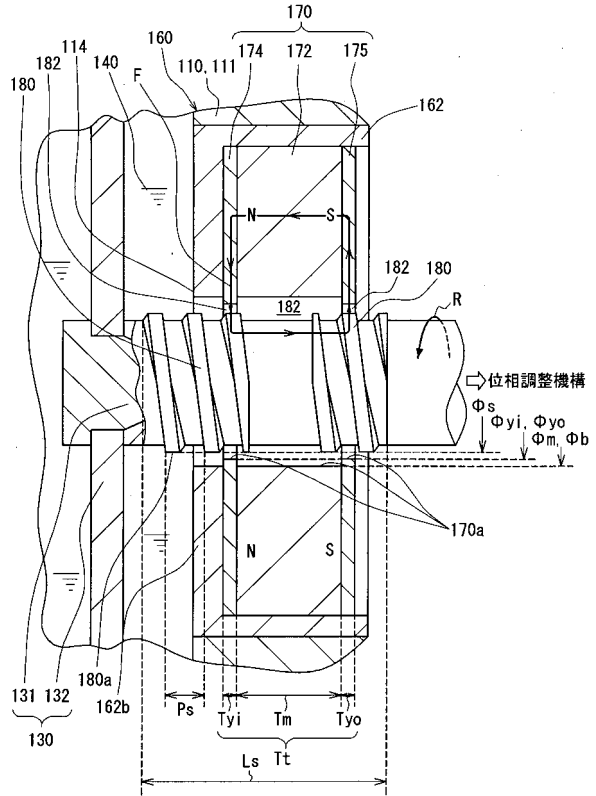
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-121614(JP,A)
特開平03-051514(JP,A)
特開2004-011899(JP,A)
特開2010-121613(JP,A)
特開2008-051093(JP,A)
実開平05-019741(JP,U)
特開昭55-054765(JP,A)
実開昭57-193454(JP,U)
特開2010-065736(JP,A)
特開昭61-189368(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01L 1/34、 9/00 - 9/04、 13/00 - 13/08、
F16J 15/40 - 15/453、 15/54 - 15/56