

(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
2014年1月16日(16.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/010103 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 25/20 (2006.01) F16H 25/22 (2006.01)
F16D 23/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069904
- (22) 国際出願日: 2012年8月3日(03.08.2012)
- (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 2012-155057 2012年7月10日(10.07.2012) JP
特願 2012-155058 2012年7月10日(10.07.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社(NSK Ltd.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎1丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松田 靖之(MATSUDA, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 郡司 大輔(GUNJI, Daisuke) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-

5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 齋藤 智治(SAITO, Tomoharu) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 田中 一宇(TANAKA, Kazutaka) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 山下 智史(YAMASHITA, Tomofumi) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 今西 尚(IMANISHI, Takashi) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

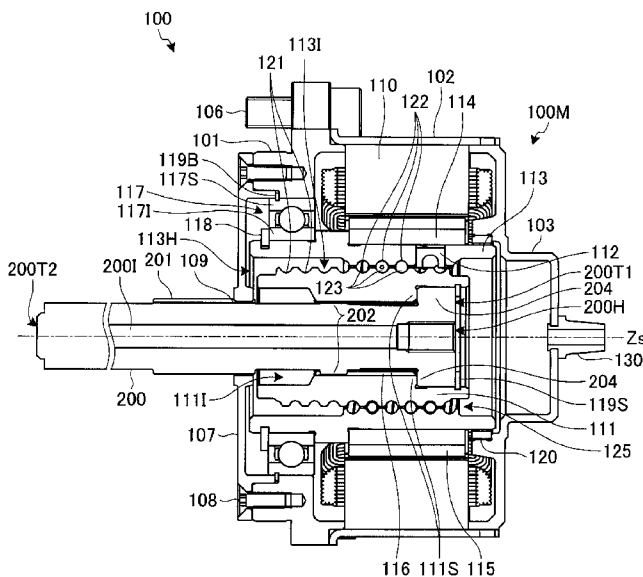
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC ACTUATOR

(54) 発明の名称: 電動アクチュエータ

[図4]



(57) Abstract: An electric actuator (100) includes: a screw shaft (111) mounted on the one end (200T1) side of a pull bar (200) and having a helical first groove (121) in the outer peripheral surface thereof; a rotor (113) having a hollow portion (113I) in which the screw shaft (111) is disposed and also having a helical second groove (122) which is formed in a part of the inner peripheral surface of the hollow portion (113I) and which corresponds to the first groove (121), the hollow portion (113I) allowing the other end (200T2) side of the pull bar (200) to protrude therefrom; balls (123) disposed between the first groove (121) and the second groove (122); an element (112) mounted to the rotor (113) and circulating the balls (123); a stator (110) for moving the pull bar (200) in the longitudinal direction thereof by rotating the rotor (113); and a rotation prevention member (107) engaging with a part of the pull bar (200) and preventing the rotation of the pull bar (200).

(57) 要約: 電動アクチュエータ100は、引き棒200の一方の端部200T1側に取り付けられ、外周面に螺旋状の第1溝121を有するねじ軸111と、ねじ軸111が中空部分113Iに配置され、中空部分113Iの内周面の一部に第1溝121と対応する螺旋状の第2溝122を有し、かつ引き棒200の他方の端部200T2側が中空部分113Iから突出するローター113と、第1溝121と第2溝122との間に配置される複数のボール123と、ローター113に取り付けられてボール123を循環させるこま112と、ローター113を

回転させることにより、引き棒200をその長手方向に移動させるステーター110と、引き棒200の一部と係り合っ引き棒200の回転を抑制する回転抑制部材107と、を含む。

WO 2014/010103 A1



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電動アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、電動機の回転運動を直線運動に変換する機構を有する電動アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 近年、車両等の省力化が進み、例えば自動車のトランスミッション又はパーキングブレーキ等の操作を電動機の力により行うシステムが開発されている。そのような用途に用いられるアクチュエータは、電動機から伝達される回転運動を高効率で軸線方向運動に変換するために、ボールねじ機構が用いられるものがある（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-71009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 自動車等の車両に用いられる電動アクチュエータは、質量をできるだけ小さくすること、コストをできるだけ低減すること等の要求から、部品点数はできる限り少ない方が好ましい。

[0005] 本発明は、電動アクチュエータの部品点数を削減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、棒状の部材であり、一方の端部側における外周面に螺旋状の第1溝を有する操作部材と、前記操作部材が配置される中空部分を有する円筒形状の部材であり、前記中空部分の内周面の一部に前記第1溝と対応する螺旋状の第2溝を有し、かつ前記操作部材の他方の端部側が前記中空部分から突出する開口部を有するローターと、前記第1溝と前記第2溝との間に配置される複数のボールと、前記ローターに取り付けられて前記ボールを循環さ

せる循環用部材と、前記ローターの径方向外側に配置されて、前記ローターの軸を中心として前記ローターを回転させることにより、前記操作部材を前記軸方向に移動させるステータと、前記操作部材の一部と係り合っ前記操作部材の前記軸周りの回転を抑制する回転抑制部材と、を含む電動アクチュエータである。

[0007] この電動アクチュエータは、ボールねじのナットと電動機のローターとを一体として、電動機のローターにボールねじのナットの機能を持たせている。このため、操作部材を進退させるための部品点数を削減でき、かつ構造も簡単にすることができる。また、この電動アクチュエータは、操作部材と回転抑制部材とを係り合わせて操作部材の回転を抑制するため、キー等の部材は不要である。その結果、この電動アクチュエータは、部品点数を削減できる。

[0008] 本発明において、前記循環用部材は、前記ローターの外周面から前記ローターに埋め込まれており、前記ローターは、自身の外周面かつ前記循環用部材の外側に取り付けられた円筒形状の部材を備えることが好ましい。このようにすることで、ローターに複数の循環用部材が取り付けられた場合であっても、循環用部材の外側に1個の円筒形状の部材を取り付けることによってすべての循環用部材の径方向への移動が規制される。このため、循環用部材の抜け止め部材又は抜け止め機構をそれぞれの循環用部材に対して用意する必要はないので、部品点数の削減及び構造の簡略化を実現できる。

[0009] 本発明において、前記操作部材の前記第1溝が形成されている部分と、前記ローターの前記第2溝が形成されている部分とは、前記軸方向における荷重の方向が同一であることが好ましい。このようにすることで、第1溝と第2溝との間に配置される複数のボールに対して均等に荷重が作用するので、ローターの変形が抑制される。

[0010] 本発明において、前記操作部材は、前記一方の端部側における外周部に、外周面に前記第1溝を有する円筒形状のねじ軸が取り付けられており、前記ねじ軸は、前記操作部材の前記一方の端部側に取り付けられ、前記ローター

は、前記開口部側が、前記ステーターが取り付けられる筐体に、転がり軸受を介して回転可能に支持され、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域の中央部よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置されることが好ましい。このようにすることで、操作部材の第1溝が形成されている部分と、ローターの第2溝が形成されている部分とにおいて、軸方向における荷重の方向を同一とすることができる。その結果、この電動アクチュエータは、軸方向における位置によってボール接触点の面圧を均一にすることができる。

[0011] 本発明において、前記ねじ軸への荷重の入力位置は、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置されることが好ましい。このようにすることで、この電動アクチュエータは、軸方向における位置によってボール接触点の面圧をさらに均一にすることができる。

[0012] 本発明において、前記操作部材は、前記一方の端部側における外周部に、外周面に前記第1溝を有する円筒形状のねじ軸が取り付けられており、前記ねじ軸は、前記操作部材の前記一方の端部側に取り付けられ、前記ローターは、前記開口部とは反対側が、前記ステーターが取り付けられる筐体に、転がり軸受を介して回転可能に支持され、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域の中央部よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置されることが好ましい。このようにすることで、操作部材の第1溝が形成されている部分と、ローターの第2溝が形成されている部分とにおいて、軸方向における荷重の方向を同一とすることができる。その結果、この電動アクチュエータは、軸方向における位置によってボール接触点の面圧を均一にすることができる。

[0013] 本発明において、前記ねじ軸への荷重の入力位置は、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置されることが好ましい。このようにすることで、この電動アクチュエータは、軸方向における位置によってボ

ール接触点の面圧をさらに均一にすることができる。

[0014] 本発明において、前記転がり軸受は、内輪と外輪との間を封止する封止部材を、前記ローター及び前記ステーターが配置されている側に有することが好ましい。このようにすることで、ステーターが配置される部分に転がり軸受の潤滑油又はグリースが飛散することを抑制できる。

[0015] 本発明において、前記ローターの前記開口部側は、前記転がり軸受の内輪となっていることが好ましい。このようにすることで、電動アクチュエータの部品点数を削減することができる。

[0016] 本発明において、動力源からの動力を伝達する中空の動力伝達軸及び前記動力源と前記動力伝達軸との間に配置されるクラッチを有する動力伝達装置の前記クラッチを操作するにあたり、前記ローターとは反対側における前記操作部材の端部側に取り付けられて前記クラッチに前記操作部材からの入力を与えるクラッチリリース軸受と、前記操作部材に取り付けられて前記動力伝達軸が伝達するトルクを検出するトルクセンサと、を含むことが好ましい。この電動アクチュエータは、操作部材を介して、クラッチリリース軸受、トルクセンサ及びステーター及びローターを含む電動機を一体としたユニット構造となっている。このようにすることで、この電動アクチュエータは、操作部材と、トルクセンサが配置される場所とを共通化することができるので、部品点数を削減できる。

[0017] 本発明において、前記操作部材は、自身の長手方向に延在し、かつ前記ローター側の端部に開口する通路を有しており、前記トルクセンサの信号線は、前記操作部材の前記通路から前記開口を通過して引き出され、かつ前記開口の部分で前記操作部材に固定されることが好ましい。このようにすることで、開口及び通路と信号線との相対的な動きが規制されるので、信号線のこすれ等に起因する耐久性低下を抑制できる。

[0018] 本発明において、前記動力伝達軸の内面は、Ni系の薄膜で被覆されることが好ましい。このようにすることで、動力伝達軸の透磁率変化が大きくなり、動力伝達軸が伝達するトルクに対するトルクセンサの感度が上昇すると

いう利点がある。

- [0019] 本発明は、動力源からの動力を伝達する中空の動力伝達軸及び前記動力源と前記動力伝達軸との間に配置されるクラッチを有する動力伝達装置の前記クラッチを操作するものであり、ステーターと、前記ステーターの径方向内側に配置されるローターと、前記動力伝達軸の内側に配置される棒状の操作部材と、前記ローターの回転運動を前記操作部材の延在方向への直線運動に変換する変換機構と、前記変換機構とは反対側における前記操作部材の端部側に取り付けられて前記クラッチに前記操作部材からの入力を与えるクラッチリリース軸受と、前記操作部材に取り付けられて前記動力伝達軸が伝達するトルクを検出するトルクセンサと、を含む電動アクチュエータである。
- [0020] この電動アクチュエータは、操作部材を介して、クラッチリリース軸受、トルクセンサ及びステーター及びローターを含む電動機を一体としたユニット構造となっている。このようにすることで、この電動アクチュエータは、操作部材と、トルクセンサが配置される場所とを共通化することができるので、部品点数を削減できる。
- [0021] 本発明において、前記操作部材は、自身の長手方向に延在し、かつ前記変換機構側の端部に開口する通路を有しており、前記トルクセンサの信号線は、前記操作部材の前記通路から前記開口を通過して引き出され、かつ前記開口の部分で前記操作部材に固定されることが好ましい。このようにすることで、開口及び通路と信号線との相対的な動きが規制されるので、信号線のこすれ等に起因する耐久性低下を抑制できる。
- [0022] 本発明において、前記トルクセンサは、第1のトルクセンサと、前記第1のトルクセンサに対して前記操作部材の長手方向及び周方向の異なる位置に取り付けられる第2のトルクセンサと、を有することが好ましい。このようにすることで、動力伝達軸の回転変動による誤差を補正することができる。
- [0023] 本発明において、前記動力伝達軸の内面は、Ni系の薄膜で被覆されることが好ましい。このようにすることで、動力伝達軸の透磁率変化が大きくなり、動力伝達軸が伝達するトルクに対するトルクセンサの感度が上昇すると

いう利点がある。

[0024] 本発明において、前記トルクセンサは、前記操作部材の外周部に取り付けられて、前記動力伝達軸の内側から前記トルクを検出することが好ましい。このようにすることで、動力伝達装置内であって動力伝達軸の外側にトルクセンサを配置する必要はなくなる。その結果、トルクセンサは、動力伝達装置内に存在する潤滑油等の影響を受けにくくなるので、耐久性及び信頼性が向上する。

[0025] 本発明において、前記トルクセンサと前記操作部材との間には、樹脂が介在することが好ましい。このようにすることで、操作部材が金属製である場合、操作部材への磁束漏れが抑制されるので、トルクセンサの感度低下が抑制される。

[0026] 本発明において、前記操作部材は非磁性であることが好ましい。このようにすることで、操作部材への磁束漏れがさらに抑制されるので、トルクセンサの感度低下が抑制される。

[0027] 本発明において、前記操作部材と前記動力伝達軸との間には磁性流体が存在することが好ましい。このようにすることで、トルクセンサと動力伝達軸との間の空気層が磁性流体に置き換わり、両者の間の磁気抵抗が低下するので、トルクセンサの感度が向上する。

発明の効果

[0028] 本発明は、電動アクチュエータの部品点数を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、本実施形態に係る電動アクチュエータを備える自動変速装置の一例を示すスケルトン図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る電動アクチュエータを示す斜視図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る電動アクチュエータを示す斜視図である。

[図4]図4は、本実施形態に係る電動アクチュエータの断面図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備える電動機の分解斜視図である。

[図6]図6は、クラッチレリーズ軸受が引き棒に取り付けられた状態の本実施形態に係る電動アクチュエータを示す断面図である。

[図7]図7は、トルクセンサの配置の一例を示す斜視図である。

[図8]図8は、トルクセンサが取り付けられている部分を拡大して示した断面図である。

[図9]図9は、電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図10]図10は、電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図11]図11は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるボールに作用する面圧の分布を示す図である。

[図12]図12は、電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図13]図13は、電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図14]図14は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるボールに作用する面圧の分布を示す図である。

[図15]図15は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図16]図16は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。

[図17]図17は、ボール配置領域とねじ軸の荷重入力位置と転がり軸受の荷重作用位置との関係を示す図である。

[図18]図18は、ボール配置領域とねじ軸の荷重入力位置と転がり軸受の荷重作用位置との関係を示す図である。

[図19]図19は、本実施形態の変形例に係る電動アクチュエータを示す図である。

[図20]図20は、本実施形態に係る電動アクチュエータにおいて転がり軸受

の封止部材の配置を示すための断面図である。

[図21]図 2 1 は、転がり軸受の内輪を兼用したローターを備える電動アクチュエータを示す断面図である。

[図22]図 2 2 は、図 1 8 に示す電動アクチュエータの転がり軸受を示す拡大図である。

発明を実施するための形態

[0030] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0031] 図 1 は、本実施形態に係る電動アクチュエータを備える自動変速装置の一例を示すスケルトン図である。動力伝達装置としての自動変速装置 1 は、自動車等の車両に用いられて、動力源としての内燃機関等の回転速度とトルクとを変換して出力する装置である。自動変速装置 1 は、いわゆる手動変速機（Manual Transmission）にクラッチ、操作シフト操作又はセレクト操作を行う各種アクチュエータ及びそれらを制御する ECU（Electric Control Unit）を備えた AMT（Automated Manual Transmission）である。自動変速装置 1 は、AMT に限定されるものではなく、例えば、2 系統のクラッチを有する DCT（Dual Clutch Transmission）であってもよい。自動変速装置 1 は、入力軸 1 I に動力源としての内燃機関等の出力軸が連結され、出力軸 1 E には車輪が連結される。

[0032] 自動変速装置 1 は、本実施形態に係る電動アクチュエータ 1 0 0 を備えている。電動アクチュエータ 1 0 0 は、自動変速装置 1 が有するクラッチ 4 0 0 を操作する。クラッチ 4 0 0 は乾式クラッチであるが、これに限定されるものではなく、例えば、湿式クラッチでもよい。自動変速装置 1 が DCT である場合、自動変速装置 1 は 2 系統のクラッチ 4 0 0 を有する。この場合、自動変速装置 1 は、2 台の電動アクチュエータ 1 0 0 を備える。そして、それぞれの電動アクチュエータ 1 0 0 は、それぞれのクラッチ 4 0 0 を操作する。

[0033] 電動アクチュエータ 1 0 0 は、先端（他方の端部）にクラッチリリース軸

受300が取り付けられている操作部材としての引き棒200を、その軸方向に進退させ、クラッチ400を係合又は分離させることができる。引き棒200の軸方向とは、引き棒200が延在する方向、すなわち長手方向である。引き棒200は、クラッチ400の従動側と一体に回転する中空の動力伝達軸500の内側に配置されている。引き棒200は、電動アクチュエータ100の作動により軸方向に進退可能、かつ回転不可能に支持されている。

[0034] 引き棒200と動力伝達軸500の間には、複数の転がり軸受600a、600b、600cが配置されている。本実施形態において、複数の転がり軸受600a、600b、600cは、ニードル軸受（ケージ・アンド・ローラ型又はシェルニードル型）であるが、これに限定されるものではない。複数の転がり軸受600a、600b、600cは、引き棒200と動力伝達軸500とが相対回転しているときにおいて両者の接触を回避し、かつ引き棒200の振動及び騒音の発生を抑制する。引き棒200は、クラッチ400を分離する場合に引張力が作用するように配置されている。引き棒200は、クラッチ400が係合している間は引張力も圧縮力も作用しない。

[0035] 後述するように、引き棒200は、トルクセンサ20を備えている。トルクセンサ20は、引き棒200と動力伝達軸500との間に配置される。複数の転がり軸受600a、600b、600cは、引き棒200と動力伝達軸500との相対変位を抑えて、トルクセンサ20と動力伝達軸500とのギャップを管理している。

[0036] 電動アクチュエータ100は、制御装置10によって動作が制御される。制御装置10は、例えば、演算装置（例えば、CPU: Central Processing Unit）、制御装置、記憶装置及び入出力装置を含むコンピュータである。制御装置10は、自動変速装置1が搭載された車両の運転者の操作に基づき、電動アクチュエータ100を制御してクラッチ400を断続、すなわち分離又は係合する。

[0037] 図2、図3は、本実施形態に係る電動アクチュエータを示す斜視図である

。図4は、本実施形態に係る電動アクチュエータの断面図である。図5は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備える電動機の分解斜視図である。電動アクチュエータ100は、電動機100Mと、引き棒200とを有している。電動機100Mは、アルミニウム合金製の円筒状の構造体である第1モータケース101と、SPCC（冷間圧延鋼板）製の円筒状の構造体である第2モータケース102と、アルミニウム合金製の略円盤状の構造体である第3モータケース103とを有する。これらが、電動アクチュエータ100の筐体となる。

[0038] 第1モータケース101と第2モータケース102とは、4本のボルト（本実施形態では六角穴付きボルト）105によって互いに締結されている。第2モータケース102と第3モータケース103とは、両者の接合面の円周上に4等配に設けられたカシメ部104によって互いに締結されている。電動アクチュエータ100は、第1モータケース101に取り付けられた2本のボルト106によって、図1に示す自動変速装置1の筐体1Cに締結されている。第3モータケース103からは、上述したトルクセンサ20の信号線150が引き出されている。

[0039] 電動アクチュエータ100は、引き棒200を介して図1に示す自動変速装置1のクラッチ400を操作する。引き棒200は、回転抑制部材107を貫通している。回転抑制部材107は、引き棒200の一部と係り合っており、引き棒200の軸周りの回転を抑制する。回転抑制部材107は、円板状の部材であり、本実施形態においては、6本の六角穴付き皿ボルト108によって、第1モータケース101の一端部に締結されて、取り付けられる。

[0040] 回転抑制部材107は、引き棒200が貫通する貫通孔109を有している。貫通孔109は、引き棒200との摺動面に、インボリュートスプラインが配置されている。このように、貫通孔109は、インボリュートスプライン孔である。引き棒200は、回転抑制部材107との摺動面に、第1インボリュートスプライン軸201が配置されている。このような構造により、引き棒200は、貫通孔109に対して、軸（図4の軸Zs）方向に摺動

可能かつ周方向に回転不能に案内される。第1インボリュートスプライン軸201と貫通孔109との摺動面は、わずかな隙間を有している。また、第1インボリュートスプライン軸201は、表面が樹脂で被覆されており、貫通孔109との摺動摩擦変化が小さくなるようになっている。第1インボリュートスプライン軸201の表面を被覆する樹脂は、例えばフッ素樹脂である。また、貫通孔109のインボリュートの表面を樹脂で被覆してもよい。

[0041] 引き棒200は、電動機100Mとは反対側の端部（他方の端部）200T2に、クラッチリリース軸受300が配置されている。クラッチリリース軸受300は、ナット301によって引き棒200に締結されている。本実施形態において、ナット301は六角ナットである。ナット301は、クラッチリリース軸受300とは反対側に、U字型の切り欠き302が各辺に配置されている。このU字型の切り欠き302には、スプリングピン303が挿入される。このような構造により、クラッチリリース軸受300を引き棒200の他方の端部200T2に締結したナット301が緩まないようにしてある。

[0042] 図4に示すように、第1モータケース101、第2モータケース102及び第3モータケース103の内部には、ステーター110と、ねじ軸111と、ローター113とが配置されている。ねじ軸111は、外周面に螺旋状の第1溝を有している。ねじ軸111は、引き棒200の一方の端部200T1側の一部が配置される中空部111Iを有する円筒形状の構造体である。中空部111Iは、ねじ軸111の一端部から他端部に向かって貫通している。中空部111Iは、貫通方向と直交する断面の形状が円形である。ねじ軸111は、引き棒200の一方の端部200T1側に取り付けられて、引き棒200の一部をなしている。したがって、引き棒200は、一方の端部200T1側における外周面に螺旋状の第1溝121を有することになる。

[0043] ステーター110は、環状のステーターコアと、ステーターコアに巻き付けられたコイルとを有している。ステーター110のステーターコアは、第

2 モータケース 102 の内周面に圧入されている。

[0044] ローター 113 は、中空部分 113 I を有する円筒形状の部材である。中空部分 113 I は、ローター 113 の一端部から他端部に向かって貫通している。中空部分 113 I は、貫通方向と直交する断面の形状が円形である。ローター 113 は、ステーター 110 の径方向内側に配置される。すなわち、ステーター 110 は、ローター 113 の径方向外側に配置される。ローター 113 は、中空部分 113 I に、引き棒 200 が配置される。本実施形態では、引き棒 200 のねじ軸 111 が取り付けられた部分が中空部分 113 I に配置される。ローター 113 は Z s 軸を中心としてその周りを回転する。すなわち、Z s 軸は、ローター 113 の回転中心軸である。

[0045] ローター 113 は、中空部分 113 I の内周面の一部に、ねじ軸 111 が有する第 1 溝 121 と対応する螺旋状の第 2 溝 122 を有する。第 1 溝 121 が雄ねじ溝となり、第 2 溝 122 が雌ねじ溝となる。ローター 113 は、引き棒 200 の他方の端部 200 T 2 側が中空部分 113 I から突出する開口部 113 H を有する。ローター 113 の中空部分 113 I にねじ軸 111 が配置されると、第 1 溝 121 と第 2 溝 122 とが対向する。そして、両者の間には、転走路が形成される。第 1 溝 121 と第 2 溝 122 との間の転走路には、複数のボール 123 が配置される。本実施形態において、ボール 123 は鋼球である。

[0046] 複数のボール 123 は、ローター 113 の回転にともなって、1 リード毎にねじ軸 111 のランド部を乗り越え、元の転走路に戻って循環する。本実施形態において、ボール 123 を循環させる方式は、いわゆるフロップオーバー方式を採用する。この方式においては、ローター 113 に埋め込まれた循環用部材としてのこま 112 が、複数のボール 123 を 1 リード毎にねじ軸 111 のランド部を乗り越えさせ、元の転走路に戻して転走路内を循環させる。このように、こま 112 は、ローター 113 に取り付けられてボール 123 の循環経路を形成し、ボール 123 を循環させる。本実施形態において、図 5 に示すように、こま 112 は、ローター 113 の周方向に向かって

120度の間隔で3個取り付けられる。なお、複数のボール123を循環させる方式は、フロップオーバー方式に限定されるものではない。

[0047] 複数のこま112は、ローター113の径方向外側からローター113に挿入され、埋め込まれる。そして、ローター113は、自身の外周面かつこま112の外側に、円筒形状の部材としてのロータラミネーションスタック114が取り付けられる。ロータラミネーションスタック114は、ローター113に圧入されてこれに固定される。このような構造により、こま112は、ローター113と一体に固定される。図4、図5に示すように、ロータラミネーションスタック114の外周面には、複数の磁石115が取り付けられる。磁石115は、例えば、永久磁石を用いることができる。複数の磁石115は、ロータラミネーションスタック114に接着されて固定される。複数の磁石115は、ロータラミネーションスタック114の内部に埋め込まれていてもよい。

[0048] 引き棒200は、一方の端部200T1側の一部が径方向に向かって張り出した拡径部204を有している。ねじ軸111は、引き棒200の一端部200T1側において、引き棒200が貫通して配置される中空部111Iの内径が大きくなっている。中空部111Iは、内径が小さい部分と大きい部分との間に段部111Sを有している。ねじ軸111の中空部111Iに配置された引き棒200は、拡径部204が中空部111Iの段部111Sと係り合う。引き棒200の一端部200T1側において、中空部111Iには止め輪119Sが取り付けられる。止め輪119Sは、中空部111Iの内周面に形成された溝に嵌め込まれ、かつ引き棒200の一端部200T1と係り合う。このような構造により、引き棒200は、拡径部204が、ねじ軸111の段部111S及びねじ軸111の中空部111Iに取り付けられた止め輪119Sと係り合う。その結果、引き棒200とねじ軸111とは、軸（Zs軸）方向、すなわち、引き棒200の延在方向（長手方向）における両者の相対的な移動が規制される。

[0049] ねじ軸111の内周面には、インボリュートスプライン孔116が設けら

れており、引き棒200の第2インボリュートスプライン軸202と嵌め合わされている。インボリュートスプライン孔116と第2インボリュートスプライン軸202とが係り合うのでねじ軸111と引き棒200との間で回転力が伝達される。本実施形態において、第1インボリュートスプライン軸201と第2インボリュートスプライン軸202とは、同一の諸元で設計されている。このようにすることで、両者の加工が容易になるという利点を得られる。

[0050] 第1モータケース101には、ローター113を回転可能に支持する転がり軸受117が取り付けられる。本実施形態において、転がり軸受117は玉軸受であるが、転がり軸受117はローター113のアキシャル荷重及びラジアル荷重を支持できるものであれば、玉軸受に限定されない。転がり軸受117は、ローター113の外周部に取り付けられた軸用止め輪118と第1モータケース101の内周面に取り付けられた孔用止め輪119Bとによって、軸方向の移動が規制される。軸用止め輪118は、転がり軸受117の内輪117Iとローター113との間に取り付けられ、孔用止め輪119Bは第1モータケース101と転がり軸受117の外輪117Sとの間に取り付けられる。このような構造により、転がり軸受117は、両方向のアキシャル荷重、すなわち、軸（Zs軸）方向における両方の荷重を支持することができる。

[0051] ローター113は、転がり軸受117で支持される側とは反対側が、第3モータケース103に取り付けられた滑り軸受120によって回転可能に支持される。滑り軸受120は、ローター113のラジアル荷重のみを支持する。このように、ローター113は、転がり軸受117と滑り軸受120とによって、電動機100Mの筐体としての第1モータケース101及び第3モータケース103に、回転可能に支持される。

[0052] ローター113と、複数のボール123と、ねじ軸111と、コマ112とは、ボールねじを構成している。ローター113は、このボールねじのナットに相当する。すなわち、本実施形態において、ボールねじのナットと電

電動機 100M のローター 113 とは同一の構造物によって共通になっている。上述したように、引き棒 200 は回転抑制部材 107 によって Z s 軸の周りの回転が不能になっているので、引き棒 200 に取り付けられるねじ軸 111 も、Z s 軸の周りの回転は不可能である。変換機構 125 が有するローター 113 が回転すると、ねじ軸 111 は、ボール 123 との摩擦によってローター 113 とともに回転しようとする。このとき、ねじ軸 111 は、引き棒 200 を介して、回転抑制部材 107 によって回り止めされる。したがって、ねじ軸 111 及び引き棒 200 は、変換機構 125 によって、Z s 軸方向に進退する。

[0053] このように、ローター 113 と、複数のボール 123 と、ねじ軸 111 と、こま 112 とは、ローター 113 の回転運動を、ねじ軸 111 及びねじ軸 111 が取り付けられた引き棒 200 の直線運動に変換する変換機構 125 となる。前述した直線運動は、引き棒 200 の延在方向、すなわち、引き棒 200 の長手方向であり、ローター 113 の回転中心軸である Z s 軸方向である。電動機 100M が有するステーター 110 は、ローター 113 の径方向外側に配置されて、Z s 軸を中心としてローター 113 を回転させる。このようにすることで、ステーター 110 は、ねじ軸 111 を介して引き棒 200 を Z s 軸方向に移動させる。

[0054] 電動アクチュエータ 100 が図 1 に示す自動変速装置 1 のクラッチ 400 を分離する場合、電動機 100M のローター 113 は、引き棒 200 が電動機 100M の筐体内に引き込まれるように回転する。クラッチ 400 を分離する際の引張力は、引き棒 200 の拡径部 204 及びねじ軸 111 の段部 111 S を介してねじ軸 111 に伝達される。クラッチ 400 を係合する場合、電動機 100M のローター 113 は、引き棒 200 が電動機 100M の筐体内から突き出されるように回転する。クラッチ 400 が分離された後、再び係合状態に戻る過渡状態では引き棒 200 に圧縮力が作用するが、この圧縮力は止め輪 119 S を介してねじ軸 111 に伝達される。

[0055] 図 4 に示すように、引き棒 200 は、長手方向に延在する通路 200 I を

有している。通路2001は、変換機構125側（又はローター113側）の端部、すなわち一方の端部200T1に開口する。通路2001は、上述したトルクセンサ20の信号線150が配置されて、一方の端部200T1に開口した開口200Hから引き出される。この信号線は、第3モータケース103に取り付けられた保護部材130を通して電動機100Mの筐体の外部に引き出される。保護部材130は、信号線と第3モータケース103とが直接接触することを回避するための部材であり、例えば、ゴム又は樹脂等で作られている。

[0056] ねじ軸111とボール123との摩擦による回転力の伝達経路は、ねじ軸111、引き棒200、回転抑制部材107、電動アクチュエータ100の第1モータケース101の順になっている。このうち、ねじ軸111及び引き棒200は互いに一体に締結され、回転抑制部材107と第1モータケース101とは互いに一体に締結されている。したがって、上述した回転力の伝達経路のうち、相対運動している箇所は引き棒200と回転抑制部材107との間のみである。電動アクチュエータ100は、この部分に第1インボリュートスプライン軸201とインボリュートスプラインが配置された貫通孔109とを設けて引き棒200の回転止めをしているので、追加の部品を必要とせず、引き棒200をZs軸方向に進退可能とし、かつ回転止めをすることができる。

[0057] このように、電動アクチュエータ100は、ボールねじのナットと電動機100Mのローター113とを一体に成形してねじ軸111及び引き棒200を進退させるため、部品点数を低減でき、かつ構造も簡単にすることができる。さらに、電動アクチュエータ100は、ボールねじのナット、すなわちローター113の回転によるねじ軸111の回転が、引き棒200と回転抑制部材107とのそれぞれに一体に成形されたインボリュートスプラインによって抑制されるため、部品点数を低減できる。さらに、ローター113に取り付けられる複数のこま112は、磁石115を外周部に支持する1個のロータラミネーションスタック114によって径方向への移動が規制され

る。このため、こま 1 1 2 の抜け止め部材又は抜け止め機構をそれぞれのこま 1 1 2 に対して用意する必要はないので、部品点数の削減及び構造の簡略化を実現できる。

[0058] 図 6 は、クラッチリリース軸受が引き棒に取り付けられた状態の本実施形態に係る電動アクチュエータを示す断面図である。電動アクチュエータ 1 0 0 が備える引き棒 2 0 0 は、図 4 に示す変換機構 1 2 5（又は図 4 に示すローター 1 1 3）とは反対側における端部（他方の端部）2 0 0 T 2 側に、クラッチリリース軸受 3 0 0 が取り付けられる。クラッチリリース軸受 3 0 0 は、クラッチ 4 0 0 に引き棒 2 0 0 からの入力を与える。また、本実施形態において、引き棒 2 0 0 は、図 1 に示す自動変速装置 1 の動力伝達軸 5 0 0 が伝達するトルクを検出するためのトルクセンサ 2 0 を備えている。トルクセンサ 2 0 は、一对の第 1 コイル 2 0 A、2 0 A と、これらに対向する位置に設けられる一对の第 2 コイル 2 0 B、2 0 B とを含む。

[0059] 動力伝達軸 5 0 0 にトルクが加わると、軸表面には張力方向（+ 4 5 度方向）及び圧縮方向（- 4 5 度方向）の歪みが発生する。このとき、いわゆる磁歪効果によって、張力方向では透磁率が増加し、圧縮方向では透磁率が減少する。透磁率が増加する方向を磁束が通過するようにコイルを設置すると、インダクタンス L が増加し、透磁率が減少する方向に対してはインダクタンス L が減少する。インダクタンス L が増大する第 1 コイル 2 0 A（+ 4 5 度検出コイル）とインダクタンス L が減少する第 2 コイル 2 0 B（- 4 5 度検出コイル）とをブリッジ接続し、差動電圧を、例えばロックインアンプ（L I A）で増幅することにより、動力伝達軸 5 0 0 のトルクに比例する出力電圧を検出することができる。このように、トルクセンサ 2 0 は、磁歪式のトルクセンサである。本実施形態においては、上述した通り、一对の第 1 コイル 2 0 A、2 0 A で引張方向の歪みを、一对の第 2 コイル 2 0 B、2 0 B で圧縮方向の歪みを検出する。

[0060] トルクセンサ 2 0 は、引き棒 2 0 0 の外周部に取り付けられて、動力伝達軸 5 0 0 の内側から動力伝達軸 5 0 0 のトルクを検出する。このようにする

ことで、動力伝達軸500の外側からトルクを検出するために、自動変速装置1内であって動力伝達軸500の外側にトルクセンサ20を配置する必要はなくなる。その結果、トルクセンサ20は、自動変速装置1内に存在する潤滑油等の影響を受けにくくなるので、耐久性及び信頼性が向上する。トルクセンサ20が動力伝達軸500の内側からトルクを検出するにあたり、動力伝達軸500の内面は、Ni系（例えば、Ni系金属）の薄膜で被覆されることが好ましい。このようにすることで、動力伝達軸500の透磁率変化が大きくなり、動力伝達軸500が伝達するトルクに対するトルクセンサ20の感度が上昇するので好ましい。Ni系の薄膜は、例えば、Ni-Feが挙げられる。Niの薄膜は、例えば、Ni系の金属のめっき又はNi系の金属をスパッタリング等することによって形成することができる。

[0061] トルクセンサ20の信号線150は、引き棒200の進退動作とともに進退する。引き棒200の通路200I内で信号線150が動いてしまうと、通路200I内における信号線150の摩擦が発生したり、信号線150と第1コイル20A及び第2コイル20Bとの接合部に負荷が作用したりする可能性がある。そこで、本実施形態では、図6に示すように、引き棒200から信号線150が引き出される開口200H（図4参照）において信号線150をクランプ部材131で固定して、引き棒200の通路200I内では信号線150が動かないようにする。さらに、電動機100Mの筐体から引き出された信号線150が動くための緩みを、電動機100Mの外側（図6のAで示す部分）に設ける。このようにすることで、信号線150の耐久性の低下が効果的に抑制される。

[0062] 上述したように、電動アクチュエータ100は、引き棒200を介して、クラッチリリース軸受300、トルクセンサ20及び電動機100Mを一体としたユニット構造となっている。このようにすることで、電動アクチュエータ100は、引き棒200と、トルクセンサ20が配置される場所とを共通化することができるので、部品点数を削減できる。

[0063] 図7は、トルクセンサの配置の一例を示す斜視図である。トルクセンサ2

0は、引張測定用の第1コイル20A、20Aと圧縮測定用の第2コイル20B、20Bとの一对を有している。これに対し、図7に示すように、複数のトルクセンサを引き棒200の軸方向及び周方向における位置を変えて配置する。本実施形態では、トルクセンサ（第1のトルクセンサ）20と、第2のトルクセンサ21とが、引き棒200のZs軸方向及び周方向における異なる位置に取り付けられる。

[0064] 第1のトルクセンサ20は、一对の第1コイル20A、20Aと一对の第2コイル20B、20Bとを有している。第1コイル20A、20Aと第2コイル20B、20Bとは、引き棒200の周方向（図7の矢印Cで示す方向）においてZs軸を中心とした中心角が180度となる位置関係となっている。第2のトルクセンサ21は、一对の第1コイル21A、21Aと一对の第2コイル21B、21Bとを有している。第1コイル21A、21Aと第2コイル21B、21Bとは、引き棒200の周方向においてZs軸を中心とした中心角が180度となる位置関係となっている。

[0065] 第1のトルクセンサ20と第2のトルクセンサ21とは、引き棒200の周方向においてZs軸を中心とした中心角が θ 度となる位置関係となっている。また、第1のトルクセンサ20と第2のトルクセンサ21とは、引き棒200のZs軸方向、すなわち長手方向又は延在方向において、所定の間隔を設けて配置される。このように、第1のトルクセンサ20と第2のトルクセンサ21とが、引き棒200のZs軸方向及び周方向における異なる位置に取り付けられることにより、動力伝達軸500の回転変動による誤差を補正することができる。

[0066] 図8は、トルクセンサが取り付けられている部分を拡大して示した断面図である。本実施形態において、トルクセンサ20、より具体的には第1コイル20A及び第2コイル20Bと引き棒200の間には、樹脂30が介在している。樹脂30は、例えば、66ナイロン又はPPS（Polyphenylene sulfide：ポリフェニレンスルファイド）を用いることができる。一般に、このような樹脂は、比透磁率が空気と同程度であって非常に小さいために磁束

を通しにくい。このため、樹脂30は、第1コイル20A及び第2コイル20Bから発生した磁束が引き棒200へ漏れて、動力伝達軸500へ通る磁束が減少することを抑制できる。その結果、特に、引き棒200が金属製である場合、引き棒200への磁束の漏れが抑制されるので、トルクセンサ20の感度低下が抑制される。

[0067] また、引き棒200を非磁性の材料としてもよい。非磁性体は、比透磁率が小さいために磁束を通しにくい。このため、引き棒200への磁束の漏れをさらに低減して、トルクセンサ20の感度低下をさらに抑制できる。非磁性の材料としては、例えば、樹脂を用いることができる。引き棒200を樹脂で製造する場合、引き棒200の内部に第1コイル20A及び第2コイル20Bを引き棒200とともに一体で成型してもよい。このようにすることで、引き棒200への磁束の漏れをさらに低減して、トルクセンサ20の感度低下をさらに抑制できる。また、第1コイル20A及び第2コイル20Bを引き棒200とともに一体成型することにより、引き棒200とトルクセンサ20との組み立てが容易になる。

[0068] トルクセンサ20は、磁歪効果を利用して動力伝達軸500のトルクを検出する。このとき、トルクセンサ20と動力伝達軸500との間に磁性流体31を存在させてもよい。このようにすることで、トルクセンサ20と動力伝達軸500との間の空気層が磁性流体31に置き換わり、両者の間の磁気抵抗が低下するので、トルクセンサ20の感度が向上する。

[0069] 図9、図10、図12、図13は、電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。図11、図14は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるボールに作用する面圧の分布を示す図である。図15、図16は、本実施形態に係る電動アクチュエータが備えるねじ軸とローターとの間における力の関係を示す模式図である。図4に示す電動アクチュエータ100は、ボールねじを利用した変換機構125を用いて、ローター113の回転運動をねじ軸111及び引き棒200の直線運動に変換する。この場合、ナットとしてのローター113又はねじ軸

111のいずれか一方を回転不能かつ軸方向に進退可能に支持する必要がある。このため、ローター113又はねじ軸111のいずれか一方は、回転可能で軸方向に進退不能の構造になる。ローター113を回転可能とし、ねじ軸111及び引き棒200を進退可能とすると、ローター113には軸方向における荷重を電動機100Mの筐体に伝達する軸受が必要になる。本実施形態では、図4に示す転がり軸受117、軸用止め輪118及び孔用止め輪119Bが、ローター113からの軸（Zs軸であり、ローター113の回転中心軸）方向における力を筐体としての第1モータケース101に伝達する。

[0070] 変換機構125はボールねじを利用しているが、複数のボール123に対して均等に荷重が負荷されないと、過度に荷重を受け持つボール123があることになる。その結果、過度に荷重を受け持つボール123は、軌道輪との接触点（適宜ボール接触点という）において面圧が大きくなる可能性がある。このため、ボール接触点の面圧が過度に増加することを抑制するために、複数のボール123にはなるべく均等に荷重が負荷されることが望ましい。

[0071] ボール接触点の面圧を下げるためには、ボール123の直径を大きくする等の必要がある。一方、ボール123に対して均等に荷重が負荷される場合、ボール接触点の面圧は低く抑えられるため、ボール123の直径は小さくてよく、ボールねじを利用する変換機構125の寸法を小さくすることができる。図9、図10は、ボール123が均等に荷重を受け持たない場合の例を示す。図11は、ボール123が均等に荷重を受け持たない場合のボール接触点における面圧 P_x と、軸方向における位置 P_z との関係を示している（図14も同様）。図9、図10の符号SFは、ローター113から荷重を受ける部分（荷重支持部SFという）を示している（以下同様）。荷重支持部SFは、例えば、電動機100Mの筐体（本実施形態では第1モータケース101等）である。

[0072] 図9は、ねじ軸111に対して圧縮方向に荷重（圧縮荷重） F_a を負荷し

た場合を示している。図中の L_p は、ねじ軸111の荷重作用点を示す（以下同様）。圧縮荷重 F_a はボール123を介してナットとしてのローター113に伝達し、ローター113を介して荷重支持部SFに伝達される。このとき、ローター113は、引張方向に荷重（引張荷重） F_t が負荷されることになる。図10は、ねじ軸111に対して引張方向の荷重（引張荷重） F_b を負荷した場合を示している。引張荷重 F_b は、ボール123を介してローター113に伝達し、ローター113を介して荷重支持部SFに伝達される。このとき、ローター113は、圧縮方向に荷重（圧縮荷重） F_p が負荷されることになる。図9、図10に示す例は、いずれも、ねじ軸111への荷重の入力位置と、ローター113からの荷重を受ける荷重支持部SFとが、複数のボール123が配置される領域に対し、 Z_s 軸方向における同じ側にある。

[0073] 圧縮荷重 F_a が作用するねじ軸111とは異なる引張荷重 F_t がローター113に作用する場合、複数のボール123には均等に荷重が作用しない。また、引張荷重 F_b が作用するねじ軸111とは異なる圧縮荷重 F_p がローター113に作用する場合も同様に、複数のボール123には均等に荷重が作用しない。その結果、図11に示すように、軸方向、すなわち、ローター113の回転中心軸である Z_s 方向における位置 P_z によってボール接触点の面圧 P_x が異なってしまう。

[0074] 電動アクチュエータ100は、ローター113にボールねじのナットが形成されている。複数のボール123に均等に荷重が作用しない場合、負荷が大きい位置ではローター113の弾性変形による広がりが大きくなり、負荷が小さい位置ではローター113の弾性変形による広がり小さくなる。その結果、例えば、図9に示すように、軸方向における位置によってローター113の直径が変化し、ローター113とステーター110とのエアギャップ G_a が不均一になる可能性がある。電動アクチュエータ100が備える電動機100Mをできるだけ小型軽量化するために、ローター113の厚みを小さくすることが望ましい。このため、ローター113の厚みを小さくする

と、複数のボール123に作用する荷重が不均一になった場合におけるローター113の弾性変形はより大きくなってエアギャップG aもより大きくなる可能性がある。その結果、電動機100Mは、トルクの発生が不安定になる可能性もある。ローター113にボールねじのナットを設けた変機構造125においては、複数のボール123に対して均等に荷重を作用させることが、電動機100Mに安定してトルクを発生させるために重要である。

[0075] 図12、図13に示す例は、いずれも図9、図10に示す例とは異なり、ねじ軸111への荷重の入力位置と、ローター113からの荷重を受ける荷重支持部S Fとが、Z s軸方向において、複数のボール123が配置される領域（ボール配置領域）の両側にある。ボール配置領域は、ボールねじの有効軌道部である。このようなねじ軸111への荷重の入力位置と荷重支持部S Fとの配置とすると、ねじ軸111に対して圧縮方向に荷重（圧縮荷重）F aを負荷した場合、図12に示すように、ローター113は、圧縮方向に荷重（圧縮荷重）F pが負荷されることになる。また、図13に示すように、ねじ軸111に対して引張方向の荷重（引張荷重）F bを負荷した場合、図13に示すように、ローター113は、引張方向に荷重（引張荷重）F tが負荷されることになる。

[0076] 圧縮荷重F aがねじ軸111及びローター113に作用する場合、複数のボール123には均等に荷重が作用する。また、引張荷重F bがねじ軸111及びローター113に作用する場合も同様に、複数のボール123には均等に荷重が作用する。その結果、図14に示すように、軸方向における位置P zによって面圧P xは略一定になる。

[0077] 図15に示すように、電動アクチュエータ100は、引き棒200からの圧縮荷重F aが、引き棒200の止め輪119Sを介してねじ軸111に入力される。また、図16に示すように、電動アクチュエータ100は、引き棒200からの引張荷重F bが、引き棒200の拡径部204からねじ軸111の段部111Sを介してねじ軸111へ入力される。すなわち、ねじ軸111への荷重の入力位置（荷重入力位置）I Pは、段部111Sと拡径部

204 とが接する部分及びねじ軸 111 に止め輪 119 S が取り付けられる部分となる。

[0078] 図 15、図 16 に示すように、ローター 113 からの荷重は、ローター 113 の拡径部 113 F 又はローター 113 に取り付けられた軸用止め輪 118 から転がり軸受 117 及び孔用止め輪 119 B を介して、第 1 モータケース 101 に伝達される。すなわち、ローター 113 から荷重を受ける部分である荷重支持部 S F は、第 1 モータケース 101 の孔用止め輪 119 B が取り付けられる部分となる。

[0079] 図 15、図 16 に示すように、荷重入力位置 I P と荷重支持部 S F とは、軸 Z s 方向において、ボール配置領域の両側に配置される。このため、図 15 に示すように、引き棒 200 に圧縮荷重 F a が発生し、これがねじ軸 111 に入力された場合、ねじ軸 111 の第 1 溝 121 が形成されている部分とローター 113 の第 2 溝 122 が形成されている部分とには、いずれも引張荷重 F t が発生する。また、図 16 に示すように、引き棒 200 に引張荷重 F b が発生し、これがねじ軸 111 に入力された場合、ねじ軸 111 の第 1 溝 121 が形成されている部分とローター 113 の第 2 溝 122 が形成されている部分とには、いずれも圧縮荷重 F p が発生する。

[0080] このように、本実施形態において、引き棒 200 の一部であるねじ軸 111 の第 1 溝 121 が形成されている部分と、ローター 113 の第 2 溝 122 が形成されている部分とは、Z s 軸方向における荷重の方向が同一になる。その結果、軸方向における位置 P z によって面圧 P x は略一定になる。このため、電動機 100 M は、エアギャップ G a のばらつきが抑制されるので、安定してトルクを発生することができる。

[0081] 図 17、図 18 は、ボール配置領域とねじ軸の荷重入力位置と転がり軸受の荷重作用位置との関係を示す図である。図 17 に示す電動アクチュエータ 100 の電動機 100 M は、ねじ軸 111 への荷重入力位置 I P が、ボール軸 111 の一端部 111 T 1 側に存在する。より具体的には、ねじ軸 111 への荷重入力位置 I P は、ボール配置領域 B R 内に配置される。また、転が

り軸受 117 の荷重作用位置 L_b は、ボール軸 111 の他端部 111 T 2 側に存在する。

[0082] このように、ねじ軸 111 の一端部 111 T 1 側における段部 111 S と拡径部 204 とが接する部分の荷重入力位置 I_P がボール配置領域 BR 内に存在すると、ねじ軸 111 及びローター 113 には、荷重入力位置 I_P を境としてそれぞれ圧縮荷重 F_p と引張荷重 F_t との両方が混在して作用する。ねじ軸 111 に止め輪 119 S が取り付けられる部分の荷重入力位置 I_P がボール配置領域 BR 内に存在する場合も同様である。図 17 は、引き棒 200 の荷重作用点 L_p に引張荷重 F_b が作用した場合を示しているが、圧縮荷重が引き棒 200 の荷重作用点 L_p に作用した場合も、ねじ軸 111 及びローター 113 には、荷重入力位置 I_P を境としてそれぞれ圧縮荷重 F_p と引張荷重 F_t との両方が混在して作用する。

[0083] 本実施形態において、両方の荷重入力位置 I_P は、軸 (Z_s 軸) 方向において、 $\alpha/2$ の位置 A よりもローター 113 の他方の端部 113 T 2 側に取り付けられた転がり軸受 117 から離れた位置、すなわち、ねじ軸 111 の一端部 111 T 1 側とすることが好ましい。このようにすることで、ねじ軸 111 及びローター 113 に圧縮荷重 F_p と引張荷重 F_t との両方が作用する影響を低減することができる。その結果、電動アクチュエータ 100 は、圧縮荷重 F_p と引張荷重 F_t との両方が作用することによる影響を低減できるので、軸方向における位置によってボール接触点の面圧は略一定になる。このため、電動アクチュエータ 100 は、エアギャップのばらつきを抑制できるので、安定してトルクを発生することができる。

[0084] ねじ軸 111 の一端部 111 T 1 は、引き棒 200 の一方の端部 200 T 1 側及びローター 113 の一方の端部 113 T 1 側である。 α は、ねじ軸 111 の軸 (Z_s 軸) 方向におけるボール配置領域 BR の寸法である。 $\alpha/2$ の位置 A は、軸 (Z_s 軸) 方向におけるボール配置領域 BR の中央部である。

[0085] 図 18 に示す電動アクチュエータ 100 a のように、両方の荷重入力位置

IPは、軸（Zs軸）方向において、ボール配置領域BRよりもローター113の他方の端部113T2側に取り付けられた転がり軸受117から離れた位置、すなわち、ねじ軸111の一端部111T1側とすることが好ましい。この場合、ねじ軸111の荷重入力位置IPと転がり軸受117の荷重作用位置Lbとは、ねじ軸111の軸（Zs軸）方向において、ボール配置領域BRの両側に存在して、これを挟むように配置されることになる。このようにすることで、電動アクチュエータ100aは、ねじ軸111及びローター113に、圧縮荷重Fpと引張荷重Ftとの両方が作用することを回避できる。その結果、電動アクチュエータ100aは、圧縮荷重Fpと引張荷重Ftとの両方が作用することによる影響を回避できるので、軸方向における位置によってボール接触点の面圧は略一定になる。このため、電動アクチュエータ100aは、エアギャップのばらつきをさらに抑制できるので、安定してトルクを発生することができる。

[0086] 本実施形態において、転がり軸受117の荷重作用位置Lbは、ボール配置領域BRよりも転がり軸受117側に存在する。このようにすることで、電動アクチュエータ100をコンパクトにすることができる。

[0087] 図19は、本実施形態の変形例に係る電動アクチュエータを示す図である。電動アクチュエータ100bが備えるローター113bは、開口部113Hとは反対側が、ステーター110が取り付けられる筐体に、転がり軸受117を介して回転可能に支持される。すなわち、ローター113bは、一方の端部113T1側、すなわち開口部113Hとは反対側に転がり軸受117が取り付けられ、他方の端部113T2側に滑り軸受120が取り付けられる。ねじ軸111bから見た場合、転がり軸受117は、ねじ軸111bの一端部111T1側に配置される。

[0088] ねじ軸111は、他端部111T2側、すなわち、ローター113bの他方の端部113T2側（開口部113H側）に、引き棒200bが差し込まれる開口部111Hを有している。引き棒200は、一方の端部200T1側に径方向外側に張り出す拡径部204bを有している。拡径部204bか

らは、一方の端部200T1に向かって棒状の部分200bbが延在している。棒状の部分200bbは、ねじ軸111の段部111Sbを貫通する段部貫通孔111HIに差し込まれる。この状態で、ねじ軸111の他端部111T2側に止め輪119Sが取り付けられると、引き棒200bの他方の端部200T2側で、引き棒200の拡径部204bとねじ軸111とが止め輪119Sを介して固定される。

[0089] ねじ軸111bの荷重入力位置IPは、ねじ軸111の他端部111T2側における段部111Sbと拡径部204bとが接する部分及びねじ軸111Sに止め輪119Sが取り付けられる部分である。ねじ軸111bの荷重入力位置IPと転がり軸受117の荷重作用位置Lbとは、これらの軸（Zs軸）方向において、ボール配置領域BRの両側に配置される。すなわち、両方の荷重入力位置IPは、軸（Zs軸）方向において、ボール配置領域BRよりも転がり軸受117から離れた位置に配置される。

[0090] このようにすることで、電動アクチュエータ100bは、ねじ軸111b及びローター113bに圧縮荷重と引張荷重との両方が作用することによる影響を回避できる。このため、電動アクチュエータ100bは、軸方向における位置によってボール接触点の面圧は略一定になる。その結果、電動アクチュエータ100bは、エアギャップのばらつきをさらに抑制できるので、安定してトルクを発生することができる。なお、本実施形態において、両方の荷重入力位置IPは、軸（Zs軸）方向において、ボール配置領域BRの中央部よりもローター113bの一方の端部113T1側に取り付けられた転がり軸受117から離れた位置、すなわち、ねじ軸111bの他端部111T2側としてもよい。

[0091] 図20は、本実施形態に係る電動アクチュエータにおいて転がり軸受の封止部材の配置を示すための断面図である。上述したように、電動アクチュエータ100、110a、100bは、ローター113がボールねじのナットと一体となっている。このため、転がり軸受117は、電動アクチュエータ100等の筐体としての第1から第3モータケース101、102、103

内に、ローター113と隣接して配置される。このような配置の場合、ボールねじ及び転がり軸受117の潤滑油又はグリース等が筐体の内部、より具体的にはステーター110が配置されている空間に侵入する可能性がある。その結果、電動アクチュエータ100等は能力を最大限に発揮できない可能性もある。そこで、電動アクチュエータ100等は、潤滑油又はグリース等を、筐体内部のステーター110が配置されている空間に侵入させない構造が必要となる。図20に示す電動アクチュエータ100cは、転がり軸受117の内輪117Iと外輪117Sとの間を封止する封止部材50を、筐体の内部側であって、ローター113及びステーター110が配置されている側に有している。このようにすることで、潤滑油又はグリース等が、筐体のステーター110が配置されている空間に侵入する可能性を低減できるので、電動アクチュエータ100は能力を最大限に発揮することができる。封止部材50は、上述した電動アクチュエータ100、110a、100bが有する転がり軸受117に設けてもよい。

[0092] 本実施形態に係る電動アクチュエータ100等を自動車等の車両用として用いる場合、質量をできるだけ小さくすること、コストをできるだけ低減すること等の要求から、電動アクチュエータ100等は、できる限り部品点数が少ない構成が望ましい。このため、ボールねじのナットを兼ねるローター113の一部を、ローター113を支持する転がり軸受117の内輪117Iと兼用してもよい。

[0093] 図21は、転がり軸受の内輪を兼用したローターを備える電動アクチュエータを示す断面図である。図22は、図21に示す電動アクチュエータの転がり軸受を示す拡大図である。電動アクチュエータ100cのローター113dは、回転抑制部材107と対向する開口部113Hd側が、転がり軸受117dの内輪113IRとなっている。転がり軸受117dは、この内輪113IRと、転動体117Bと、外輪117Sとを含む。このようにすることで、電動アクチュエータ100dは部品点数が削減される。

[0094] 転がり軸受の内輪とボールねじのナットとは、それぞれの材料に求められ

る機能が共通するため、同一の材料を使用することができる。このような材料としては、例えば、SCM420Hの浸炭材である。さらに、力の作用する方向を考慮して、図19に示すように、内輪113IRの肩高さを高くする。すなわち、内輪113IRの肩部113T（図18に示す開口部113Hd側）を、径方向（図19の矢印rで示す方向）に向かって伸ばし、転動体117Bを挟んだ反対側よりも肩部113Tの直径を大きくする。このようにすることで、ローター113dの抜け止め及び転がり軸受117dにアキシアル荷重を大きく負荷できるといった利点がある。さらに、ローター113dと転がり軸受117dの内輪113IRとを一体化することにより、電動アクチュエータ100dの軸方向における寸法を小さくできるという利点もある。これは、前述した一体化によって、転がり軸受117dの抜け止めのために止め輪が不要になるため、その分、電動アクチュエータ100dの軸方向における寸法を小さくできるからである。

[0095] 以上、本実施形態について説明したが、上述した内容により本実施形態が限定されるものではない。また、上述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、上述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換及び変更を行うことができる。

符号の説明

- [0096] 1 自動変速装置
- 1C 筐体
 - 20A、21A 第1コイル
 - 20B、21B 第2コイル
 - 20 トルクセンサ（第1のトルクセンサ）
 - 21 第2のトルクセンサ
 - 30 樹脂
 - 31 磁性流体

50 封止部材

100、100a、100b、100c、100d 電動アクチュエータ

100M 電動機

101 第1モータケース

102 第2モータケース

103 第3モータケース

104 カシメ部

107 回転抑制部材

109 貫通孔

110 ステーター

111 ねじ軸

111I 中空部

111S 段部

113、113b、113d ローター

113H、113Hd 開口部

113F 拡径部

113I 中空部分

113IR 内輪

113T 肩部

114 ロータラミネーションスタック

115 磁石

116 インボリュートスプライン孔

117、117d、600a、600b、600c 転がり軸受

117B 転動体

117I 内輪

117S 外輪

118 軸用止め輪

119B 孔用止め輪

- 1 1 9 S 止め輪
- 1 2 0 滑り軸受
- 1 2 1 第1溝
- 1 2 2 第2溝
- 1 2 3 ボール
- 1 2 5 変換機構
- 1 3 1 クランプ部材
- 1 5 0 信号線
- 2 0 0 引き棒
- 2 0 0 H 開口
- 2 0 0 T 1 一方の端部
- 2 0 0 T 2 他方の端部
- 2 0 0 I 通路
- 2 0 1 第1インボリュートスプライン軸
- 2 0 2 第2インボリュートスプライン軸
- 2 0 4 拡径部
- 3 0 0 クラッチレリーズ軸受
- 4 0 0 クラッチ
- 5 0 0 動力伝達軸
- F a、F p 圧縮荷重
- F b、F t 引張荷重
- G a エアギャップ
- I P 荷重入力位置
- L b 荷重作用位置
- S F 荷重支持部

請求の範囲

- [請求項1] 棒状の部材であり、一方の端部側における外周面に螺旋状の第1溝を有する操作部材と、
- 前記操作部材が配置される中空部分を有する円筒形状の部材であり、前記中空部分の内周面の一部に前記第1溝と対応する螺旋状の第2溝を有し、かつ前記操作部材の他方の端部側が前記中空部分から突出する開口部を有するローターと、
- 前記第1溝と前記第2溝との間に配置される複数のボールと、
- 前記ローターに取り付けられて前記ボールを循環させる循環用部材と、
- 前記ローターの径方向外側に配置されて、前記ローターの軸を中心として前記ローターを回転させることにより、前記操作部材を前記軸方向に移動させるステーターと、
- 前記操作部材の一部と係り合っ前記操作部材の前記軸周りの回転を抑制する回転抑制部材と、
- を含む電動アクチュエータ。
- [請求項2] 前記循環用部材は、前記ローターの外周面から前記ローターに埋め込まれており、
- 前記ローターは、自身の外周面かつ前記循環用部材の外側に取り付けられた円筒形状の部材を備える、請求項1に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項3] 前記操作部材の前記第1溝が形成されている部分と、前記ローターの前記第2溝が形成されている部分とは、前記軸方向における荷重の方向が同一である請求項1又は2に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項4] 前記操作部材は、前記一方の端部側における外周部に、外周面に前記第1溝を有する円筒形状のねじ軸が取り付けられており、
- 前記ねじ軸は、前記操作部材の前記一方の端部側に取り付けられ、
- 前記ローターは、前記開口部側が、前記ステーターが取り付けられ

る筐体に、転がり軸受を介して回転可能に支持され、

前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域の中央部よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置される、請求項3に記載の電動アクチュエータ。

[請求項5] 前記ねじ軸への荷重の入力位置は、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置される、請求項4に記載の電動アクチュエータ。

[請求項6] 前記操作部材は、前記一方の端部側における外周部に、外周面に前記第1溝を有する円筒形状のねじ軸が取り付けられており、

前記ねじ軸は、前記操作部材の前記一方の端部側に取り付けられ、

前記ローターは、前記開口部とは反対側が、前記ステーターが取り付けられる筐体に、転がり軸受を介して回転可能に支持され、

前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域の中央部よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置される、請求項3に記載の電動アクチュエータ。

[請求項7] 前記ねじ軸への荷重の入力位置は、前記軸方向において、前記複数のボールが配置される領域よりも前記転がり軸受から離れた位置に、前記ねじ軸への荷重の入力位置が配置される、請求項6に記載の電動アクチュエータ。

[請求項8] 前記転がり軸受は、内輪と外輪との間を封止する封止部材を、前記ローター及び前記ステーターが配置されている側に有する、請求項4から7のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。

[請求項9] 前記ローターの前記開口部側は、前記転がり軸受の内輪となっている請求項4から8のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。

[請求項10] 動力源からの動力を伝達する中空の動力伝達軸及び前記動力源と前記動力伝達軸との間に配置されるクラッチを有する動力伝達装置の前記クラッチを操作するにあたり、

前記ローターとは反対側における前記操作部材の端部側に取り付けられて前記クラッチに前記操作部材からの入力を与えるクラッチレリーズ軸受と、

前記操作部材に取り付けられて前記動力伝達軸が伝達するトルクを検出するトルクセンサと、

を含む請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電動アクチュエータ。

[請求項11] 前記操作部材は、自身の長手方向に延在し、かつ前記ローター側の端部に開口する通路を有しており、

前記トルクセンサの信号線は、前記操作部材の前記通路から前記開口を通過して引き出され、かつ前記開口の部分で前記操作部材に固定される、請求項 10 に記載の電動アクチュエータ。

[請求項12] 前記動力伝達軸の内面は、Ni系の薄膜で被覆される、請求項 10 又は 11 に記載の電動アクチュエータ。

[請求項13] 動力源からの動力を伝達する中空の動力伝達軸及び前記動力源と前記動力伝達軸との間に配置されるクラッチを有する動力伝達装置の前記クラッチを操作するものであり、

ステーターと、

前記ステーターの径方向内側に配置されるローターと、

前記動力伝達軸の内側に配置される棒状の操作部材と、

前記ローターの回転運動を前記操作部材の延在方向への直線運動に変換する変換機構と、

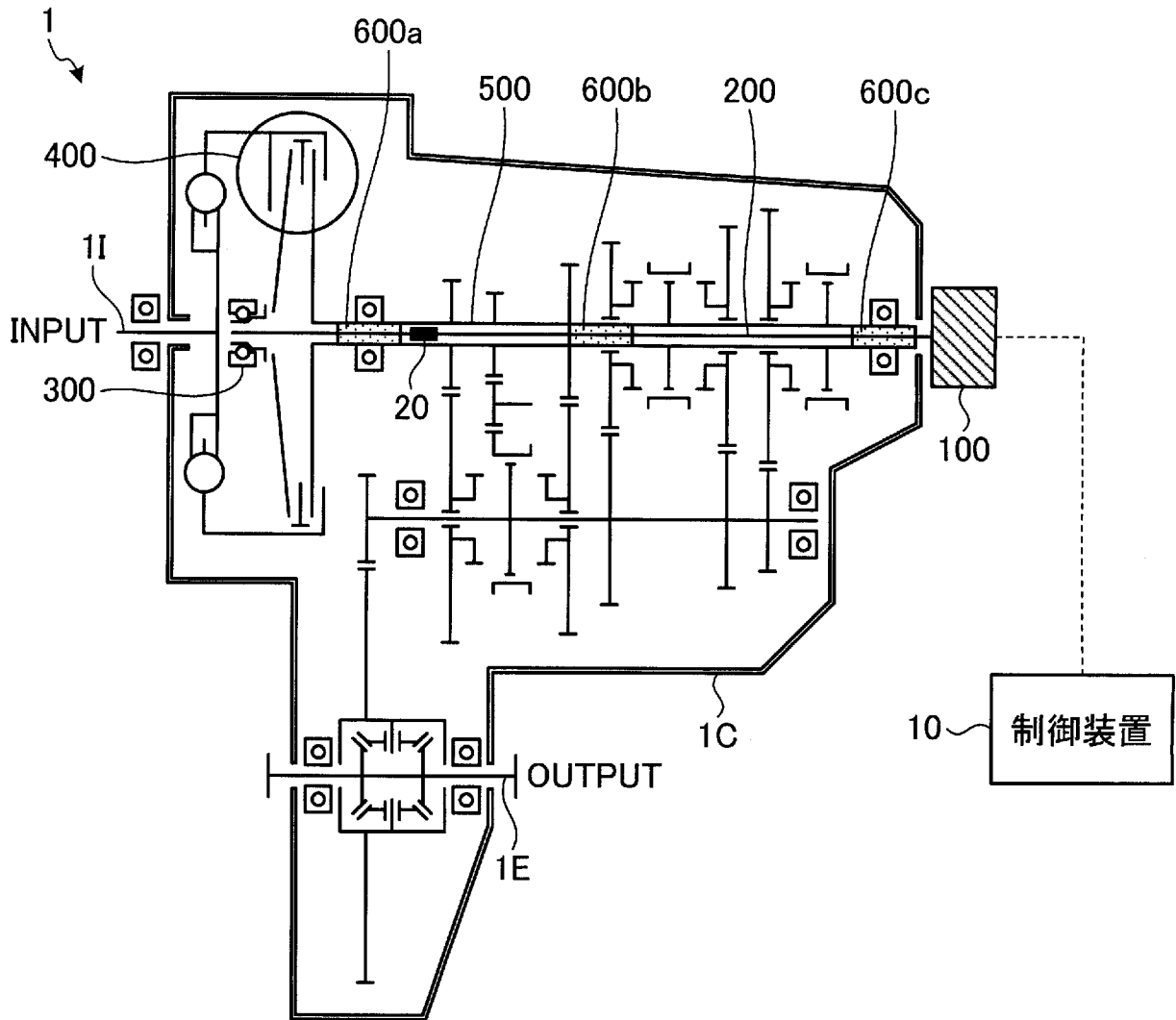
前記変換機構とは反対側における前記操作部材の端部側に取り付けられて前記クラッチに前記操作部材からの入力を与えるクラッチレリーズ軸受と、

前記操作部材に取り付けられて前記動力伝達軸が伝達するトルクを検出するトルクセンサと、

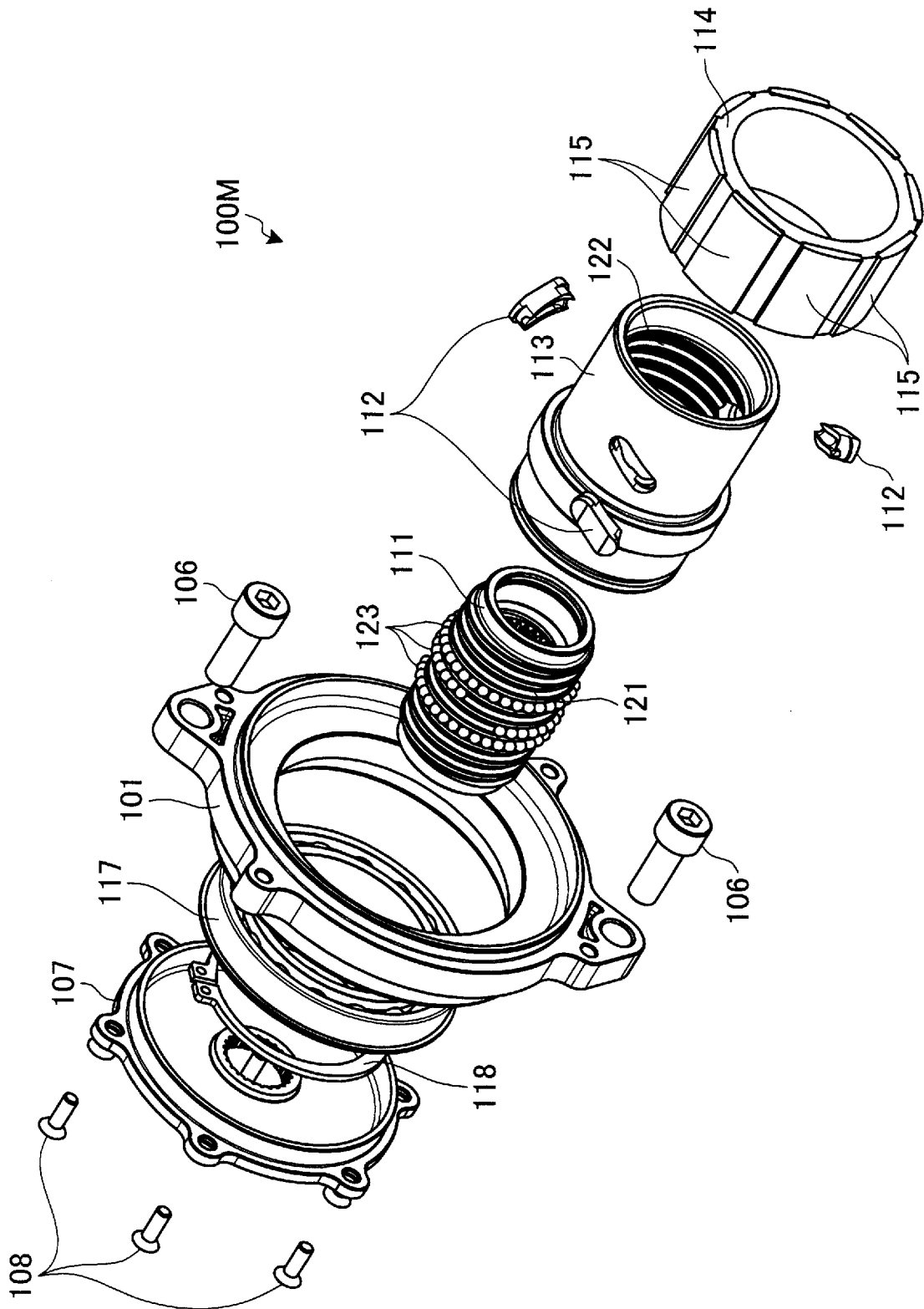
を含む電動アクチュエータ。

- [請求項14] 前記操作部材は、自身の長手方向に延在し、かつ前記変換機構側の端部に開口する通路を有しており、
前記トルクセンサの信号線は、前記操作部材の前記通路から前記開口を通過して引き出され、かつ前記開口の部分で前記操作部材に固定される、請求項13に記載のアクチュエータ。
- [請求項15] 前記トルクセンサは、第1のトルクセンサと、前記第1のトルクセンサに対して前記操作部材の長手方向及び周方向の異なる位置に取り付けられる第2のトルクセンサと、を有する請求項13又は14に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項16] 前記動力伝達軸の内面は、Ni系の薄膜で被覆される、請求項13から15のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項17] 前記トルクセンサは、前記操作部材の外周部に取り付けられて、前記動力伝達軸の内側から前記トルクを検出する、請求項13から16のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項18] 前記トルクセンサと前記操作部材との間には、樹脂が介在する、請求項17に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項19] 前記操作部材は非磁性である、請求項13から18のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項20] 前記操作部材と前記動力伝達軸との間には磁性流体が存在する、請求項13から19のいずれか1項に記載の電動アクチュエータ。

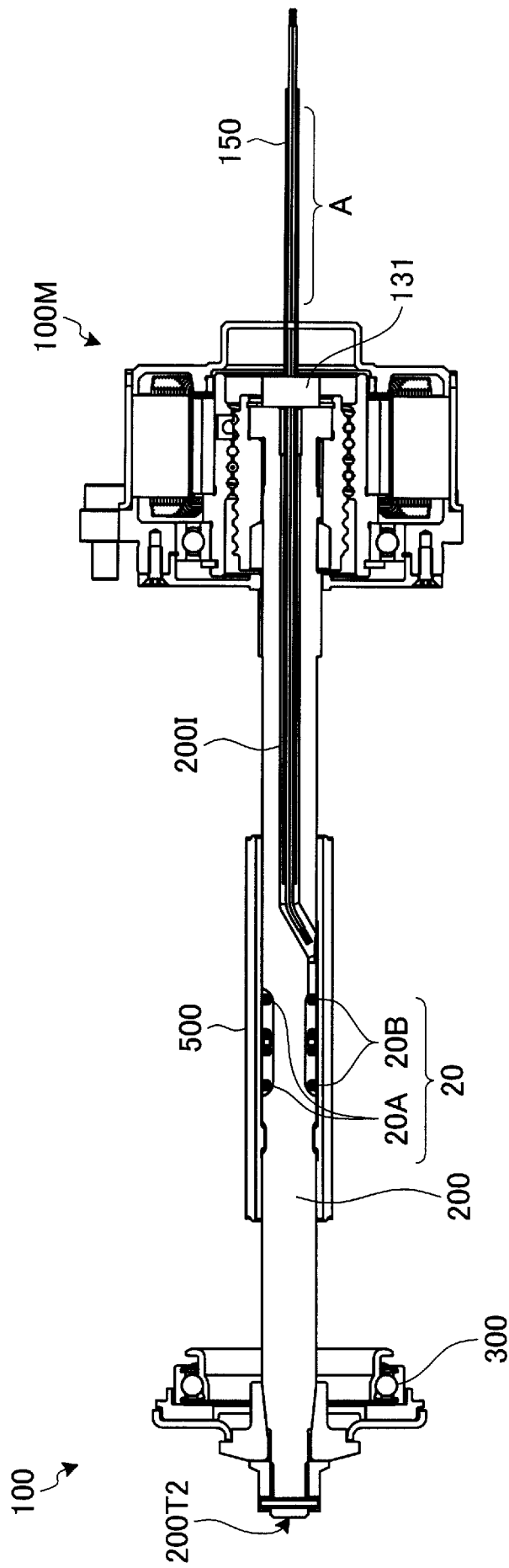
[図1]



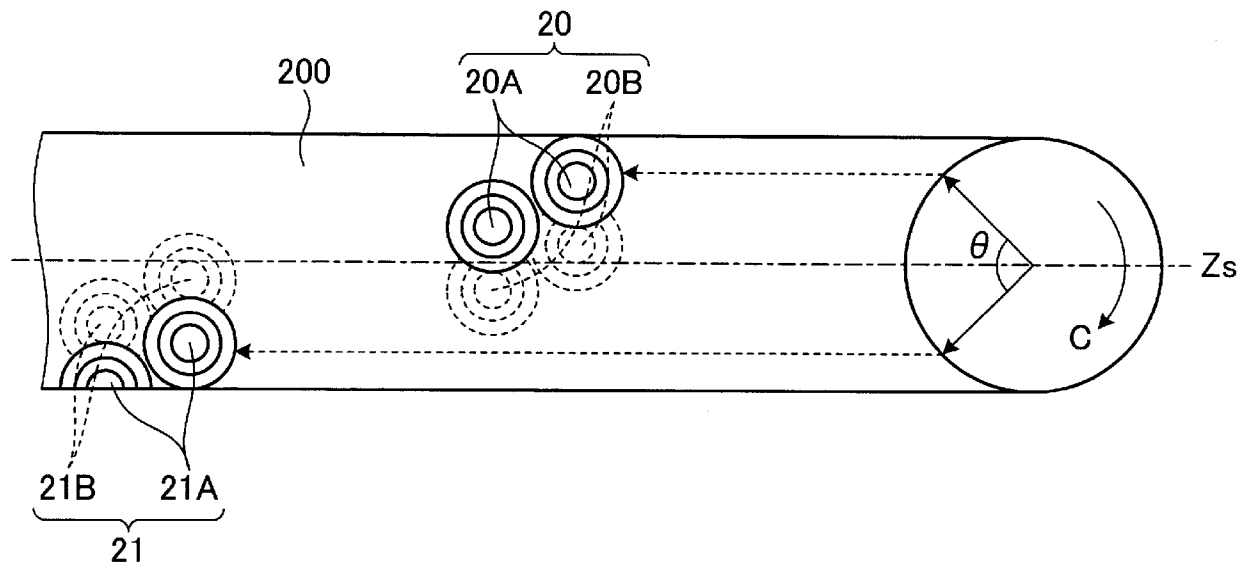
[図5]



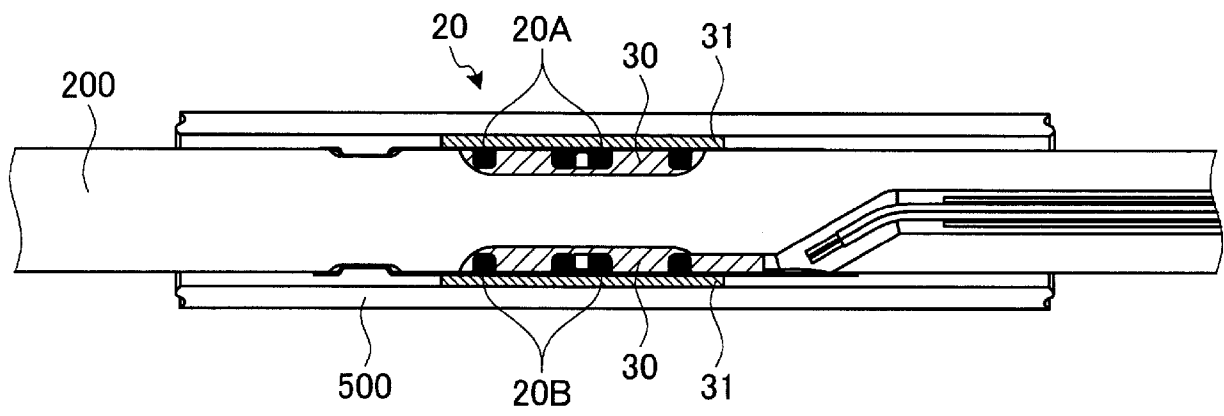
[図6]



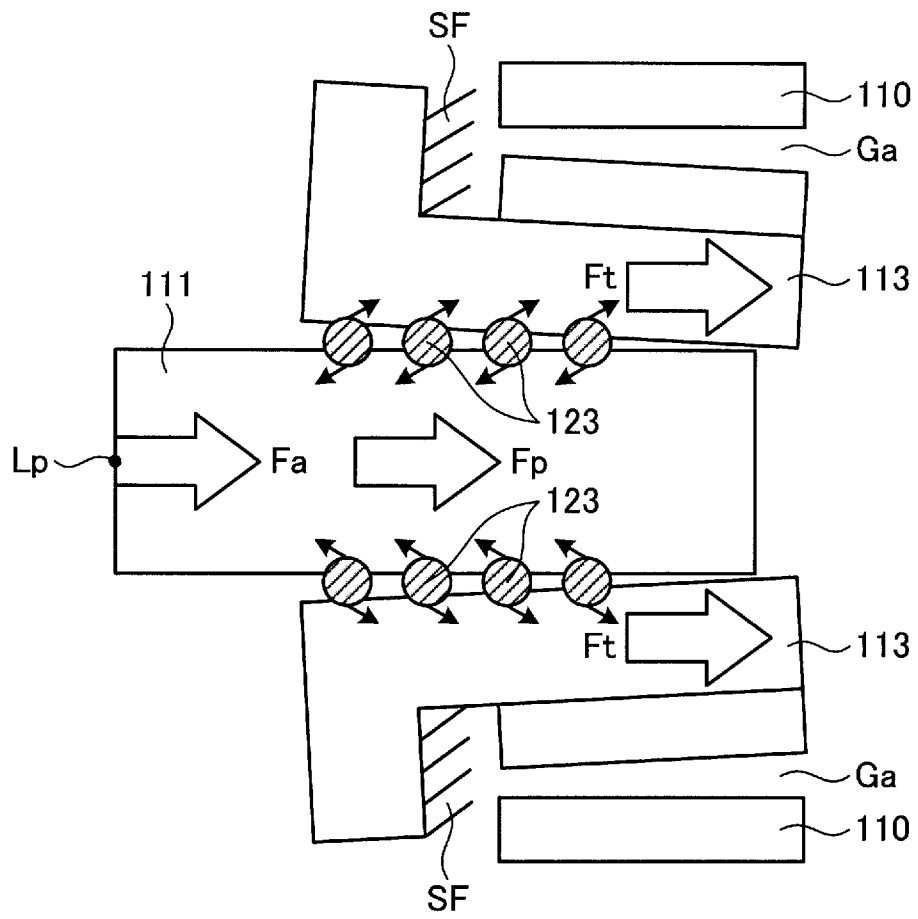
[図7]



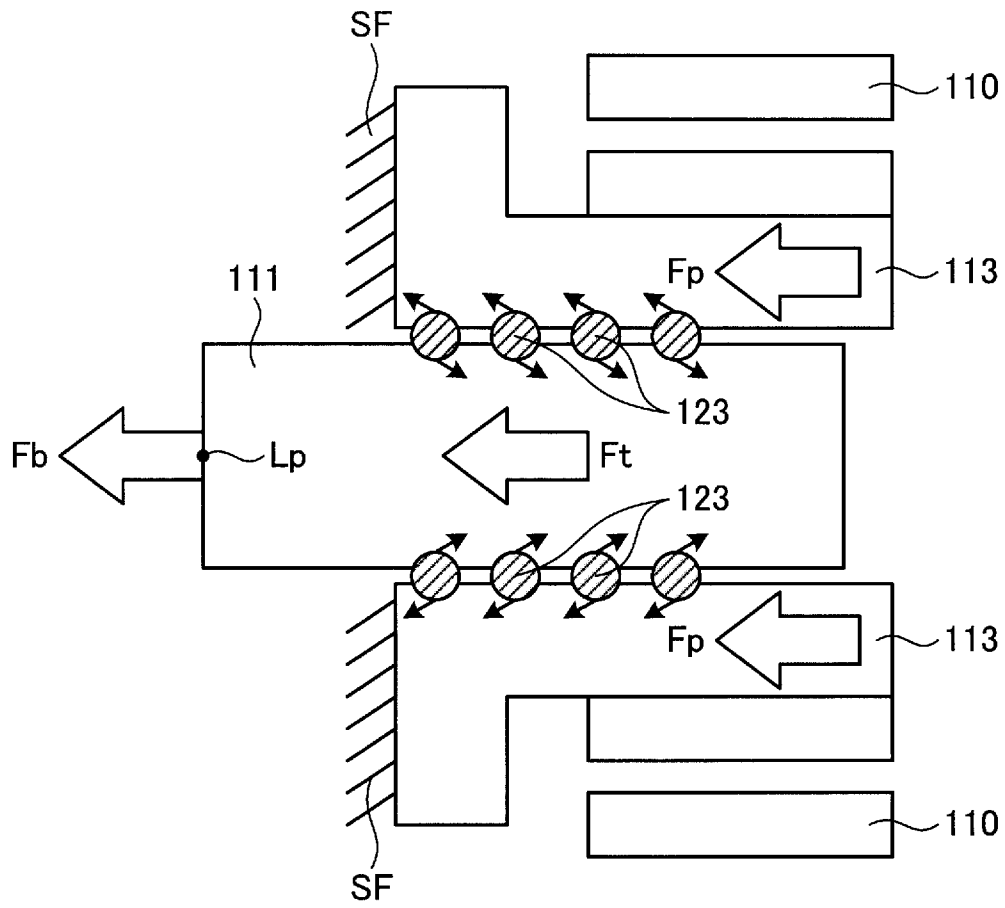
[図8]



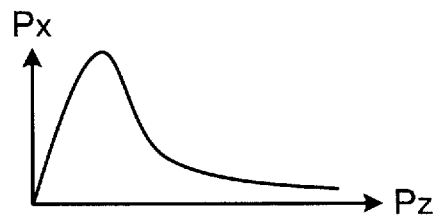
[図9]



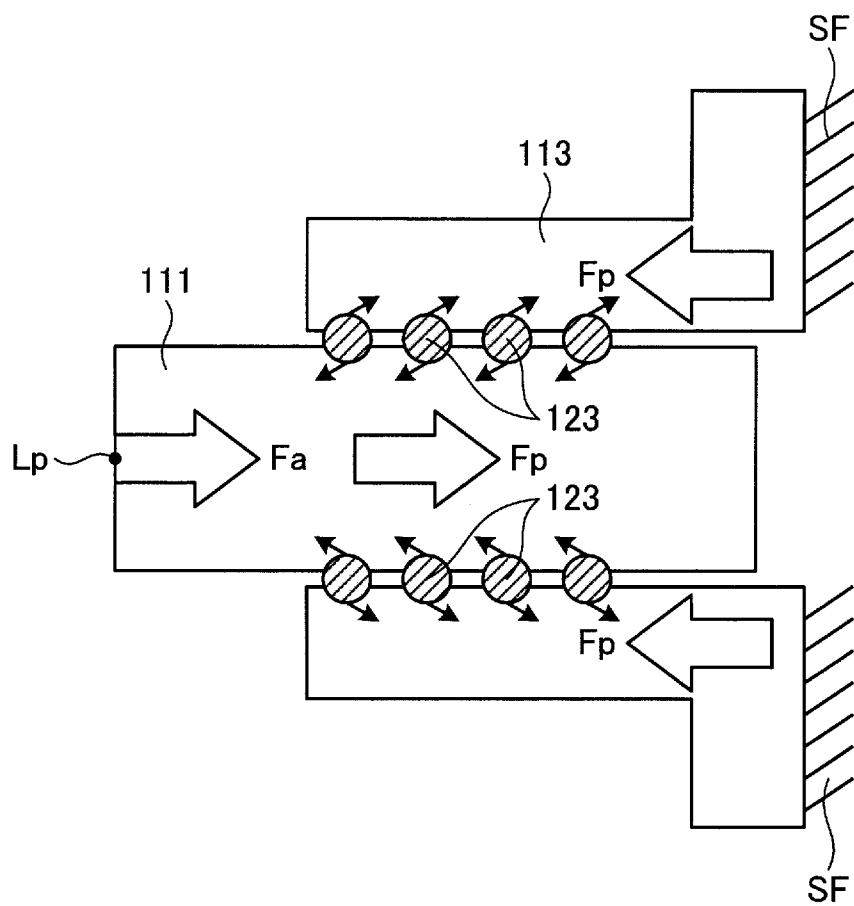
[図10]



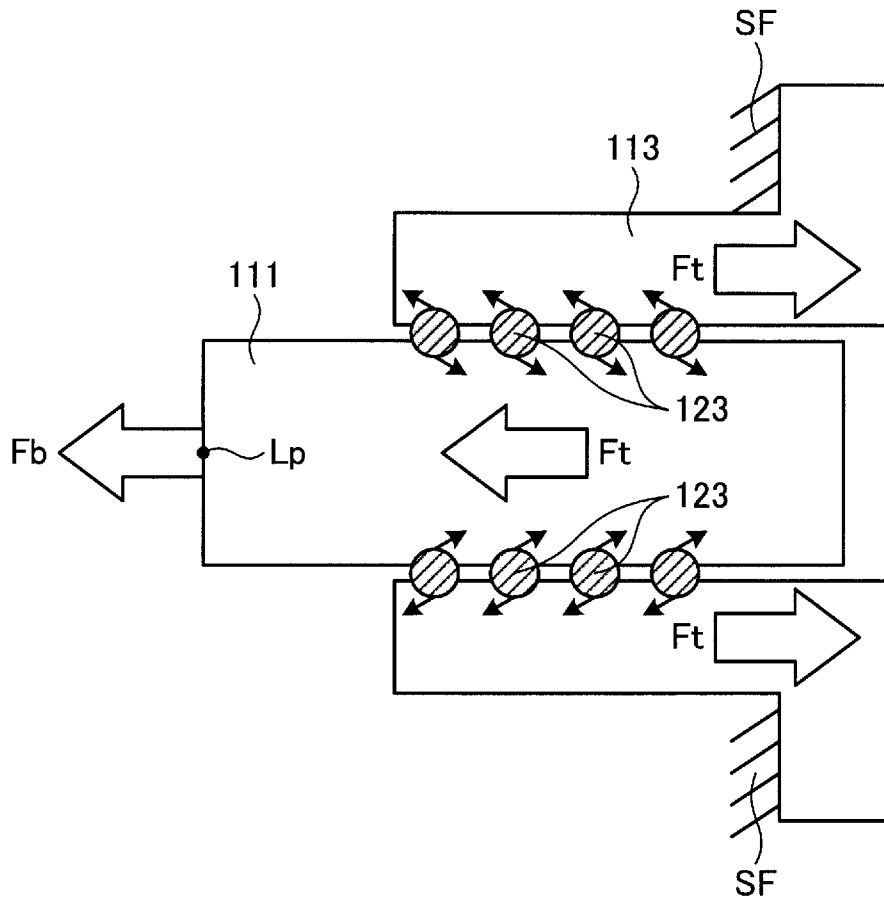
[図11]



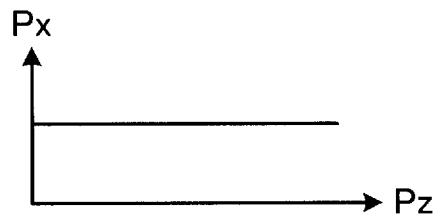
[図12]



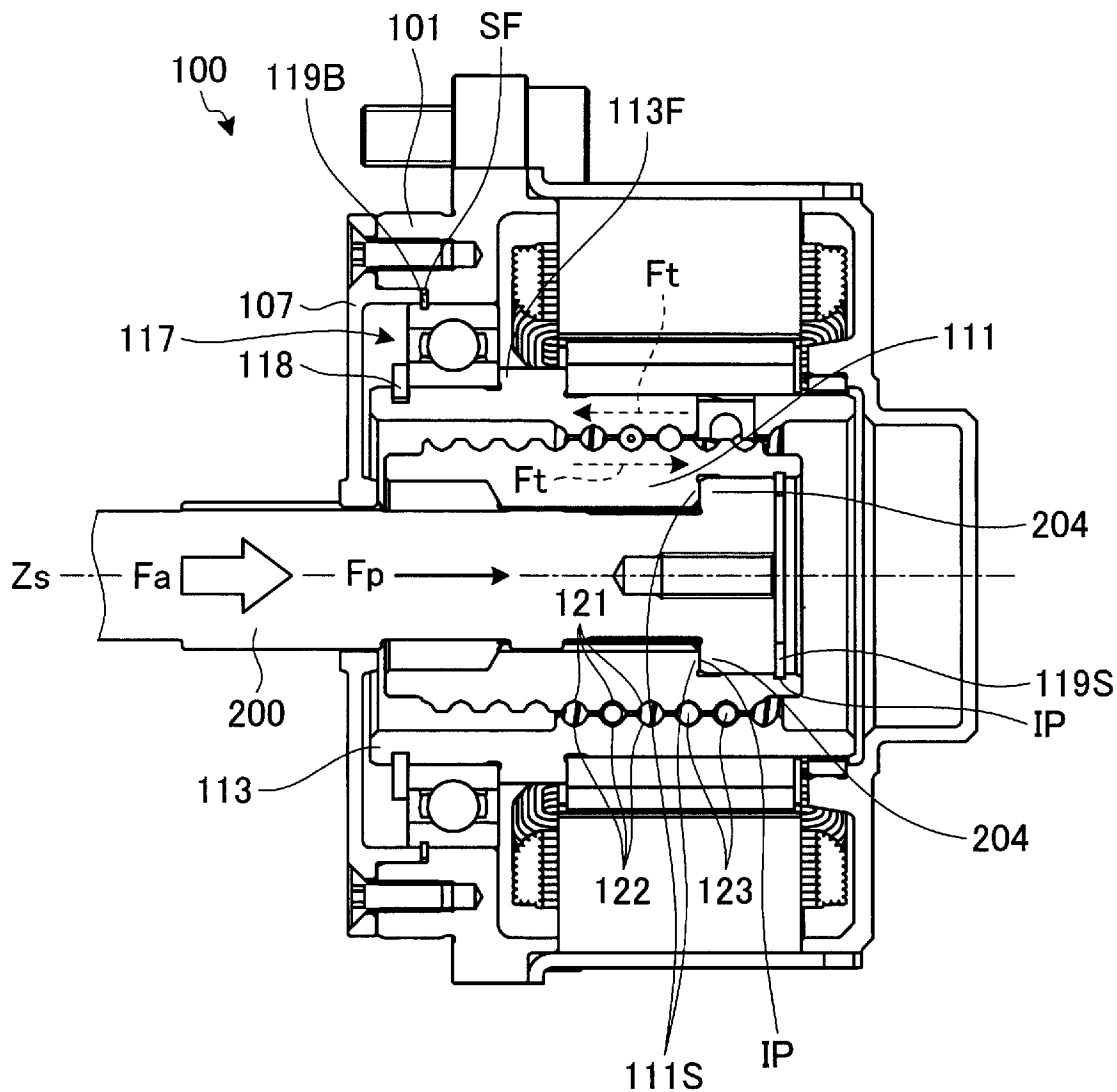
[図13]



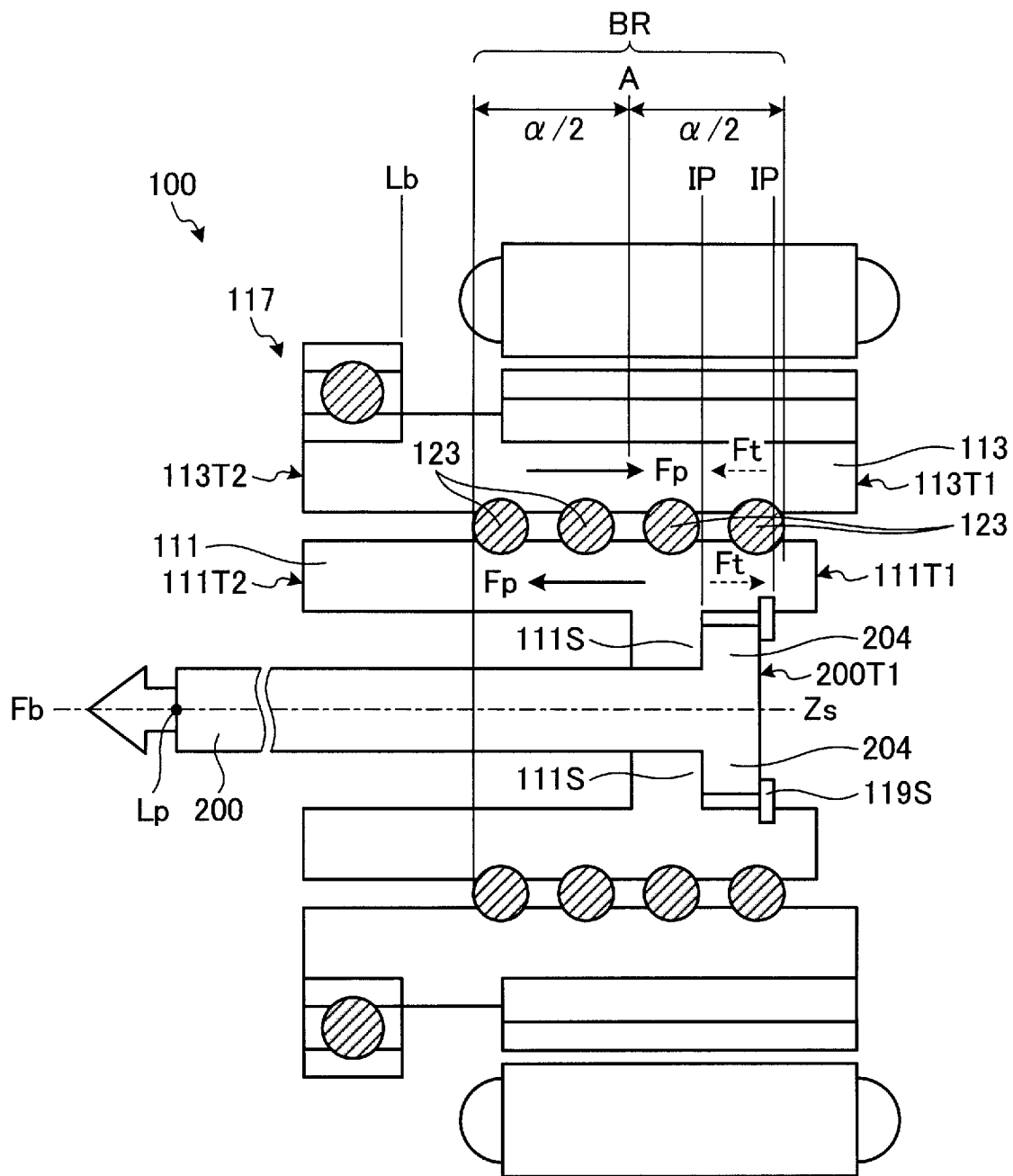
[図14]



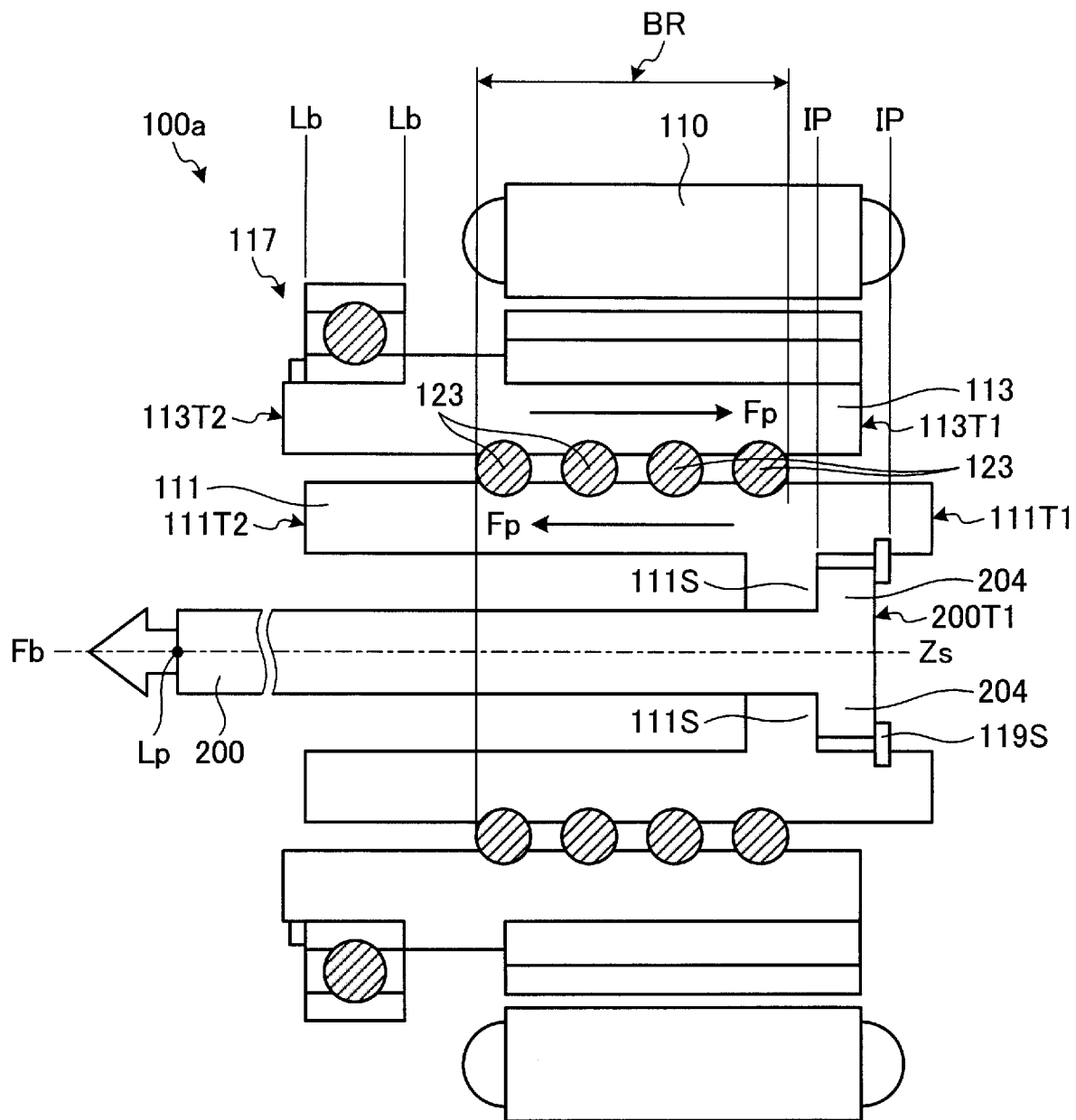
[図15]



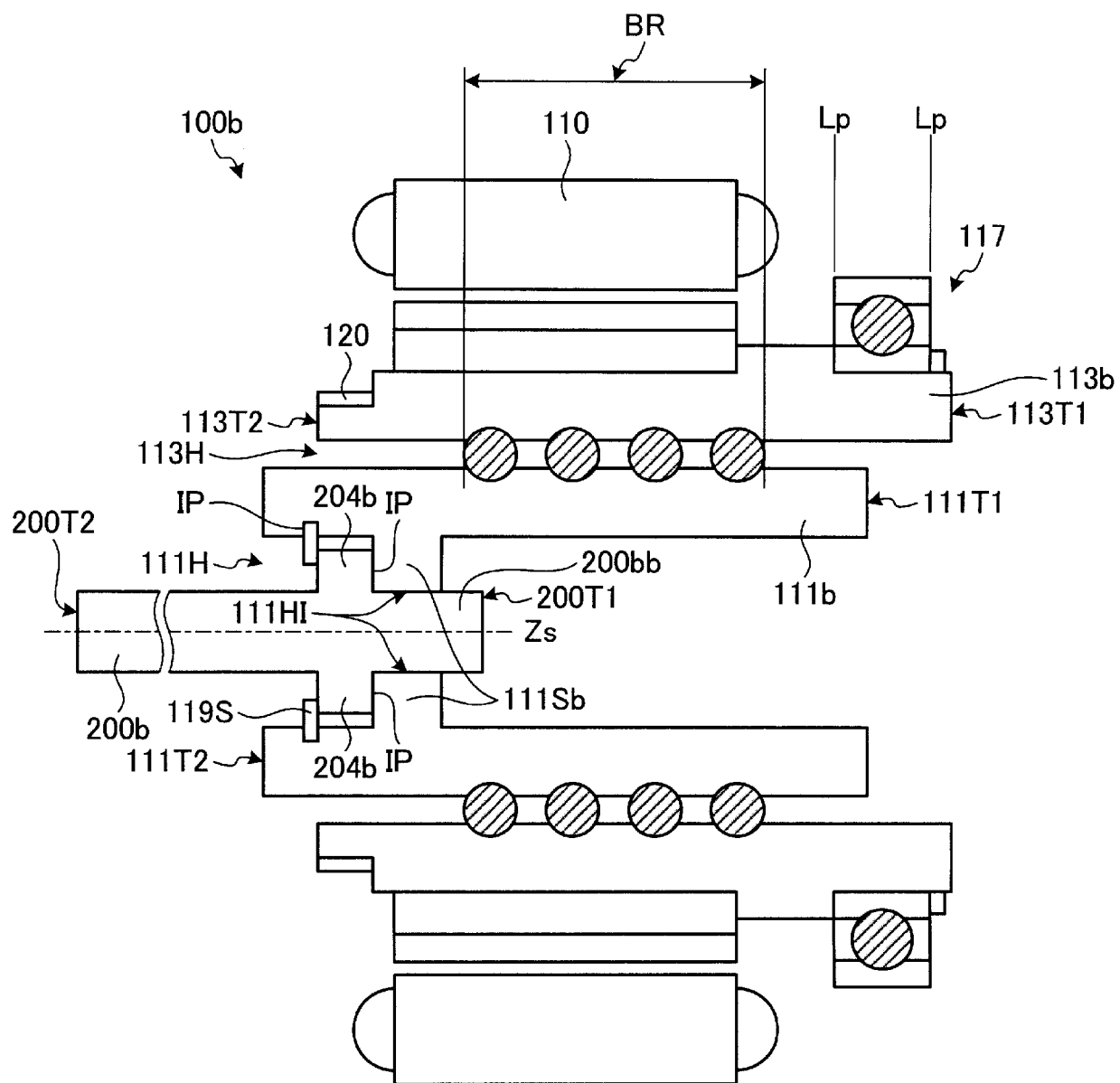
[図17]



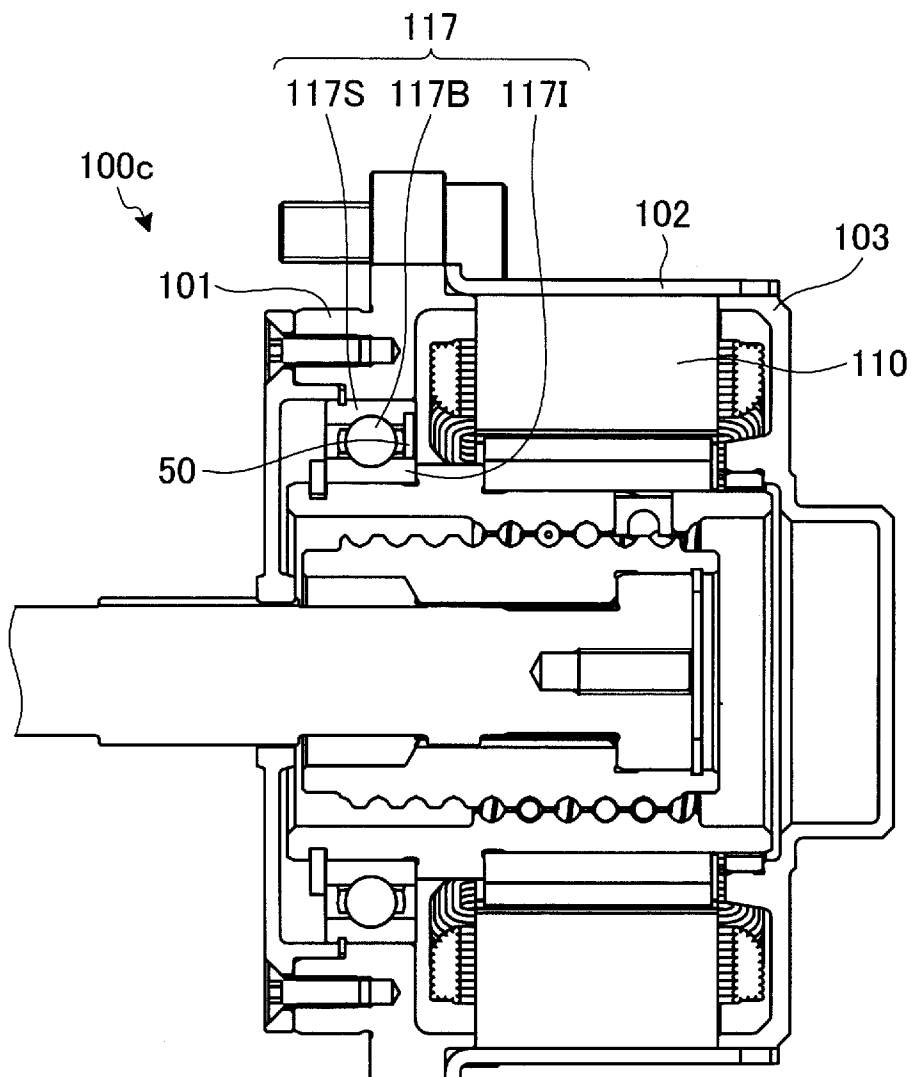
[図18]



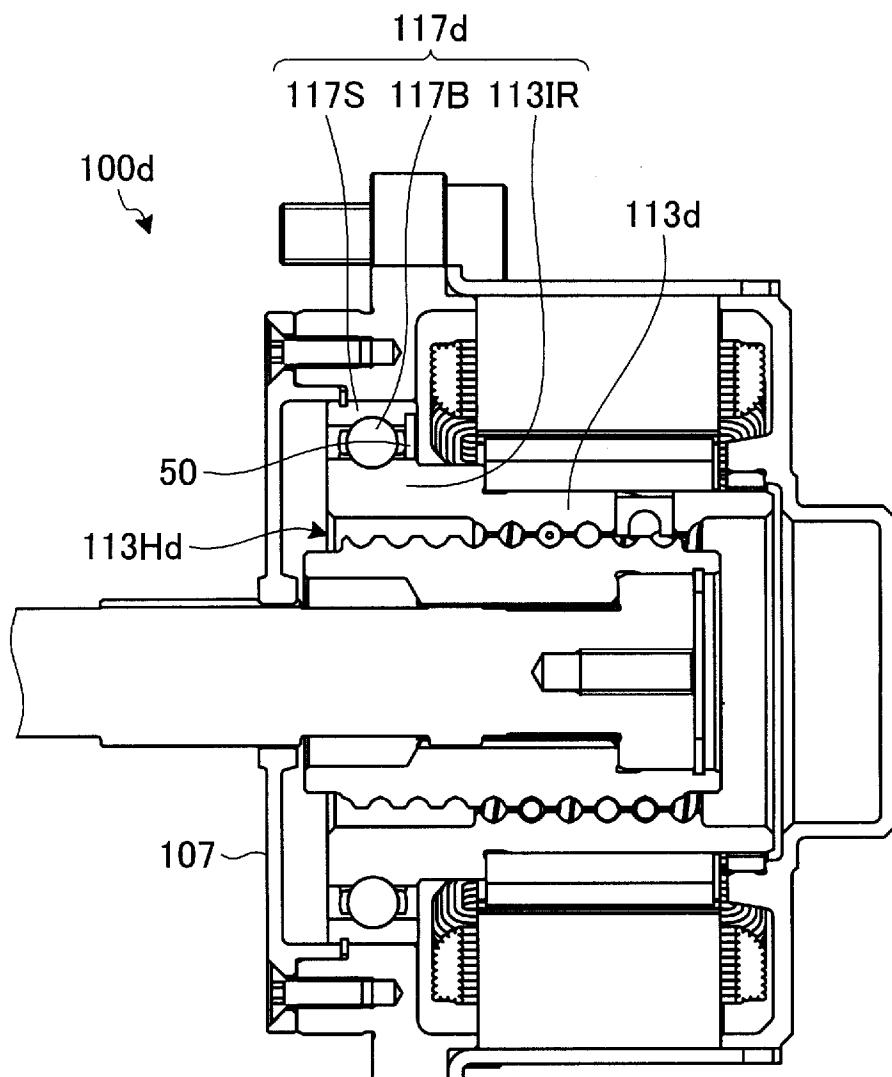
[図19]



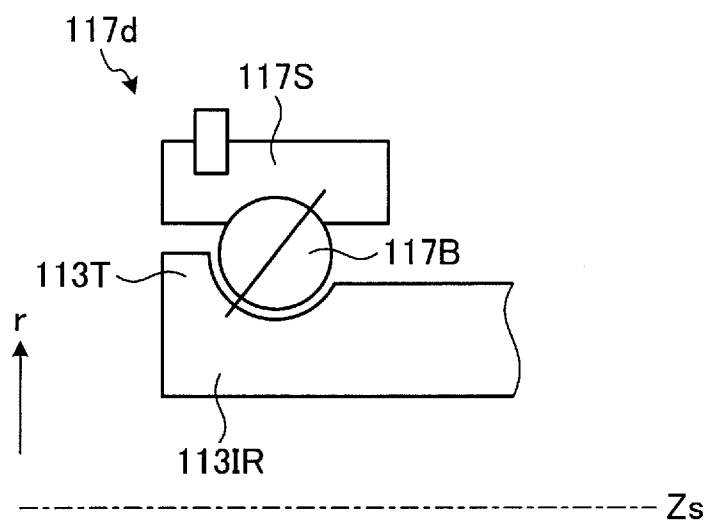
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H25/20(2006.01)i, F16D23/14(2006.01)i, F16H25/22(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)

F16H25/20, F16D23/14, F16H25/22

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2005-233228 A (NTN Corp.), 02 September 2005 (02.09.2005), paragraphs [0013], [0017], [0020], [0022]; fig. 1 to 3 & WO 2005/078309 A1 & JP 4439285 B2	1-12
Y	JP 2001-289301 A (NTN Corp.), 19 October 2001 (19.10.2001), entire text; all drawings & JP 3844943 B2 & US 2002/0003059 A1 & US 6439338 B2 & GB 2361045 B	1-12
Y	JP 2007-146874 A (Toyota Motor Corp.), 14 June 2007 (14.06.2007), entire text; all drawings & JP 4640135 B2	1-12

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
29 October, 2012 (29.10.12)Date of mailing of the international search report
06 November, 2012 (06.11.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069904

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-179583 A (JTEKT Corp.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0019], [0020], [0022], [0023]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-12
Y	JP 2012-039765 A (NTN Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraph [0039]; fig. 1 to 5 (Family: none)	8-12
Y	JP 2001-050300 A (Exedy Corp.), 23 February 2001 (23.02.2001), entire text; all drawings (Family: none)	10-20
Y	JP 2004-225723 A (JATCO Ltd.), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraphs [0033] to [0035]; fig. 2 to 4 (Family: none)	10-20
Y	JP 11-304607 A (NSK Ltd.), 05 November 1999 (05.11.1999), paragraphs [0043] to [0046]; fig. 1 to 4 & JP 3371807 B2	12,16-20
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 166178/1988 (Laid-open No. 088139/1990) (Toyota Motor Corp.), 12 July 1990 (12.07.1990), entire text; all drawings (Family: none)	20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16H25/20(2006.01)i, F16D23/14(2006.01)i, F16H25/22(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. F16H25/20, F16D23/14, F16H25/22		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
Y	JP 2005-233228 A (NTN株式会社) 2005.09.02, 段落【0013】, 【0017】, 【0020】, 【0022】, 【図1】 - 【図3】 & WO 2005/078309 A1 & JP 4439285 B2	1-12
Y	JP 2001-289301 A (エヌティエヌ株式会社) 2001.10.19, 全文, 全図 & JP 3844943 B2 & US 2002/0003059 A1 & US 6439338 B2 & GB 2361045 B	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 29.10.2012	国際調査報告の発送日 06.11.2012	
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) 河端 賢 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3 J 9428

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
Y	JP 2007-146874 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.06.14, 全文, 全図 & JP 4640135 B2	1-12
Y	JP 2011-179583 A (株式会社ジェイテクト) 2011.09.15, 段落 【0019】, 【0020】, 【0022】, 【0023】, 【図2】 - 【図4】 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2012-039765 A (NTN株式会社) 2012.02.23, 段落【0039】, 【図1】 - 【図5】 (ファミリーなし)	8-12
Y	JP 2001-050300 A (株式会社エクセディ) 2001.02.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	10-20
Y	JP 2004-225723 A (ジヤトコ株式会社) 2004.08.12, 段落【0033】 - 【0035】, 【図2】 - 【図4】 (ファミリーなし)	10-20
Y	JP 11-304607 A (日本精工株式会社) 1999.11.05, 段落【0043】 - 【0046】, 【図1】 - 【図4】 & JP 3371807 B2	12, 16-20
Y	日本国実用新案登録出願63-166178号(日本国実用新案登録出願公開 02-088139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(トヨタ自動車株式会社) 1990.07.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	20