

(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  
2017年8月17日(17.08.2017)



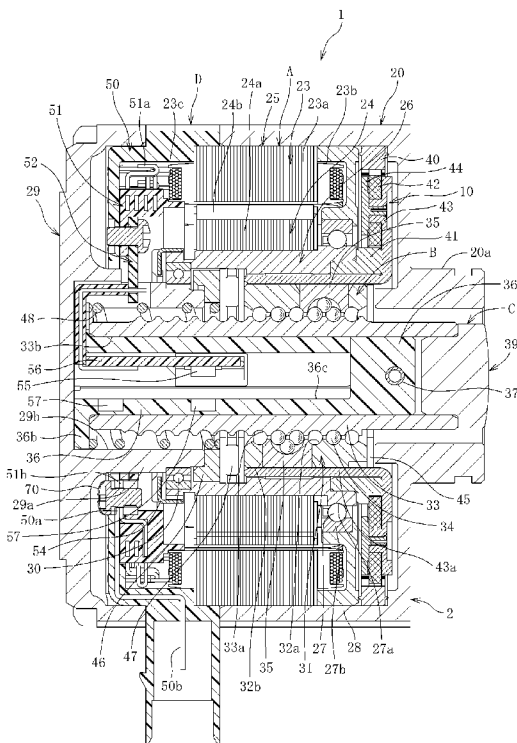
(10) 国際公開番号  
WO 2017/138353 A1

- (51) 国際特許分類:  
F16H 25/22 (2006.01) G01B 7/00 (2006.01)  
F16H 25/24 (2006.01)
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外(SHIROMURA Kunihiko et al.); 〒5410059 大阪府大阪市中央区博労町4丁目2番15号 江原特許事務所 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002479
- (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) 国際出願日: 2017年1月25日(25.01.2017)
- (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 2016-022691 2016年2月9日(09.02.2016) JP
- (71) 出願人: N T N株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (72) 発明者: 松任 卓志 (MATSUTOU Takushi); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N株式会社内 Shizuoka (JP). 池田 良則 (IKEDA Yoshinori); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N株式会社内 Shizuoka (JP). 内藤 悠紀 (NAITOU Yuuki); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N株式会社内 Shizuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: BALL SCREW DEVICE AND ELECTRIC ACTUATOR EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称: ボールねじ装置およびこれを備える電動アクチュエータ



(57) Abstract: A ball screw device 31 which is equipped with a ball screw shaft 33 and a ball screw nut 32 for rotatably engaging the outer periphery of the ball screw shaft 33 via a plurality of balls 34, and causes the ball screw shaft 33 to move linearly in the axial direction in response to the rotation of the ball screw nut 32, wherein: the ball screw shaft 33 is formed so as to be hollow and to have a hole 33b therein extending in the axial direction; and a stroke detection sensor 55 for detecting the amount of displacement of the ball screw shaft 33 in the axial direction is provided inside the hole 33b.

(57) 要約: ボールねじ軸 33 と、複数のボール 34 を介してボールねじ軸 33 の外周に回転自在に嵌合されたボールねじナット 32 とを備え、ボールねじナット 32 の回転に伴ってボールねじ軸 33 が軸方向に直線運動するボールねじ装置 31 において、ボールねじ軸 33 が、軸方向に延びた孔部 33b を有する中空状に形成され、孔部 33b に、ボールねじ軸 33 の軸方向の変位量を検出するためのストローク検出用センサ 55 が配置されている。

WO 2017/138353 A1

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：

ボールねじ装置およびこれを備える電動アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、ボールねじ装置およびこれを備える電動アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 回転運動を直線運動に変換して出力する運動変換装置の一つに、ボールねじ軸と、複数のボールを介してボールねじ軸の外周に回転自在に嵌合されたボールねじナットとを備えたボールねじ装置がある。また、この種のボールねじ装置を運動変換機構に採用したものとして、例えば、自動車の自動変速機、ブレーキおよびステアリング等の操作をモータ（電動モータ）の力を利用して行う電動アクチュエータがある（特許文献1）。特許文献1の電動アクチュエータは、モータの回転運動を受けてボールねじナットが回転（ボールねじ軸の軸線回りに回転）するのに伴って、ボールねじ軸が軸方向に進退移動するように構成されている。

[0003] 特許文献1の電動アクチュエータのように、運動変換機構にボールねじ装置を採用し、かつボールねじ軸が当該アクチュエータの出力部材を構成するものにおいては、ボールねじ軸の軸方向の進退移動量（軸方向の変位量）に応じた出力（荷重）が操作対象に付与されることから、ボールねじ軸の軸方向の変位量を高精度に管理・制御する必要がある。このため、この種の電動アクチュエータにおいては、通常、ボールねじ軸の軸方向の変位量を検出するためのセンサが設けられる。特許文献1の電動アクチュエータにおいては、回転角センサと、モータロータとしても機能するボールねじナットに設けた磁石とを軸方向のすきまを介して対向配置することにより、ボールねじナットの回転に伴う磁石の磁束変化を検出し、その検出値に基づいてボールねじ軸の軸方向の変位量を間接的に導出することができるようにしている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-330942号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1のように、ボールねじ軸の軸方向の変位量を間接的に導出するようにした場合、ボールねじ軸の変位量検出に際しては、ボールねじ装置のガタ、剛性、動作精度等の影響を受けるため、ボールねじ軸の変位量を必ずしも正確に検出できるとは限らない。このため、ボールねじ軸の動作精度に優れ、信頼性に富むボールねじ装置、ひいては電動アクチュエータを実現できない可能性がある。特に、例えば大荷重を必要とする操作対象の制御用途に電動アクチュエータを適用すべく、モータ部とボールねじ装置との間に減速機を設けるような場合、ボールねじ軸の変位量検出に際しては減速機の動作精度等にも影響を受けることになるため、ボールねじ軸の変位量検出を正確に行うことができない可能性が一層高まる。

[0006] その一方、この種の電動アクチュエータを自動車等の車両に用いる場合には、使用機器に対する良好な搭載性を確保するためにも、できるだけ軽量・コンパクトであることが求められる。

[0007] 以上の実情に鑑み、本発明の課題は、軽量・コンパクトで、かつボールねじ軸の軸方向の変位量を正確に検出することができるボールねじ装置を実現することにある。また、本発明の他の課題は、軽量・コンパクトで使用機器に対する搭載性に優れ、かつ出力部材の動作精度に優れた信頼性に富む電動アクチュエータを実現することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために創案された本発明は、ボールねじ軸と、複数のボールを介してボールねじ軸の外周に回転自在に嵌合されたボールねじナットとを備え、ボールねじナットが回転するのに伴ってボールねじ軸が軸方

向に進退移動するボールねじ装置において、ボールねじ軸が軸方向に延びた孔部を有する中空状に形成され、上記孔部に、ボールねじ軸の軸方向の変位量を検出するためのストローク検出用センサが配置されていることを特徴とする。

[0009] このような構成によれば、ボールねじ軸の軸方向の変位量を直接検出することができ、ボールねじ軸の変位量検出に際して、ボールねじ装置のガタ、剛性、動作精度等の影響を受けることがなくなるため、ボールねじ軸の変位量を正確に検出することができる。このような作用効果は、ボールねじナットに回転力を付与するエンジンやモータ等の原動機とボールねじナットとの間に、原動機の回転を減速してボールねじナットに伝達する減速機を追加的に設けた場合にも同様に享受することができる。このため、ボールねじ軸の動作精度に優れ、信頼性に富むボールねじ装置を実現することができる。また、ストローク検出用センサは、中空状に形成されたボールねじ軸の内周に配置されるため、この種のセンサをボールねじ軸の外部に配置する場合のように、センサ配置用の専用スペースを別途確保する必要がなくなる。そのため、ストローク検出用センサを含んで構成されるボールねじ装置を軽量・コンパクト化することができる。

[0010] ストローク検出用センサは、径方向隙間を介して対向配置された永久磁石の周囲に形成される軸方向および径方向の磁界を検出し、これに基づいてボールねじ軸の軸方向の変位量を算出するホールセンサとすることができる。

[0011] 本発明に係るボールねじ装置は、上述したような特長を有することから、電力の供給を受けて駆動されるモータ部と、モータ部の回転運動を直線運動に変換する運動変換機構部とを備え、運動変換機構部に上記のボールねじ装置を採用し、かつ、ボールねじ軸の中心軸とモータ部の回転中心とを一致させた電動アクチュエータは、軽量・コンパクトで使用機器に対する搭載性に優れ、かつ出力部材の動作精度に優れた信頼性に富むものとなる。

[0012] 運動変換機構部には、モータ部の回転を減速してボールねじナットに伝達する減速機をさらに設けることができる。この場合、小型のモータを採用す

ることができるので、電動アクチュエータを一層軽量・コンパクト化することができる。減速機としては、遊星歯車減速機を採用することができる。遊星歯車減速機であれば、例えば、歯車緒元を変更したり、遊星ギヤの設置段数を変更したりすることで減速比を容易に調整することができ、しかも遊星ギヤを多段に設置しても減速機の大型化を回避することができる、という利点がある。

[0013] 電動アクチュエータは、ボールねじ軸を常時原点側に付勢する付勢部材を有するものとしても良い。このようにすれば、例えば、モータ部に適切に駆動電力が供給されないような場合には、ボールねじ軸を自動的に原点復帰させ、操作対象（使用機器）の作動に悪影響を及ぼす可能性を可及的に低減することができる。

[0014] 上記構成の電動アクチュエータは、軸方向に結合された複数部材からなり、モータ部および運動変換機構部を収容した筐体と、モータ部に電力（駆動電力）を供給するための給電回路およびストローク検出用センサを保持したターミナル部とを有するものとすることができる。この場合、ターミナル部は、筐体の構成部材により軸方向両側から挟持することができる。これにより、電動アクチュエータの組立性を向上することができる。

[0015] ターミナル部は、その外周部に、給電回路に接続されるリード線、およびストローク検出用センサに接続される信号線を筐体の外径側に引き出すための開口部を有するものとすることができる。このようにすれば、例えば、複数の電動アクチュエータを直列に配置し、かつ各ボールねじ軸を個別に直線運動させることができる電動アクチュエータを容易に実現することができる。このような電動アクチュエータは、操作対象が2以上ある使用機器、例えば、自動変速機的一种であるDCT（Dual Clutch Transmission）に搭載することができ、自動変速機全体の簡素化および軽量・コンパクト化に貢献できる。

### 発明の効果

[0016] 以上より、本発明によれば、軽量・コンパクトで、かつ、ボールねじ軸の

軸方向の変位量を正確に検出することができるボールねじ装置を実現することができる。また、本発明に係るボールねじ装置を電動アクチュエータの運動変換機構部に適用すれば、軽量・コンパクトで使用機器に対する搭載性に優れ、かつ、出力部材の動作精度に優れた信頼性に富む電動アクチュエータを実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態に係るボールねじ装置を備えた電動アクチュエータの縦断面図である。

[図2]図1のE-E線矢視断面図である。

[図3]モータのロータと運動変換機構部とを取り出して拡大した縦断面図である。

[図4]図1のF-F線矢視断面図である。

[図5]ケーシングにリングギヤを組み込んだ状態を示す縦断面図である。

[図6]モータのステータとターミナル部とを取り出して拡大した縦断面図である。

[図7]図1のG-G線矢視断面図である。

[図8]図1のH-H線矢視断面図である。

[図9]図1に示す電動アクチュエータの左側面図である。

[図10]図9のI-I線矢視断面図である。

[図11]ストローク検出センサによるボールねじ軸の変位量検出態様を説明するための模式図である。

[図12]電動アクチュエータの制御系統を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[0019] 図1に、本発明の一実施形態に係るボールねじ装置を備えた電動アクチュエータの縦断面図を示し、図2に、図1のE-E線矢視断面図を示し、図3に、モータのロータと運動変換機構部とを取り出して拡大した縦断面図を示す。なお、図1および図2は、電動アクチュエータの出力部材（を構成する

ボールねじ装置のボールねじ軸)が原点に位置した状態を示している。原点に位置した状態とは、後述する付勢部材としての圧縮コイルばね48によりカバー29とばね取付カラー36とが機械的に当接する位置のことである。図1および図2に示すように、電動アクチュエータ1は、電力の供給を受けて駆動されるモータ部Aと、モータ部Aの回転運動を直線運動に変換して出力する運動変換機構部Bと、図示外の操作対象を操作する操作部Cと、ターミナル部Dとを備え、これらは筐体2に収容・保持されている。

[0020] 筐体2は、同軸配置された状態で軸方向に結合された複数部材からなる。本実施形態の筐体2は、軸方向一方側(図1および図2においては紙面右側。以下同様。)の端部および軸方向他方側(図1および図2においては紙面左側。以下同様。)の端部が開口した筒状のケーシング20と、ケーシング20の軸方向他方側の端部開口を閉塞するカバー29と、ケーシング20とカバー29の間に配置され、ターミナル部Dを構成するターミナル本体50との結合体からなる。カバー29およびターミナル本体50は、図9, 10に示す組立用ボルト61によりケーシング20に対して取り付け固定されている。

[0021] モータ部Aは、ケーシング20に固定されたステータ23と、径方向隙間を介してステータ23の内周に対向配置されたロータ24とを備えたラジアルギャップ型のモータ(詳細には、U相、V相およびW相を有する三相ブラシレスモータ)25で構成されている。ステータ23は、ステータコア23aに装着された絶縁用のポビン23bと、ポビン23bに巻き回されたコイル23cとを備える。ロータ24は、ロータコア24aと、ロータコア24aの外周に取り付けられた永久磁石24bと、ロータコア24aを外周に装着した中空軸状のロータインナ26とを備える。

[0022] 図3に示すように、ロータコア24aは、ロータインナ26の軸方向一方側の肩部26aにサイドプレート65をセットした後、ロータインナ26の外周面26bに嵌合される。永久磁石24bは、ロータコア24aの外周に嵌合された後、ロータインナ26のうち、ロータコア24aの軸方向他方側

の端部外側に取り付けられたサイドプレート65、およびその軸方向外側に取り付けられたサークリップ66により位置決め固定されている。

[0023] 図1～図3に示すように、ローティンナ26の軸方向一方側の端部外周には転がり軸受27の内側軌道面27aが形成され、転がり軸受27の外輪27bはケーシング20の内周面に固定された軸受ホルダ28に装着されている。また、ローティンナ26の軸方向他方側の端部内周面と、カバー29の円筒部29aの外周面との間に転がり軸受30が装着されている。このような構成により、ローティンナ26は、転がり軸受27、30を介して筐体2に対して回転自在に支持されている。

[0024] 図1～図3に示すように、本実施形態の運動変換機構部Bは、ボールねじ装置31と、減速機（遊星歯車減速機10）とを備える。

[0025] ボールねじ装置31は、電動アクチュエータ1の出力部材を構成し、ロータ24（ローティンナ26）と同軸に配置されたボールねじ軸33と、複数のボール34を介してボールねじ軸33の外周に回転自在に嵌合されたボールねじナット32と、循環部材としてのコマ35とを備える。ボールねじナット32の内周面に形成された螺旋状溝32aと、ボールねじ軸33の外周面に形成された螺旋状溝33aとの間に複数のボール34が装填され、2個のコマ35が組み込まれている。このような構成により、ボールねじ軸33が軸方向に進退移動（直線運動）する際には、両螺旋状溝32a、33aの間で2列のボール34が循環する。ボールねじ軸33の軸方向一方側の端部には、操作部Cとしてのアクチュエータヘッド39が着脱可能に装着されている。

[0026] ボールねじ軸33は、軸方向に延びた孔部（本実施形態では、軸方向両側の端面に開口した貫通穴）33bを有する中空状に形成され、孔部33bにばね取付カラー36が收容されている。ばね取付カラー36は、例えばPPS等の樹脂材料で形成され、軸方向一方側の端部に設けられた円形中実部36aと、軸方向他方側の端部に設けられたフランジ状のばね受け部36bと、両部36a、36bを接続する筒部36cとを一体に有する。

- [0027] ボールねじ軸 33 の孔部 33 b に收容されたばね取付カラー 36 は、その円形中実部 36 a とボールねじ軸 33 とを径方向に貫通するようにピン 37 を嵌め込むことによってボールねじ軸 33 と連結固定される。ピン 37 の両端部は、ボールねじ軸 33 の外周面から径方向外側に突出しており、この突出部分にガイドカラー 38 が回転自在に外嵌されている。ガイドカラー 38 は、例えば PPS 等の樹脂材料で形成され、ケーシング 20 の小径円筒部 20 a の内周に設けられた軸方向に延びる案内溝 20 b (図 5 も併せて参照) に嵌め込まれている。このような構成により、モータ 25 の回転に伴ってボールねじナット 32 がボールねじ軸 33 の軸線回りに回転すると、ボールねじ軸 33 は回り止めされた状態で軸方向に直線運動する。
- [0028] 遊星歯車減速機 10 は、図 1 ~ 図 4 に示すように、ケーシング 20 に固定されたリングギヤ 40 と、ロータインナ 26 の段部内周面に圧入固定されたサンギヤ 41 と、リングギヤ 40 とサンギヤ 41 の間に配置され、両ギヤ 40, 41 に噛合った複数 (本実施形態では 4 つ) の遊星ギヤ 42 と、遊星ギヤ 42 を回転自在に保持した遊星ギヤキャリア 43 および遊星ギヤホルダ 44 と、を備える。
- [0029] 図 4 に示すように、リングギヤ 40 の外周には径方向外側に突出したノッチ 40 a が周方向に離間した複数箇所 (図示例では 4 箇所) に設けられ、各ノッチ 40 a は、ケーシング 20 の内周面 20 c の周方向に離間した 4 箇所に設けられた軸方向溝 20 e (図 5 を併せて参照) にそれぞれ嵌合されている。これにより、リングギヤ 40 は、ケーシング 20 に対して回り止めされている。
- [0030] 遊星ギヤキャリア 43 は、ロータインナ 26 に対して相対回転可能であり、図 1 ~ 図 3 に示すように、ロータインナ 26 の内周面とボールねじナット 32 の外周面 32 b との間に配置された円筒部 43 a を一体に有する。円筒部 43 a の外周面はロータインナ 26 の内周面 (およびサンギヤ 41 の内周面) と径方向隙間を介して対向し、円筒部 43 a の内周面はボールねじナット 32 の外周面 32 b に圧入嵌合されている。以上の構成を有する遊星歯車

減速機 10 により、モータ 25 のローティンナ 26 の回転が減速された上でボールねじナット 32 に伝達される。これにより、回転トルクを増加することができるので、小型のモータ 25 を採用することができ、電動アクチュエータ 1 を全体として軽量・コンパクト化することができる。

[0031] 図 1～図 3 に示すように、ボールねじナット 32 の軸方向一方側の端面とケーシング 20 との間にスラストワッシャ 45 が配設され、カバー 29 の円筒部 29 a の先端部外周に取り付けられたスラスト受けリング 46 とボールねじナット 32 の軸方向他方側の端面との間にスラスト針状ころ軸受 47 が配設されている。このスラスト針状ころ軸受 47 により、ボールねじ軸 33 が軸方向一方側に直線運動（前進）する際のスラスト荷重が滑らかに支持される。

[0032] 図 1 および図 2 に示すように、カバー 29 の円筒部 29 a の内周面 29 b とボールねじ軸 33 の外周面との間には、付勢部材としての圧縮コイルばね 48 が配設されている。圧縮コイルばね 48 の軸方向一方側および他方側の端部は、それぞれ、スラスト針状ころ軸受 47 およびばね取付カラー 36 のばね受け部 36 b に当接している。このように設けられた圧縮コイルばね 48 のばね力により、ばね取付カラー 36 と連結されたボールねじ軸 33 が常時原点側に付勢される。このようにすれば、例えば、モータ部 A（モータ 25）に適切に駆動電力が供給されないような場合には、ボールねじ軸 33 を自動的に原点復帰させ、図示しない操作対象の作動に悪影響を及ぼす可能性を可及的に低減することができる。

[0033] カバー 29 の詳細を図 9 および図 10 を参照して説明する。図 9 は、図 1 の左側面図であり、図 10 は、図 9 中に示す I-I 線矢視断面図である。カバー 29 は、加工性（量産性）および熱伝導率に優れた金属材料、例えば、アルミニウム合金、亜鉛合金又はマグネシウム合金で形成される。図示は省略しているが、カバー 29 の外側表面には、電動アクチュエータ 1 の冷却効率を高めるための冷却フィンを設けても良い。図 10 に示すように、カバー 29 の円筒部 29 a の外周面には、転がり軸受 30 が装着された軸受装着面

63と、スラスト受けリング46が嵌合された嵌合面64とが設けられている。また、図9に示すように、カバー29には、電動アクチュエータ1の組立用ボルト61が挿通された図示外の貫通穴と、電動アクチュエータ1を使用機器に取り付けるための取付用ボルトが挿通される貫通穴62とが設けられている。

[0034] 次に、ターミナル部Dを図1および図6～図8を参照して説明する。図6は、図1に示すモータ25のステータ23とターミナル部Dを取り出して拡大した縦断面図、図7は、図1のG-G線矢視断面図、図8は、図1のH-H線矢視断面図である。図6に示すように、ターミナル部Dは、筐体2の一部を構成する短筒状部、および短筒状部の軸方向他方側の端部から径方向内側に延びる円盤状部を一体に有するターミナル本体50と、ターミナル本体50（の円盤状部）に対してねじ止めされたバスバー51およびプリント基板52とを備える。図7および図8に示すように、ターミナル本体50（の短筒状部）は、図9、10に示す組立用ボルト61が挿通される貫通穴50Aと、電動アクチュエータ1を使用機器に取り付けるためのボルトが挿通される貫通穴50Bとを有し、上記の組立用ボルト61により、ケーシング20とカバー29の間で挟持される（図1参照）。ターミナル本体50は、例えばPPS等の樹脂材料で形成される。

[0035] ターミナル部D（ターミナル本体50）は、モータ25に駆動電力を供給するための給電回路を保持している。給電回路は、図7および図8に示すように、ステータ23のコイル23cをU相、V相、W相の相別にバスバー51の端子51aに結線し、さらに、図2に示すように、バスバー51の端子51bと、ターミナル本体50の端子台50aとをねじ70で締結することで構成される。端子台50aは、図示外のリード線が接続される端子50bを有し、上記のリード線は、ターミナル本体50の外周部（短筒状部）に設けられた開口部50c（図1参照）を介して筐体2の外径側に引き出され、制御装置80のコントローラ81（図12参照）に接続される。

[0036] 本実施形態の電動アクチュエータ1には2種類のセンサが搭載されており

、これら2種類のセンサはターミナル部Dに保持されている。図1等に示すように、2種類のセンサのうち的一方は、モータ25の回転制御に用いる回転角度検出用センサ53であり、他方は、ボールねじ軸33のストローク制御（軸方向の変位量検出）のために用いるストローク検出用センサ55である。回転角度検出用センサ53およびストローク検出用センサ55としては、何れも、磁気センサの一種であるホールセンサが使用される。

[0037] 図1および図8に示すように、回転角度検出用センサ53は、円盤状をなしたプリント基板52に取り付けられており、ローティナ26の軸方向他方側の端部に取り付けられたパルスリング54と軸方向隙間を介して対向配置されている。この回転角度検出用センサ53は、モータ25のU相、V相、W相のそれぞれに電流を流すタイミングを決める。

[0038] 図2、図7および図8に示すように、ストローク検出用センサ55は、軸方向に延び、軸方向他方側の端部がプリント基板52に接続された帯状のプリント基板56に取り付けられている。プリント基板56およびストローク検出用センサ55は、ボールねじ軸33の孔部33bの内部、より詳細には、孔部33bに收容されたばね取付カラー36の筒部36c内周に配置されている。また、ばね取付カラー36の筒部36cの内周には、ストローク検出用センサ55と径方向隙間を介して対向するようにしてターゲットとしての永久磁石57が取り付けられており、本実施形態では軸方向に離間した二箇所に永久磁石57が取り付けられている。そして、ホールセンサからなるストローク検出用センサ55は、図11に模式的に示すように、永久磁石57の周囲に形成される軸方向の磁界xおよび径方向の磁界yをそれぞれ検出し、これに基づいてボールねじ軸33の軸方向の変位量を算出する。

[0039] 詳細な図示は省略しているが、回転角度検出用センサ53の信号線およびストローク検出用センサ55の信号線は、何れも、ターミナル本体50の開口部50c（図1参照）を介して筐体2の外径側に引き出され、制御装置80（図12参照）に接続される。

[0040] 以上の構成を有する電動アクチュエータ1の組立手順を簡単に説明する。

まず、図5に示すように、リングギヤ40をケーシング20に組み込む。次いで、図3に示すモータ25のロータ24と運動変換機構部Bのサブアセンブリをケーシング20に挿入する。このとき、遊星ギヤ42とリングギヤ40とを噛み合わせ、ガイドカラー38をケーシング20の案内溝20bに嵌合させ、さらに軸受ホルダ28をケーシング20の内周面20cに嵌合させる。その後、図6に示すモータ25のステータ23とターミナル本体50（ターミナル部D）のサブアセンブリのうち、ステータ23をケーシング20の内周に嵌合してから、カバー29およびターミナル本体50をケーシング20に対して組立用ボルト61（図9参照）により締結する。これにより、電動アクチュエータ1が完成する。

[0041] 以上で説明したように、本実施形態に係るボールねじ装置31およびこれを運動変換機構部Bに採用した電動アクチュエータ1においては、ボールねじ軸33を中空状に形成し、ボールねじ軸33の内周にボールねじ軸33の軸方向の変位量を検出するためのストローク検出用センサ55を配置している。このような構成によれば、ボールねじ軸33の軸方向の変位量を直接検出することができ、ボールねじ軸33の変位量検出に際して、当該ボールねじ軸33やボールねじナット32を含んで構成されるボールねじ装置31のガタ、剛性、動作精度等の影響を受けることがなくなる。このため、ボールねじ軸33の軸方向の変位量を正確に検出することができる。また、本実施形態では、運動変換機構部Bに、モータ部Aの回転を減速してボールねじナット32に伝達する遊星歯車減速機10を設けているが、遊星歯車減速機10のガタや動作精度がボールねじ軸33の軸方向の変位量検出に影響を及ぼすこともない。そのため、ボールねじ軸33の動作精度に優れ、信頼性に富むボールねじ装置31、ひいては電動アクチュエータ1を実現することができる。また、ストローク検出用センサ55は、中空状に形成されたボールねじ軸33の内周に配置されるため、この種のセンサをボールねじ軸33の外部に配置する場合のように、センサ配置用の専用スペースを別途確保する必要がなくなる。そのため、電動アクチュエータ1の軽量・コンパクト化を図

り、使用機器に対する搭載性を高めることができる。

[0042] また、ロータインナ26は、ロータコア24aの軸方向一方側の端部に近接配置された転がり軸受27により軸方向一方側の端部が回転自在に支持され、ロータコア24aの軸方向他方側の端部に近接配置された転がり軸受30により軸方向他方側の端部が回転自在に支持されている。このような構造により、ロータインナ26を軸方向にコンパクト化することができる。これに加えて、転がり軸受27が、ボールねじナット32の軸方向幅の内側に配置された構造が相俟って、電動アクチュエータ1の筐体2の軸方向寸法L（図1参照）を短縮することができる。

[0043] また、ロータ24の回転バランスが取られていれば、ロータインナ26を支持する転がり軸受27、30は、ロータ24の自重程度のラジアル荷重を支持できれば良い。この場合、転がり軸受27の内側軌道面27aを一体に有するロータインナ26は、高強度の材料で形成する必要がなく、例えば、焼入れ焼戻し等の熱処理が省略された安価な軟鋼材で形成しても必要強度を確保することができる。特に、本実施形態では、モータ25の回転運動を、遊星歯車減速機10を介してボールねじナット32に伝達するようにしているためにラジアル荷重の発生はなく、また、ボールねじ軸33の直線運動（特に前進移動）に伴って生じる反力（スラスト荷重）はスラスト針状ころ軸受47で直接的に支持される。従って、転がり軸受27は、ラジアル方向の位置決め機能を有していれば足りるため、転がり軸受27の内側軌道面27aを一体に有するロータインナ26は、上記のような材料仕様で足りる。これにより、電動アクチュエータ1を低コスト化することができる。

[0044] また、スラスト針状ころ軸受47は、ロータインナ26を支持する転がり軸受27、30間の軸方向範囲内に配置されているので、モーメント荷重に対して有利であり、当該軸受として小型のものを使用できる。特に、本実施形態のように、スラスト針状ころ軸受47を、ロータインナ26を支持する転がり軸受27、30間の軸方向中央付近に配置した場合は、モーメント荷重に対して極めて有利であり、スラスト針状ころ軸受47の小型化を一層促

進できる。その結果、スラスト針状ころ軸受47およびスラスト受けリング46等として極めて小型のものを採用することができ、これを通じて電動アクチュエータ1を全体としてコンパクト化することができる。

[0045] また、遊星ギヤキャリア43の円筒部43aを遊星歯車減速機10の出力部とし、この円筒部43aをボールねじナット32の外周面32bに圧入嵌合することで遊星ギヤキャリア43とボールねじナット32とをトルク伝達可能に連結したので、組立時の連結作業性が良好であることに加え、減速後の高トルクに対しても安定したトルク伝達が可能である。

[0046] また、運動変換機構部Bに遊星歯車減速機10を設けたことによるモータ部A（モータ25）の小型化と、ローティンナ26、遊星ギヤキャリア43の円筒部43aおよびボールねじナット32の半径方向での重畳構造とが相俟って、電動アクチュエータ1の筐体2の径方向寸法M（図1参照）も小さくすることができる。これにより、電動アクチュエータ1を一層コンパクト化することができ、使用機器に対する搭載性が一層向上する。

[0047] また、ローティンナ26の内周面に遊星歯車減速機10のサンギヤ41が圧入嵌合されることで、ローティンナ26とサンギヤ41とがトルク伝達可能に連結されているので、この点においても組立時の連結作業性が良好である。なお、このような連結構造を採用しても、サンギヤ41は、減速前のローティンナ26と一体回転できれば良いので、両者間で必要とされるトルク伝達性能は十分に確保できる。さらに、ローティンナ26とサンギヤ41とは、ローティンナ26を支持する転がり軸受27の直下位置で連結されているので、サンギヤ41の回転精度も良好である。

[0048] また、ローティンナ26とボールねじナット32とを別体構造としたので、例えば、仕様が異なるボールねじ装置31を採用する場合でも、ローティンナ26（ひいてはモータ部A）を共用化することができる。これにより、汎用性を向上し、部品を共用化した多品種展開による電動アクチュエータ1のシリーズ化を実現することも容易となる。

[0049] また、給電回路、回転角度検出用センサ53およびストローク検出用セン

サ55等をターミナル本体50で保持し、このターミナル本体50（ターミナル部D）をケーシング20とカバー29とで軸方向に挟持するサンドイッチ構造を採用したので、組立性が良好である。さらに、上記のサンドイッチ構造と、ターミナル本体50の外周部（短筒状部）に設けた開口部50cを介して給電回路のリード線や上記センサの信号線を筐体2（電動アクチュエータ1）の外径側に引き出し可能にした構造とにより、複数の電動アクチュエータ1を軸方向に連ねて配置し、複数の操作対象を個別に操作可能な電動アクチュエータを実現することもできる。

- [0050] 最後に、図1および図12を参照して本実施形態の電動アクチュエータ1の作動態様を簡単に説明する。図示は省略するが、例えば、車両上位のECUに操作量が入力されると、この操作量に基づいてECUは要求される位置指令値を演算する。図12に示すように、位置指令値は制御装置80のコントローラ81に送られ、コントローラ81は、位置指令値に必要なモータ回転角の制御信号を演算し、この制御信号をモータ25に送る。
- [0051] コントローラ81から送られた制御信号に基づいてロータ24（ロータインナ26）が回転し、この回転運動が運動変換機構部Bに伝達される。具体的には、ロータインナ26が回転すると、ロータインナ26に連結された遊星歯車減速機10のサンギヤ41が回転し、これに伴って遊星ギヤ42が公転すると共に遊星ギヤキャリア43が回転する。これにより、ロータインナ26の回転運動が遊星ギヤキャリア43に連結されたボールねじナット32に伝達される。このとき、遊星ギヤ42の公転運動により、ロータインナ26の回転数が減速されるので、ボールねじナット32に伝達される回転トルクが増加する。
- [0052] ロータインナ26の回転運動を受けてボールねじナット32が回転すると、ボールねじ軸33は、回り止めされた状態で軸方向一方側に直線運動（前進）する。この際、ボールねじ軸33はコントローラ81の制御信号に基づく位置まで前進し、ボールねじ軸33の軸方向一方側の端部に取り付けられたアクチュエータヘッド39が図示しない操作対象を軸方向に操作する。

- [0053] ボールねじ軸 33 の軸方向位置（軸方向の変位量）は、図 12 にも示すように、ストローク検出用センサ 55 により検出され、その検出値は制御装置 80 の比較部 82 に送られる。そして、比較部 82 は、ストローク検出用センサ 55 により検出された検出値と位置指令値との差分を算出し、コントローラ 81 はこの算出値および回転角度検出用センサ 53 から送られた信号に基づいてモータ 25 に制御信号を送る。このようにして、アクチュエータヘッド 39 の位置がフィードバック制御される。このため、本実施形態の電動アクチュエータ 1 を、例えば、シフト・バイ・ワイヤに適用した場合、シフト位置を確実にコントロールすることができる。なお、モータ部 A（モータ 25）やセンサ 53, 55 等を駆動するための電力は、車両側に設けられたバッテリー等の外部電源（図示せず）から制御装置 80 を介してモータ 25 等に供給される。
- [0054] 以上、本発明の一実施形態に係るボールねじ装置 31 およびこれを具備した電動アクチュエータ 1 について説明を行ったが、本発明の実施の形態はこれに限られない。
- [0055] 例えば、以上で説明した実施形態においては、ボールねじ軸 33 の軸方向の両端面に開口した孔部 33b（軸方向の貫通穴）を設けることによって、ボールねじ軸 33 を中空状に形成すると共に、ボールねじ軸 33 の内周にストローク検出用センサ 55 を配置したが、ボールねじ軸 33 に、その軸方向他方側の端面のみに開口した軸方向に延びる孔部 33b を設け、この孔部 33b にストローク検出用センサ 55 を配置しても良い。
- [0056] また、以上で説明した実施形態においては、ボールねじ軸 33 を常時原点側に付勢する付勢部材としての圧縮コイルばね 48 を設けているが、圧縮コイルばね 48 は付勢する機能を必要とする用途に応じて設ければよく、必要としない場合は省略しても構わない。
- [0057] また、以上で説明した実施形態においては、運動変換機構部 B を構成する減速機に遊星歯車減速機 10 を採用したが、他の機構を有する減速機を採用しても良い。また、本発明は、減速機を具備した電動アクチュエータ 1 のみ

ならず、減速機を具備しない電動アクチュエータ 1 に適用することも可能である。図示は省略するが、減速機を省略する場合には、ボールねじナット 3 2 とローティンナ 2 6 とを直接的にトルク伝達可能に連結すれば良い。

[0058] また、本発明に係るボールねじ装置 3 1 は、以上で説明した電動アクチュエータ 1 のみならず、その他の電気機器に適用することも可能である。

[0059] 本発明は前述した実施形態に何ら限定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、さらに種々なる形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、請求の範囲によって示され、さらに請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

### 符号の説明

- [0060] 1 電動アクチュエータ  
2 筐体  
1 0 遊星歯車減速機（減速機）  
2 0 ケーシング  
2 3 ステータ  
2 4 ロータ  
2 5 モータ  
2 6 ロータインナ  
2 9 カバー  
3 1 ボールねじ装置  
3 2 ボールねじナット  
3 3 ボールねじ軸  
3 3 b 孔部  
3 4 ボール  
4 0 リングギヤ  
4 1 サンギヤ  
4 2 遊星ギヤ  
4 3 遊星ギヤキャリア

- 4 7 スラスト針状ころ軸受
- 4 8 圧縮コイルばね（付勢部材）
- 5 0 ターミナル本体
- 5 0 c 開口部
- 5 5 ストローク検出用センサ
- 5 7 永久磁石
- A モータ部
- B 運動変換機構部
- C 操作部
- D ターミナル部
- L 筐体の軸方向寸法
- M 筐体の径方向寸法

## 請求の範囲

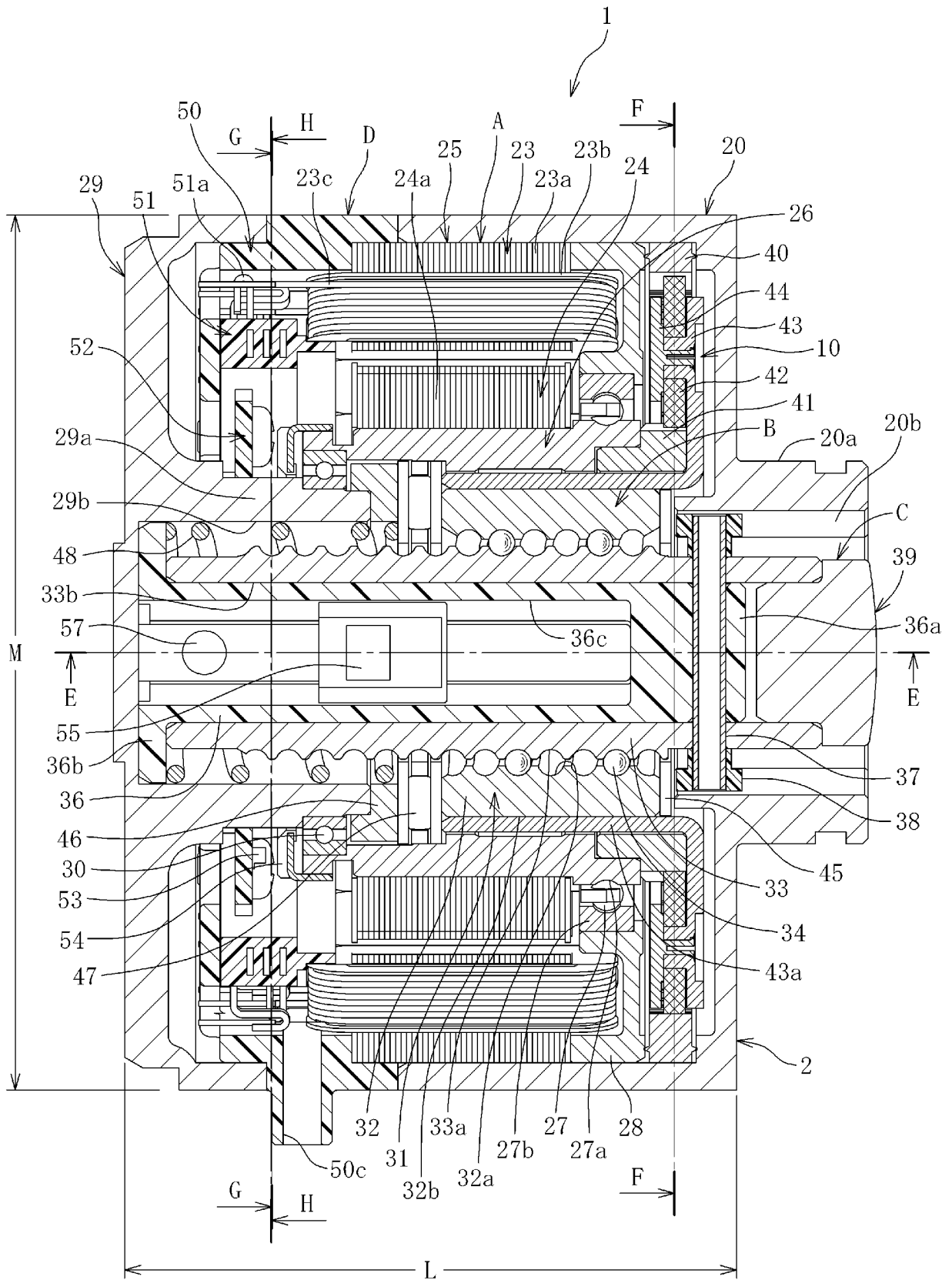
- [請求項1] ボールねじ軸と、複数のボールを介して前記ボールねじ軸の外周に回転自在に嵌合されたボールねじナットとを備え、該ボールねじナットが回転するのに伴って前記ボールねじ軸が軸方向に進退移動するボールねじ装置において、
- 前記ボールねじ軸が、軸方向に延びた孔部を有する中空状に形成され、
- 前記孔部に、前記ボールねじ軸の軸方向の変位量を検出するためのストローク検出用センサが配置されていることを特徴とするボールねじ装置。
- [請求項2] 前記ストローク検出用センサは、径方向隙間を介して対向配置された永久磁石の周囲に形成される軸方向および径方向の磁界を検出し、これに基づいて前記ボールねじ軸の軸方向の変位量を算出するホールセンサである請求項1に記載のボールねじ装置。
- [請求項3] 電力の供給を受けて駆動されるモータ部と、該モータ部の回転運動を直線運動に変換する運動変換機構部とを備え、前記運動変換機構部に、請求項1又は2に記載のボールねじ装置が採用され、かつ前記ボールねじ軸の中心軸と前記モータ部の回転中心とが一致した電動アクチュエータ。
- [請求項4] 前記運動変換機構部が、前記モータ部の回転を減速して前記ボールねじナットに伝達する減速機をさらに備える請求項3に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項5] 前記減速機が、遊星歯車減速機である請求項4に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項6] 前記ボールねじ軸を常時原点側に付勢した付勢部材を有する請求項3～5の何れか一項に記載の電動アクチュエータ。
- [請求項7] 軸方向に結合された複数部材からなり、前記モータ部および前記運動変換機構部を収容した筐体と、前記モータ部に前記電力を供給する

ための給電回路および前記ストローク検出用センサを保持したターミナル部とをさらに備え、

前記ターミナル部が、前記筐体の構成部材により軸方向両側から挟持されている請求項3～6の何れか一項に記載の電動アクチュエータ。

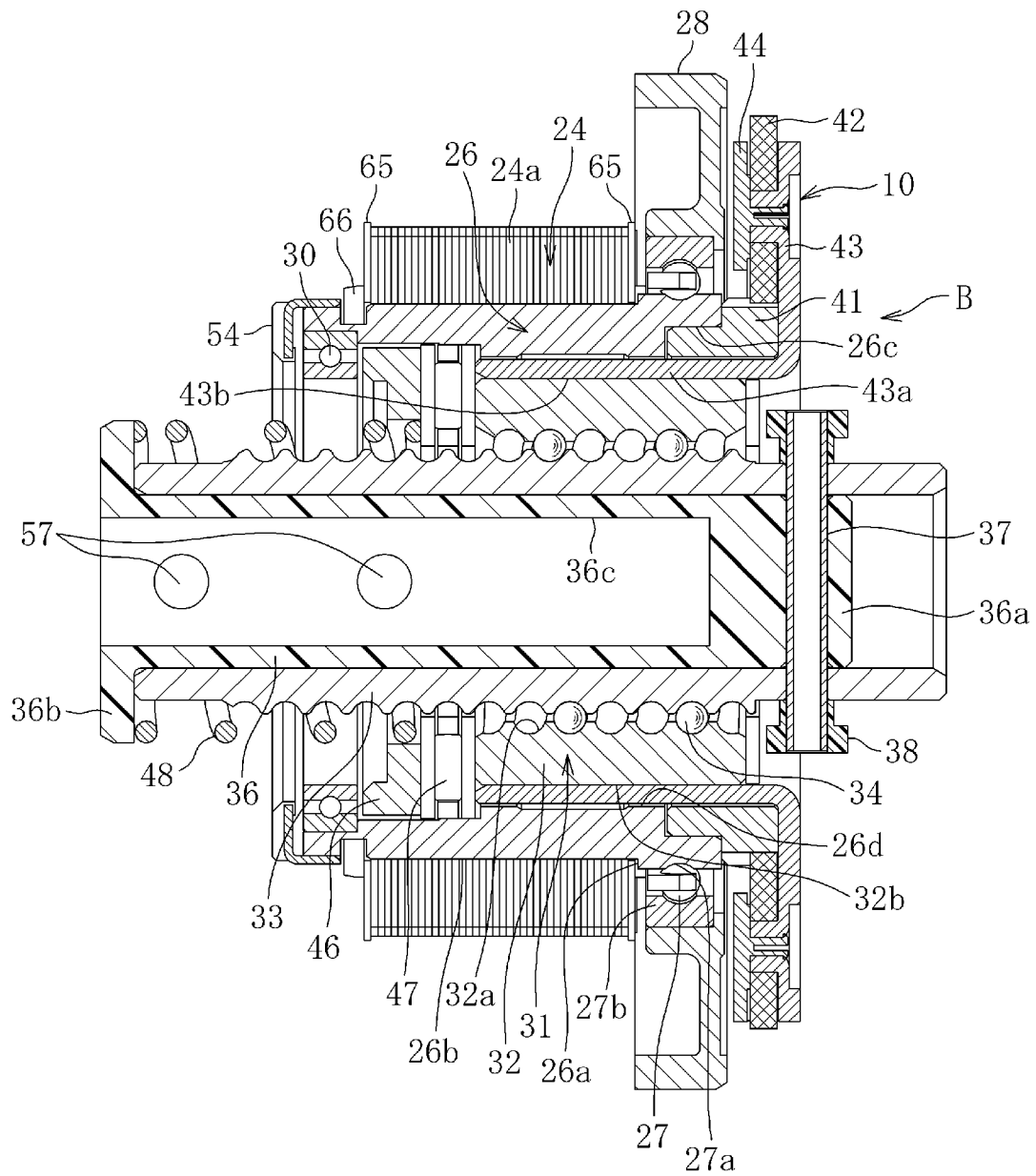
[請求項8] 前記ターミナル部は、その外周部に、前記給電回路に接続されるリード線、および前記ストローク検出用センサに接続される信号線を前記筐体の外径側に引き出すための開口部を有する請求項7に記載の電動アクチュエータ。

[図1]

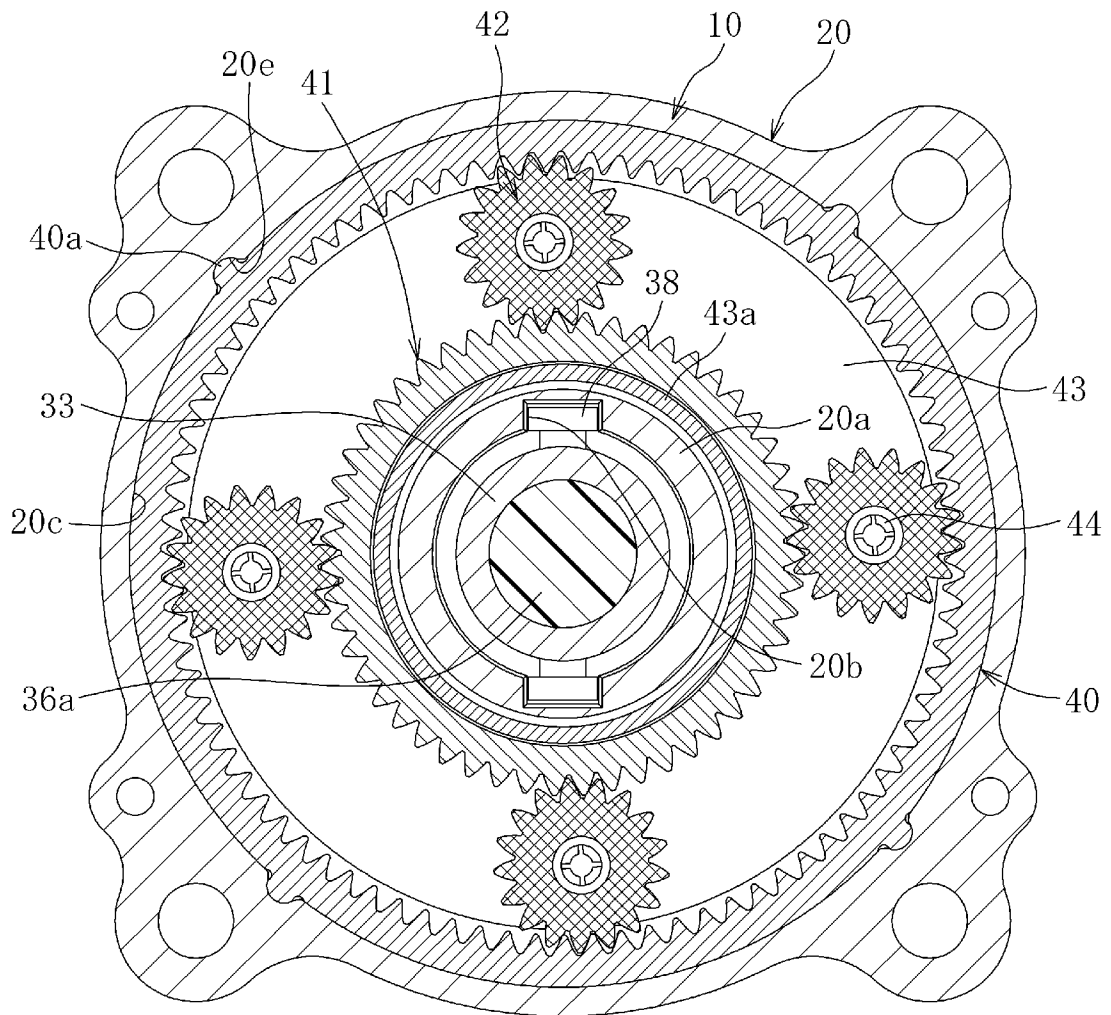




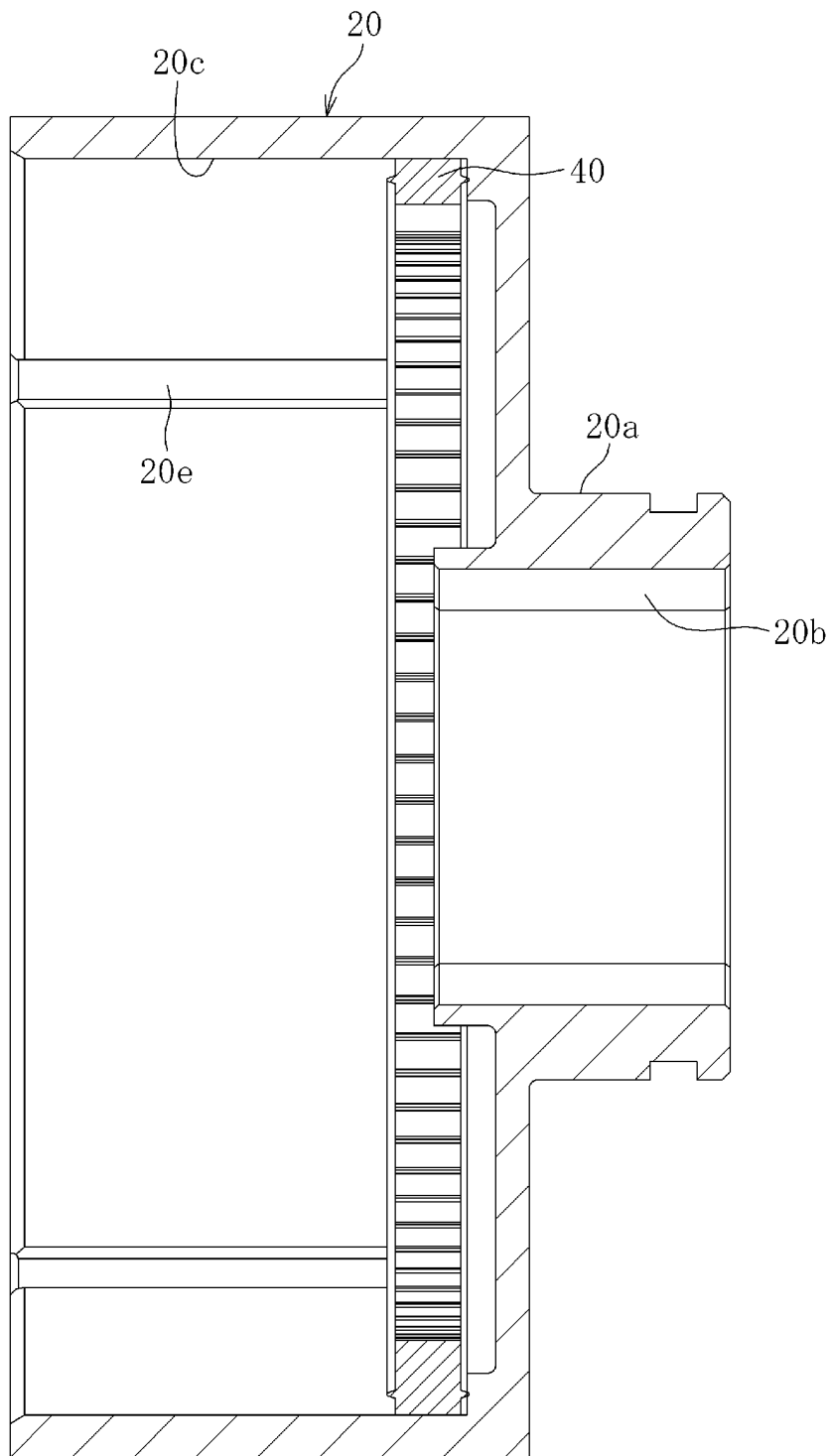
[図3]



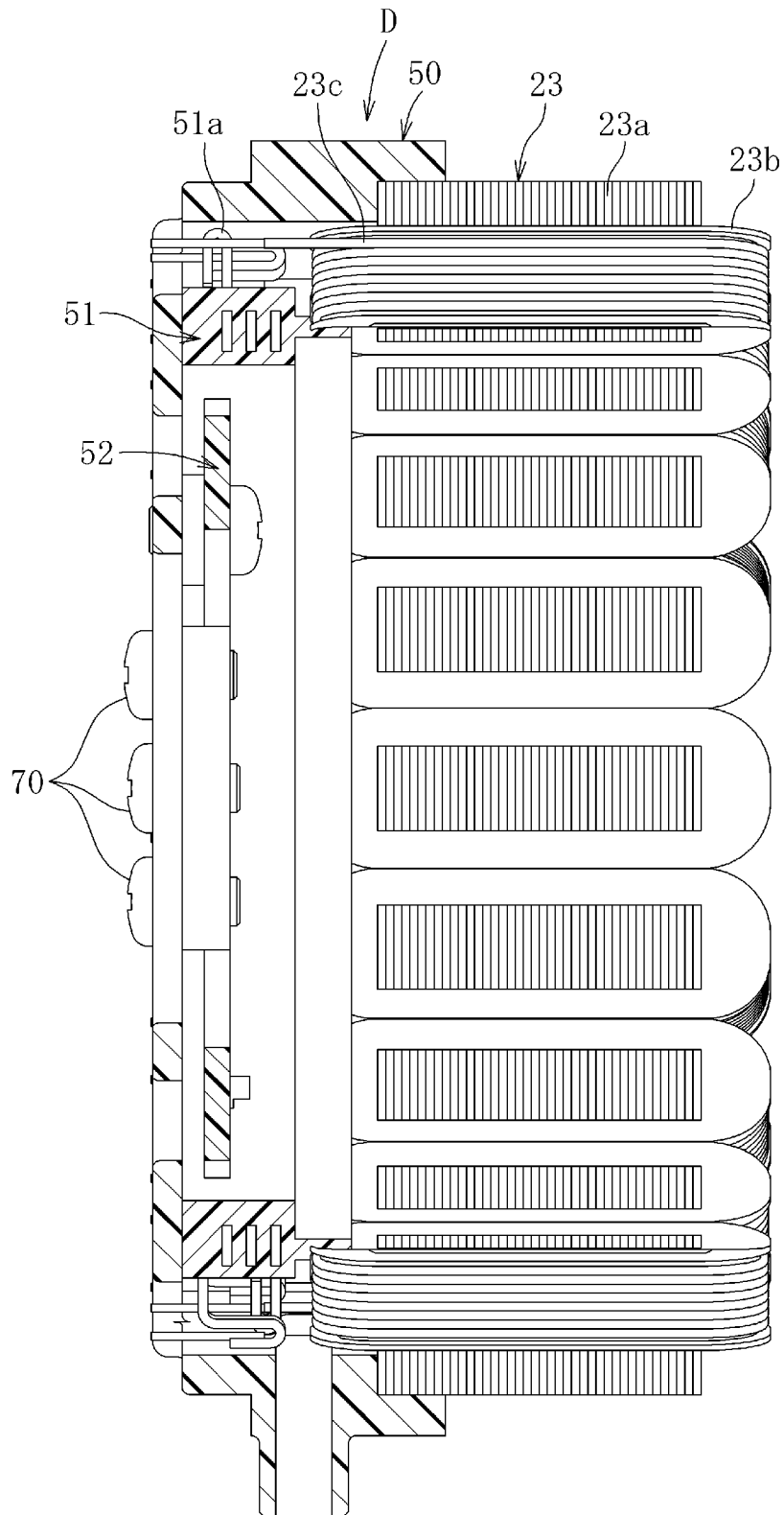
[図4]



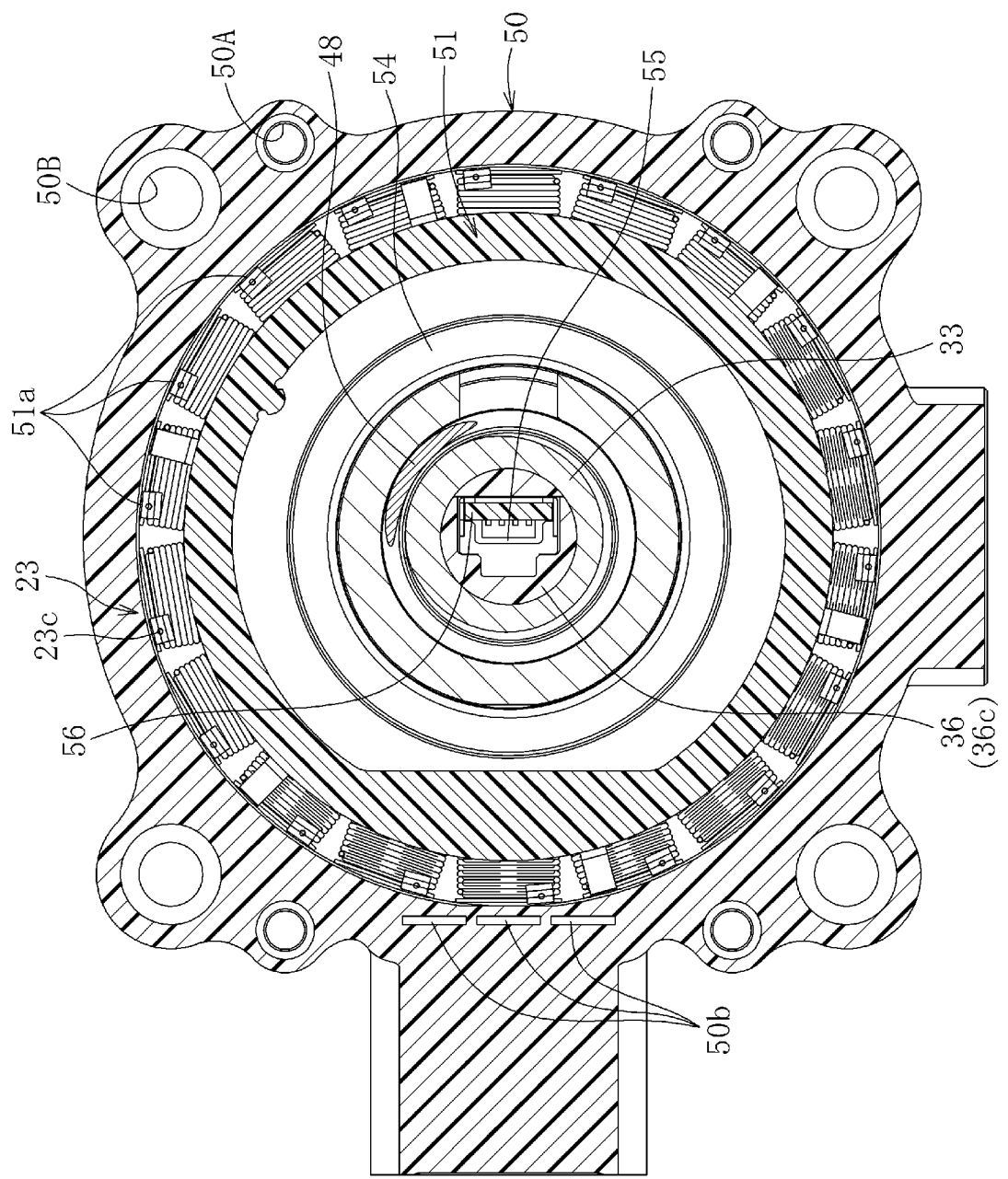
[図5]



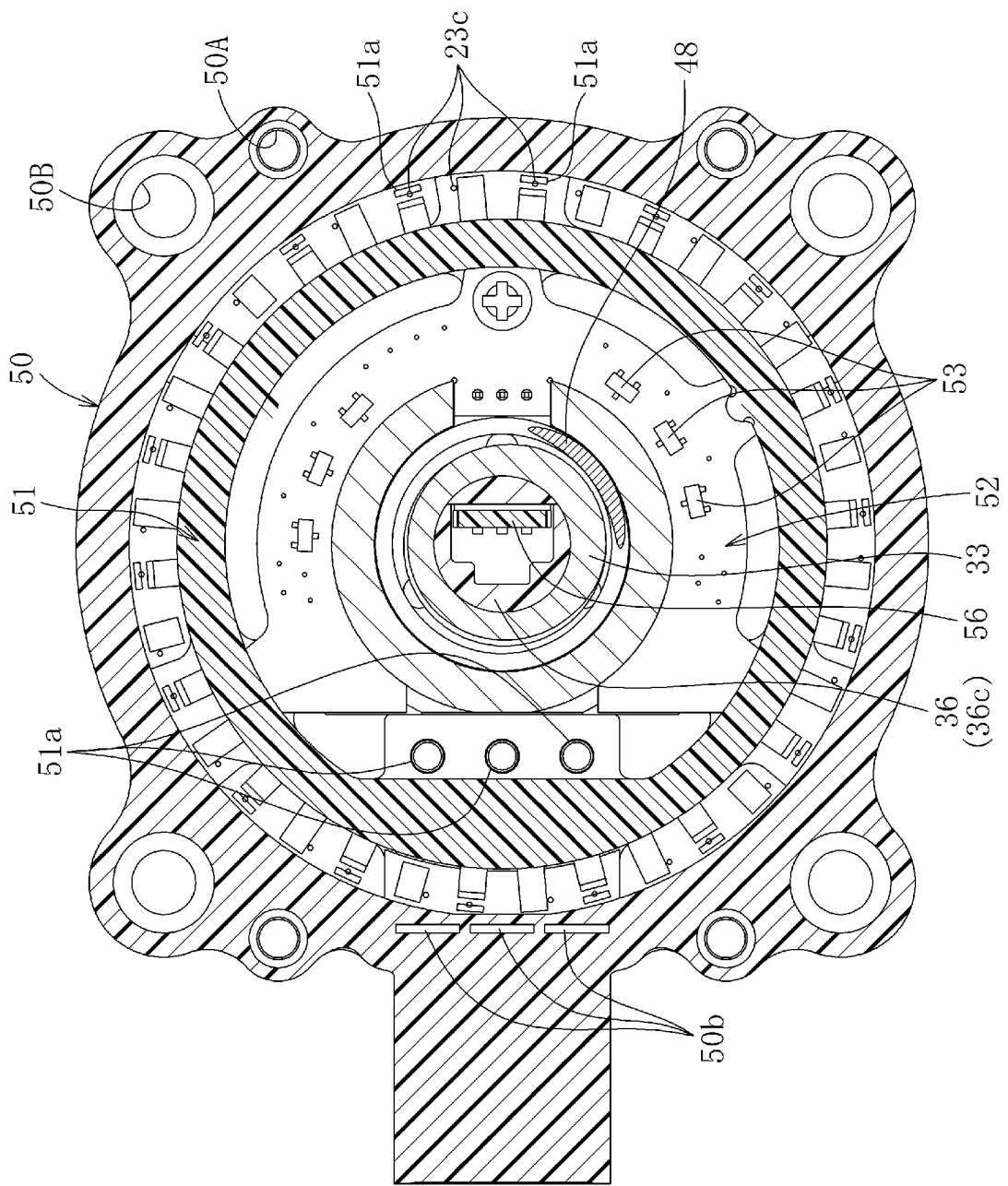
[図6]



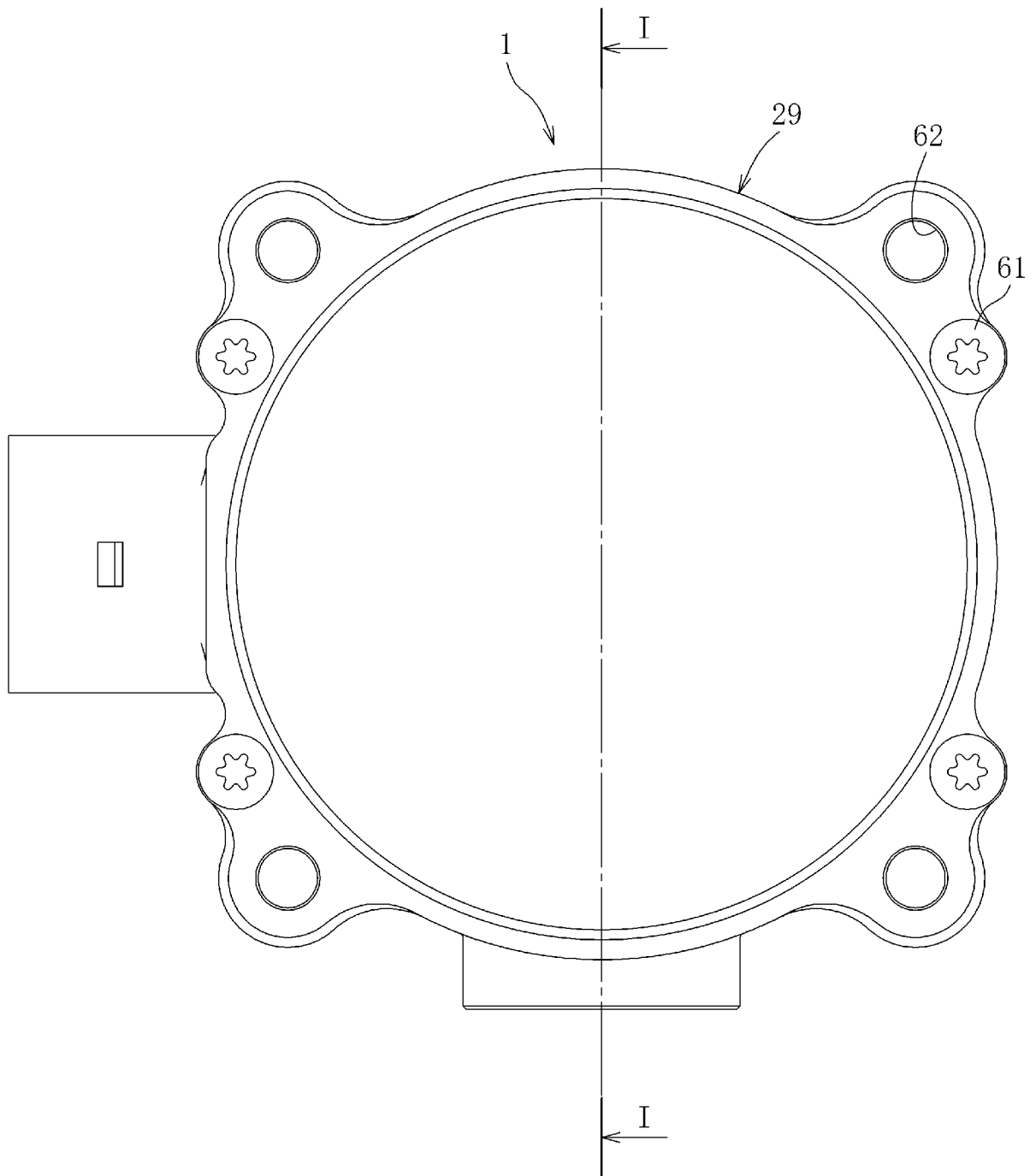
[図7]



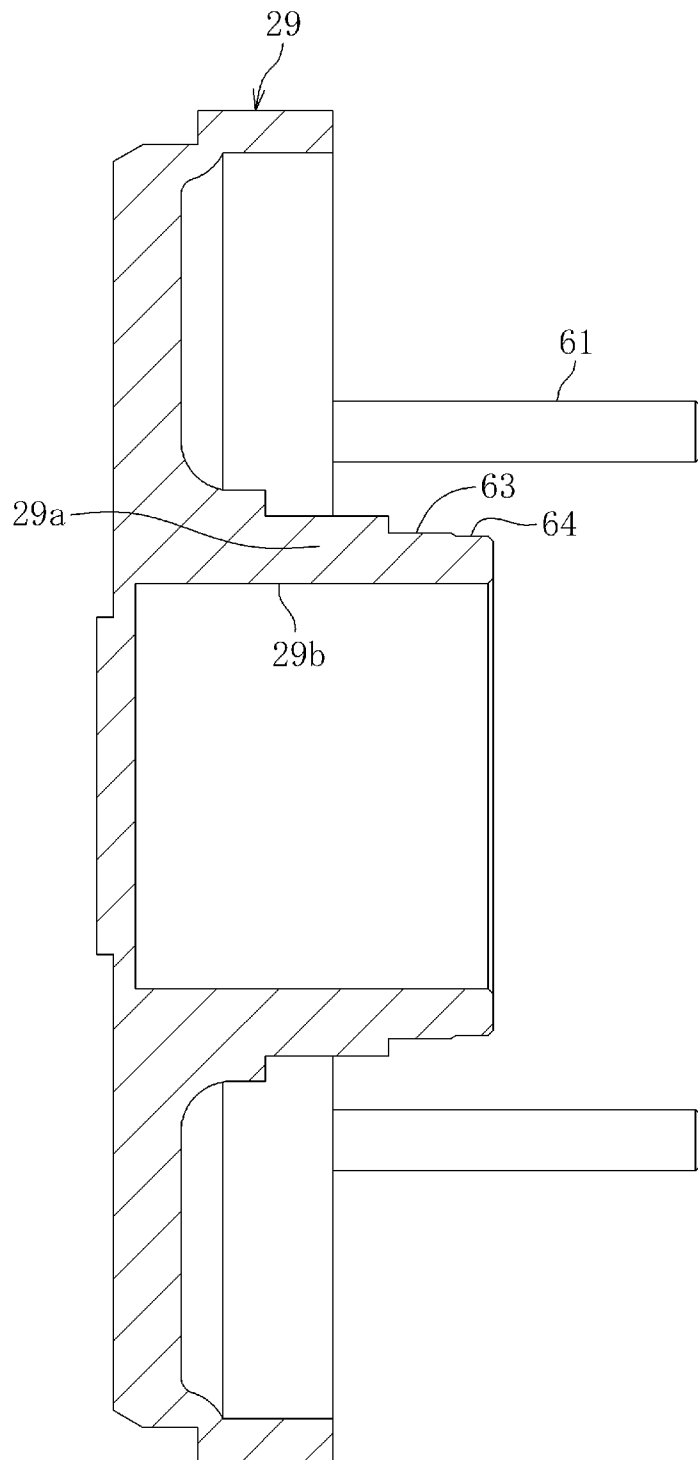
[図8]



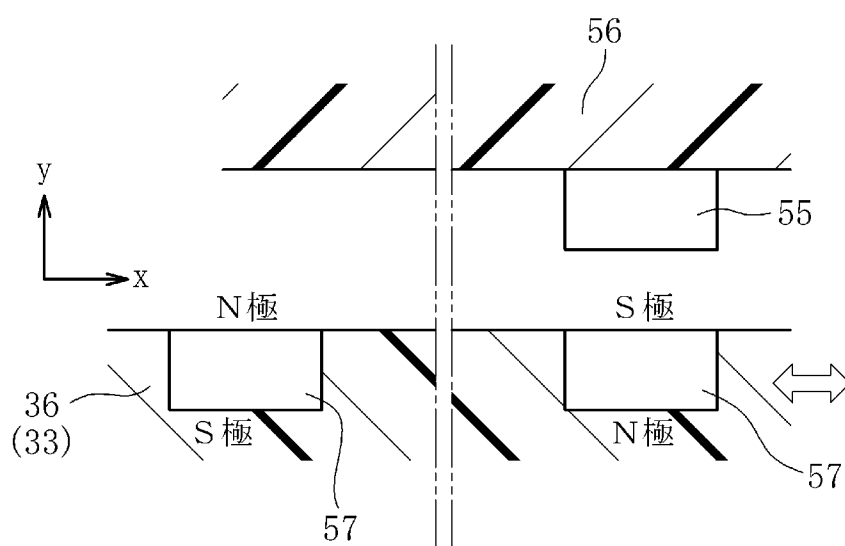
[図9]



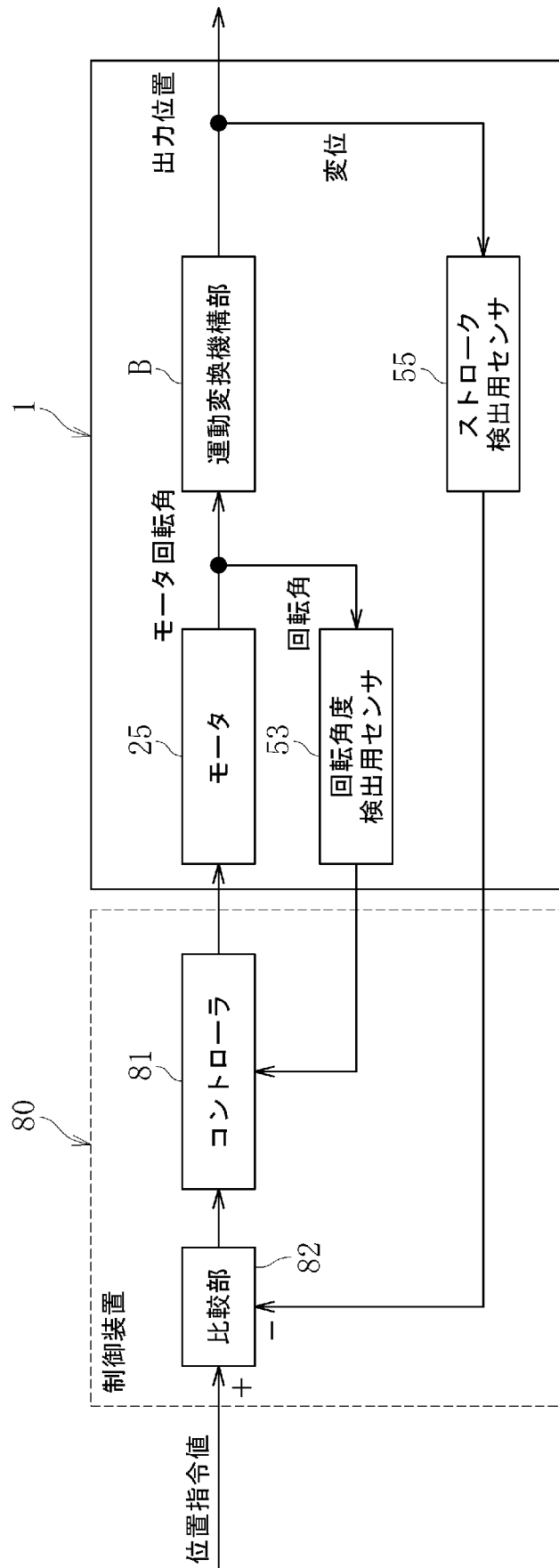
[図10]



[図11]



[図12]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/002479

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*F16H25/22(2006.01)i, F16H25/24(2006.01)i, G01B7/00(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)  
 F16H25/22, F16H25/24, G01B7/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-312880 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 04 November 2004 (04.11.2004), paragraphs [0007] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1 2-8
Y	JP 11-160010 A (Britax Rainsfords Pty. Ltd.), 18 June 1999 (18.06.1999), paragraphs [0007] to [0009]; fig. 1 to 2 & US 6215299 B1 column 2, line 34 to column 3, line 17; fig. 1 to 2 & EP 0907068 A1	2-8

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 17 March 2017 (17.03.17)	Date of mailing of the international search report 28 March 2017 (28.03.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/002479

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 2014-232034 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 11 December 2014 (11.12.2014), paragraphs [0023] to [0028]; fig. 7 & US 2014/0353071 A1 paragraphs [0033] to [0039]; fig. 14 & EP 2816321 A1 & CN 104210535 A	4-8
Y	JP 2005-170064 A (Toyota Motor Corp.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0052] to [0054], [0058] to [0059]; fig. 3 (Family: none)	7-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. F16H25/22(2006.01)i, F16H25/24(2006.01)i, G01B7/00(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. F16H25/22, F16H25/24, G01B7/00

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 1971-2017年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2017年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2004-312880 A（多摩川精機株式会社）2004.11.04, 段落 0007-0016, 図 1（ファミリーなし）	1 2-8
Y	JP 11-160010 A（ブリタックス レインスフォーズ プロプライエ タリー リミテッド）1999.06.18, 段落 0007-0009, 図 1-2 & US 6215299 B1 第 2 欄第 34 行目-第 3 欄第 17 行目, 図 1-2 & EP 0907068 A1	2-8

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 17.03.2017	国際調査報告の発送日 28.03.2017
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） 前田 浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3328
	3 J 2943

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 2014-232034 A (アイシン精機株式会社) 2014. 12. 11, 段落 0023-0028, 図 7 & US 2014/0353071 A1 段落 0033-0039, 図 14 & EP 2816321 A1 & CN 104210535 A	4-8
Y	JP 2005-170064 A (トヨタ自動車株式会社) 2005. 06. 30, 段落 0052-0054, 0058-0059, 図 3 (ファミリーなし)	7-8