

(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  
2024年10月24日(24.10.2024)

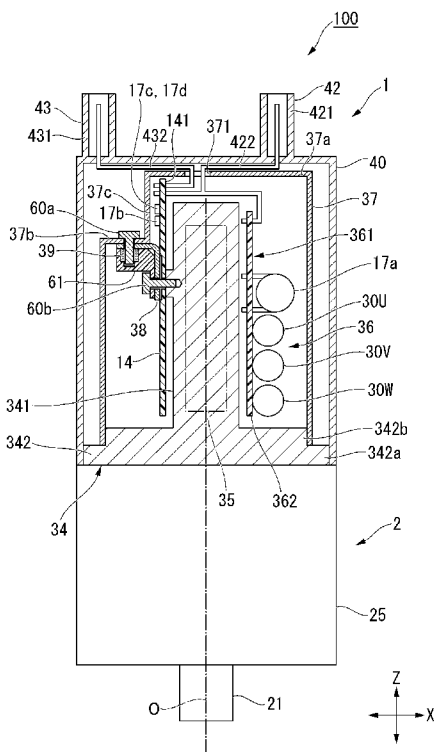


(10) 国際公開番号  
**WO 2024/21882 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**H02K 11/01** (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/015556
- (22) 国際出願日: 2023年4月19日(19.04.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 笹原 隆太郎 (SASAHARA Ryutaro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 川口 貴久(KAWAGUCHI Takahisa); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 寛之(KATO Hiroyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西澤 和純, 外(NISHIZAWA Kazuyoshi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ROTARY ELECTRIC MACHINE DEVICE AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 回転電機装置および電動パワーステアリング装置



(57) Abstract: A rotary electric machine device according to the present disclosure comprises: a rotary electric machine with a rotating shaft; a control unit which is disposed alongside the rotary electric machine in the axial direction along the axis of the rotating shaft and which controls the rotary electric machine; and an electromagnetic shield covering the control unit. The control unit has: a control board which extends in the axial direction and to which an external connection terminal is connected; and a filter section that attenuates a noise component propagating to the external connection terminal. The electromagnetic shield covers the entire control board and is cylindrical in shape, with a first top section having a through-hole through which the external connection terminal is inserted and a second top section located more on the rotary electric machine side than the first top section. At least a portion of the filter section is mounted on the control board and is located between the first and second top sections in the axial direction.

WO 2024/21882 A1

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, ME, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本開示に係る回転電機装置は、回転軸を有する回転電機と、回転軸の軸心に沿う軸方向において回転電機と並んで配置され、回転電機を制御する制御ユニットと、制御ユニットを覆う電磁シールドと、を備え、制御ユニットは、軸方向に延び、外部接続端子が接続される制御基板と、外部接続端子へ伝搬するノイズ成分を減衰させるフィルタ部と、を有し、電磁シールドは、制御基板の全体を覆うとともに、外部接続端子が挿通される貫通孔を有する第1の頂部と、第1の頂部よりも回転電機側に配置される第2の頂部と、を有する筒状に形成されており、フィルタ部の少なくとも一部は、制御基板に実装され、軸方向において、第1の頂部と第2の頂部との間に配置される。

## 明 細 書

発明の名称：回転電機装置および電動パワーステアリング装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、回転電機装置および電動パワーステアリング装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、回転電機と制御ユニットとが一体化された回転電機装置が知られている。例えば、回転電機と制御ユニットとは、回転電機の回転軸の軸心に沿う軸方向に並んで配置される。制御ユニットは、回転電機の巻線に電流を供給するパワーモジュールと、パワーモジュールを制御する制御回路部が実装される制御基板と、を有する。特許文献1の回転電機装置では、パワーモジュールおよび制御基板を軸方向に沿って配置した、いわゆる縦置き配置方式を採用している。特許文献2の回転電機装置では、パワーモジュールおよび制御基板を軸方向に対して垂直に配置した、いわゆる横置き配置方式を採用している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第6608555号公報  
特許文献2：国際公開第2018/047342号  
特許文献3：国際公開第2021/192202号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 回転電機装置では、制御ユニットからノイズが発生する。特許文献3の回転電機装置では、制御ユニットで発生したノイズが回転電機装置の外部に伝搬することを抑制するために、フィルタ部および電磁シールドが設けられている。特許文献3の構成では、制御基板の一部が電磁シールドを貫通して電磁シールドの外部に突出し、この突出部にフィルタ部を配置している。この場合、電磁シールドに形成される貫通孔が大きくなり、制御ユニットで発生

したノイズが貫通孔を介して外部に漏出する可能性がある。

[0005] 本開示は、上記の事情に鑑みて、回転電機装置のサイズの増加を抑えつつ、制御ユニットで発生したノイズが回転電機装置の外部に伝搬することを抑制することができる回転電機装置および電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る回転電機装置の一つの態様は、回転軸を有する回転電機と、前記回転軸の軸心に沿う軸方向において前記回転電機と並んで配置され、前記回転電機を制御する制御ユニットと、前記制御ユニットを覆う電磁シールドと、を備え、前記制御ユニットは、前記軸方向に延び、外部接続端子が接続される制御基板と、前記外部接続端子へ伝搬するノイズ成分を減衰させるフィルタ部と、を有し、前記電磁シールドは、前記制御基板の全体を覆うとともに、前記外部接続端子が挿通される貫通孔を有する第1の頂部と、前記第1の頂部よりも前記回転電機側に配置される第2の頂部と、を有する筒状に形成されており、前記フィルタ部の少なくとも一部は、前記制御基板に実装され、前記軸方向において、前記第1の頂部と前記第2の頂部との間に配置される。

[0007] 本開示に係る電動パワーステアリング装置の一つの態様は、前記回転電機装置を備える。

### 発明の効果

[0008] 本開示によれば、回転電機装置のサイズの増加を抑えつつ、制御ユニットで発生したノイズが回転電機装置の外部に伝搬することを抑制することができる回転電機装置および電動パワーステアリング装置を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る回転電機装置の回路図である。

[図2]実施の形態1に係る回転電機装置の構成を示す断面図である。

[図3]実施の形態1に係る電磁シールドの平面図である。

[図4]実施の形態1に係る回転電機装置の平面図であって、ハウジングおよび

電磁シールドを取り外した状態を示す図である。

[図5]実施の形態1に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図6]実施の形態1に係る制御基板を第1直交方向から見た図である。

[図7]実施の形態1の変形例に係る電磁シールドの平面図である。

[図8]実施の形態2に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図9]実施の形態3に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図10]実施の形態4に係る制御基板を第1直交方向から見た図である。

[図11]実施の形態5に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図12]実施の形態6に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図13]実施の形態7に係る回転電機装置の部分断面図である。

[図14]実施の形態8に係る回転電機装置の回路図である。

[図15]実施の形態8に係る回転電機装置の構成を示す断面図である。

[図16]実施の形態8に係る制御基板を第1直交方向から見た図である。

[図17]実施の形態8の変形例に係る制御基板を第1直交方向から見た図である。

[図18]実施の形態9に係る電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

## 発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しながら、本開示の実施の形態について説明する。なお、本開示の範囲は、以下の実施の形態に限定されず、本開示の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1における回転電機装置100の回路図である。図2は、回転電機装置100の断面図である。

図1および図2に示されるように、回転電機装置100は、制御ユニット1および回転電機2を有している。制御ユニット1と回転電機2とは一体化されている。回転電機装置100は、例えば、車両に搭載される電動パワーステアリング装置に用いられる。回転電機装置100は、負荷の駆動により

発電して回生電力をバッテリー充電に利用する機能を有していてもよい。

[0012] 図1に示されるように、制御ユニット1は、インバータ回路3、制御回路部4、電源リレー用スイッチング素子5、フィルタ部17、等を含んでいる。制御ユニット1には、バッテリー6（電源）、イグニッションスイッチ7、センサ類8が接続されている。センサ類8は、例えば、車両のハンドルの近傍に設けられて操舵角を検出する操舵角センサ、操舵トルクを検出するトルクセンサ、車両の走行速度を検出する速度センサ、等を含む。

[0013] 回転電機2は、例えば、3相ブラシレス回転電機である。3相とは、U相、V相、およびW相である。回転電機2は、3相巻線を有している。図1では、3相巻線を、符号Ua、Va、Waにより表す。3相巻線Ua、Va、Waはデルタ結線されている。3相巻線Ua、Va、WaはY結線されていてもよい。回転電機2は、2極2対のブラシ付き回転電機であってもよい。回転電機2には、回転電機2の回転軸21（図2を参照）の回転角を検出するための回転センサ9が設けられている。

[0014] インバータ回路3は、3相巻線Ua、Va、Waそれぞれに対応して設けられる、平滑コンデンサ30U、30V、30Wと、上側アーム用スイッチング素子31U、31V、31Wと、下側アーム用スイッチング素子32U、32V、32Wと、シャント抵抗33U、33V、33Wと、回転電機リレー用スイッチング素子34U、34V、34Wと、を備える。なお、インバータ回路3において、U相、V相、W相に対応するそれぞれの回路構成は同様である。そこで以下では、これら3つの相を代表させて、U相について説明する。つまり、以下の説明はV相、W相についても同様に適用される。

[0015] 上側アーム用スイッチング素子31Uはバッテリー6の正極に電氣的に接続され、下側アーム用スイッチング素子32Uはバッテリー6の負極に電氣的に接続されている。上側アーム用スイッチング素子31Uおよび下側アーム用スイッチング素子32Uは、直列に接続されている。回転電機リレー用スイッチング素子34Uは、上側アーム用スイッチング素子31Uと下側アーム用スイッチング素子32Uとの間に接続されている。回転電機リレー用スイ

ッチング素子34Uは、上側アーム用スイッチング素子31Uと下側アーム用スイッチング素子32Uとの間の部分から、回転電機2の巻線Uaに向けた、電力供給のオン、オフを切り替える。平滑コンデンサ30Uは、スイッチング時の電源電圧変動およびノイズを抑制する機能を有する。シャント抵抗33Uは、下側アーム用スイッチング素子32Uとグラウンドとの間に接続されている。シャント抵抗33Uは、回転電機2の巻線Uaに流れる電流を検出するために用いられる。

[0016] 制御回路部4は、インバータ回路3を制御する。制御回路部4は、CPU (Central Processing Unit) 10、駆動回路11、入力回路12、電源回路13、等を含んでいる。

[0017] イグニッションスイッチ7からのイグニッション信号により、電源回路13にバッテリー6から電力が供給される。電源回路13は、バッテリー6から供給された電力を用いて、制御ユニット1を構成する各電子部品を正常に動作させるための電源電圧を生成する。バッテリー6からの電力は、フィルタ部17および電源リレー用スイッチング素子5を経由して、インバータ回路3にも供給される。

[0018] 入力回路12には、センサ類8が接続されている。センサ類8からの情報は、入力回路12を介してCPU10に伝達される。CPU10は、これらの情報に基づき、回転電機2の3相巻線Ua、Va、Waのそれぞれへ供給する電流の大きさに対応する制御量を演算して出力する。CPU10の出力信号は、駆動回路11に伝達される。駆動回路11は、CPU10の演算結果に基づき、インバータ回路3を駆動する。駆動回路11による制御は、回転電機2の3相(U相、V相、W相)ごとに行われ、インバータ回路3から、3相巻線Ua、Va、Waのそれぞれに独立に電流が供給される。

[0019] 回転センサ9による検出結果は、入力回路12にフィードバックされる。CPU10は、回転センサ9によって得られた回転角情報を用いて、回転電機2の回転軸21の回転角等を算出する。また、図示は省略しているが、シャント抵抗33U、33V、33Wの両端間の電位差、および回転電機2の

3相巻線U<sub>a</sub>、V<sub>a</sub>、W<sub>a</sub>の端子の電圧等も入力回路12にフィードバックされる。CPU10は、これらの情報に基づき、電流の演算値と検出値との差異を算出してフィードバック制御を行う。

[0020] 電源リレー用スイッチング素子5は、バッテリー6とインバータ回路3との間に設けられる。電源リレー用スイッチング素子5は、駆動回路11からの駆動信号に基づき、バッテリー6からインバータ回路3に向けた電流の供給および遮断を切り替える。電源リレー用スイッチング素子5により、回転電機2への電流の供給を遮断することができる。

[0021] CPU10は、センサ類8、駆動回路11、インバータ回路3、回転電機2の3相巻線U<sub>a</sub>、V<sub>a</sub>、W<sub>a</sub>等の異常を検出する異常検出機能を有する。異常を検出した場合、CPU10は、異常を検出した相への電流の供給を遮断するために、対応する相の上側アーム用スイッチング素子31U、31V、31W、下側アーム用スイッチング素子32U、32V、32W、または回転電機リレー用スイッチング素子34U、34V、34Wをオフ状態にする。あるいは、CPU10は、電源リレー用スイッチング素子5をオフ状態にして、全ての相への電流の供給を遮断してもよい。

[0022] フィルタ部17は、インバータ回路3で発生したノイズを抑制する。具体的には、インバータ回路3のPWM (Pulse Width Modulation) 制御によってスイッチングノイズが発生する。フィルタ部17は、このスイッチングノイズが回転電機装置100から外部に伝わることを抑制するために設けられている。フィルタ部17には、バッテリー6から電源ラインおよびGND (Ground) ラインが接続されている。

[0023] フィルタ部17は、ノーマルモードコイル17a (コイル)、およびコンデンサ17b、17c、17dを含んでいる。ノーマルモードコイル17aは、ノーマルモードノイズ用のコイルである。コンデンサ17bは、アクロスラインコンデンサまたはXコンデンサである。コンデンサ17c、17dは、ラインバイパスコンデンサまたはYコンデンサである。フィルタ部17は、インバータ回路3で発生した伝導ノイズ及び放射ノイズを抑制するE

MI (Electromagnetic Interface) フィルタである。コンデンサ17c、17dの間の中点17eは、ボディーグランドであり、回転電機装置100の一部を介して車体に電氣的に接続されて接地されている。

なお、回転電機装置100で発生するノイズに応じて、フィルタ部17がコモンモードノイズ用のコイルであるコモンモードコイルを含んでいてもよく、ノーマルモードコイル17aが省略されていてもよく、フィルタ部17に含まれるコンデンサの数が2つ以下、または4つ以上であってもよい。

[0024] 次に、回転電機装置100の各部の構造を、図2～7を参照して説明する。

本明細書では、回転電機2の回転軸21の軸心Oに沿う方向を軸方向Zという。図2に示されるように、回転電機2と制御ユニット1とは、軸方向Zに並べて配置され、一体化されている。軸方向Zにおいて、制御ユニット1が配置された側を上方といい、回転電機2が配置された側を下方という。軸方向Zから見ることを平面視という。軸方向Zから見た図を平面図という。なお、軸方向Zは、鉛直方向と一致していなくてもよい。軸方向Zに直交する一方向を、第1直交方向Xという。軸方向Zおよび第1直交方向Xの双方に直交する方向を、第2直交方向Yという。第1直交方向Xに沿って、回転軸21の軸心Oから離れる側を第1直交方向Xの外側といい、回転軸21の軸心Oに向かう側を第1直交方向Xの内側という。第2直交方向Yに沿って、回転軸21の軸心Oから離れる側を第2直交方向Yの外側といい、回転軸21の軸心Oに向かう側を第2直交方向Yの内側という。

[0025] 回転電機2は、不図示のロータおよびステータを有する。ロータおよびステータは、回転電機ケース25に収容される。ロータは、回転軸21に固定されている。ロータの外周面には、複数の永久磁石が配置される。複数の永久磁石は、例えば、ロータの外周面における極性（S極およびN極）が、周方向に沿って交互に入れ替わるように配置されている。ステータは、ロータの外周側に、隙間を介して配置されている。ステータには、3相巻線Ua、

V a、W aが巻装されている。3相巻線U a、V a、W aは、ステータに分布巻きまたは集中巻きされる。3相巻線U a、V a、W aの端部（不図示）は、制御ユニット1側へ延びている。

[0026] 次に、制御ユニット1の構造について説明する。制御ユニット1は、制御基板14と、パワーモジュール35と、バスバーユニット36と、を有している。

[0027] 制御ユニット1は、ハウジング40により覆われる。ハウジング40は、制御ユニット1の上部および外周を覆う。ハウジング40に、制御ユニット1を構成する部品が収容されるため、これら部品の破損を防止することができる。ハウジング40の上部には、電源用コネクタ42および信号用コネクタ43が配置されている。

[0028] 電源用コネクタ42は、第1保持部材421と、第1保持部材421から下方に向けて延びる電源用接続端子422（外部接続端子）と、を有する。信号用コネクタ43は、第2保持部材431と、第2保持部材431から下方に向けて延びる信号用接続端子432と、を有する。第1保持部材421と、第2保持部材431と、ハウジング40とは、樹脂材料で一体成型されている。電源用接続端子422および信号用接続端子432は、ハウジング40に収容される。電源用接続端子422および信号用接続端子432は、制御基板14に形成される不図示の貫通孔に挿通され、制御基板14に形成された回路パターンに電氣的に接続される。電源用コネクタ42には、電源系の比較的大きな電流が流れ、信号用コネクタ43には、信号系の比較的小きな電流が流れる。

[0029] ハウジング40の内側には、有頂円筒状を有する電磁シールド37が設けられる。電磁シールド37は、制御基板14、パワーモジュール35、およびバスバーユニット36を覆う。電磁シールド37は、金属製である。電磁シールド37は、制御ユニット1で発生したノイズが外部に放出されることを抑制する。

[0030] 電磁シールド37は、段付き形状を有する。具体的には、電磁シールド3

7は、第1の頂部37aと、第1の頂部37aよりも下方に位置する第2の頂部37bと、第1の頂部37aと第2の頂部37bとを接続する接続部37cと、を有する。

[0031] 図3は、電磁シールド37の上面図である。図3に示されるように、第1の頂部37aには、貫通孔371が設けられている。貫通孔371には、電源用コネクタ42の電源用接続端子422および信号用コネクタ43の信号用接続端子432が挿通される。第2の頂部37bには、第2のネジ60a（図5を参照）が挿通される貫通孔372が設けられている。電磁シールド37には、組立て時の位置決め用の貫通孔等が形成されていてもよい。

[0032] 図2に戻り、ハウジング40の内側には、ヒートシンク34が配置される。ヒートシンク34は、円柱状の基部342と、基部342の中央部から上方に突出する柱部341と、を有する。

[0033] 柱部341は、電磁シールド37の内側に配置される。柱部341は、軸方向Zに延びる。柱部341の軸方向Zの端部は、基部342に固定される。すなわち、柱部341は、基部342に片持ち支持される。

[0034] 図4は、回転電機装置100の平面図であって、ハウジング40および電磁シールド37を取り外した状態を示す図である。図4に示されるように、平面視において、柱部341は、第2直交方向Yに長い長形状である。柱部341の第2直交方向Yにおける側面には、パワーモジュール35が配置される。柱部341の第1直交方向Xにおける一方の側面側には、制御基板14が配置される。柱部341の第1直交方向Xにおける一方の側面には、制御基板14をヒートシンク34に固定するためのねじ締め土台343が設けられる。柱部341の第1直交方向Xにおける他方の側面側には、バスバーユニット36が配置される。

[0035] 基部342は、大径部342aと、大径部342aの上方に配置され、大径部342aよりも径が小さい小径部342bと、を有する。大径部342aの外周面には回転電機ケース25およびハウジング40が固定されている。基部342は、回転電機ケース25により支持されている。小径部342

bの外周面には電磁シールド37が固定されている。基部342には、3相巻線Ua、Va、Waの端部が挿通される挿通穴（不図示）が形成されている。図示は省略するが、3相巻線Ua、Va、Waの端部は、挿通穴を通過して上方に延び、バスバーユニット36に接続されている。

[0036] パワーモジュール35は、柱部341の第2直交方向Yにおける側面に沿って縦置き配置されている。なお、図2においては、パワーモジュール35は柱部341の裏側に設けられており、二点鎖線で示される。パワーモジュール35は、インバータ回路3の上側アーム用スイッチング素子31U、31V、31W、下側アーム用スイッチング素子32U、32V、32W、シャント抵抗33U、33V、33W、および回転電機リレー用スイッチング素子34U、34V、34Wを含んでいる。図4に示されるように、パワーモジュール35の第1直交方向Xにおける一方の端部には、制御基板14と接続される第1端子351が設けられており、他方の端部には、バスバーユニット36と接続される第2端子352が設けられている。例えば、制御基板14と第1端子351とは半田付けにより接続され、バスバーユニット36と第2端子352とはTIG（Tungsten Insert Gas）溶接により接続される。

[0037] バスバーユニット36は、バスバー基部361を有する。バスバー基部361は、バスバー362と、バスバー362が埋設される樹脂製のバスバーホルダ363と、を有する。バスバー基部361には、インバータ回路3の平滑コンデンサ30U、30V、30Wおよびフィルタ部17のノーマルモードコイル17aが実装される。バスバー362は、回転電機2の3相巻線Ua、Va、Waの端部、パワーモジュール35の第2端子352、平滑コンデンサ30U、30V、30Wの端子、ノーマルモードコイル17aの端子、および電源用コネクタ42の電源用接続端子422（電源端子およびGND端子）と接続される。

[0038] 制御基板14は、柱部341の第1直交方向Xにおける一方の側面に沿って縦置き配置されている。すなわち、制御基板14は、軸方向Zおよび第2

直交方向Yに延びるよう配置される。制御基板14は、第1直交方向Xの内側を向く第1面14aと、第1直交方向Xの外側を向く第2面14bとを有する。制御基板14には、制御回路部4、電源リレー用スイッチング素子5、およびフィルタ部17のコンデンサ17b、17c、17dが実装される。なお、図2では、制御回路部4および電源リレー用スイッチング素子5の図示を省略している。また、制御基板14には、インバータ回路3の制御に用いられる不図示の回路部品が実装されている。

[0039] なお、駆動回路11を流れる電流は比較的小さいため、駆動回路11は、制御基板14に実装されている。しかし、駆動回路11は、パワーモジュール35に配置されてもよい。また、電源リレー用スイッチング素子5を流れる電流は比較的大きいため、電源リレー用スイッチング素子5は、制御基板14ではなく、パワーモジュール35に配置されてもよい。

[0040] 図5は、回転電機装置100の、制御基板14の上部141の周囲を示す部分断面図である。図5に示されるように、コンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14の上部141に配置されている。コンデンサ17b、17c、17dは、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置される。本実施の形態では、コンデンサ17b、17c、17dの全体が第2の頂部37bよりも上方（第1の頂部37a側）に配置されている。また、上部141には、電源用接続端子422および信号用接続端子432が接続されている。フィルタ部17は、インバータ回路3で発生したノイズが電源用接続端子422を通して外部へ漏出することを防止する。図5の例では、コンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14の第2面14bに配置されている。コンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14の第1面14aに配置されていてもよい。

[0041] 制御基板14には、第1のネジ60bが挿通される貫通孔143が形成されている。制御基板14の第2面14bにおける貫通孔143の外周部には、GNDパターン142が形成されている。GNDパターン142は、コンデンサ17b、17c、17dおよび電源用接続端子422と電氣的に接続

される配線パターンの一部を構成する。GNDパターン142は、コンデンサ17b、17c、17dとともにフィルタ部17を構成している。GNDパターン142によってフィルタ部17が構成されるので、コストを抑えつつ、電源用接続端子422との接続の信頼性を向上させることができる。

[0042] 制御基板14と電磁シールド37との間には、接地用バスバー38が設けられている。接地用バスバー38は、GNDパターン142と電磁シールド37とを電氣的に接続する。接地用バスバー38は、第1板部38aと、第2板部38bとを有するL字状に形成されている。

[0043] 第2板部38bは、第2の頂部37bの下面に接する。第2板部38bには、第2のネジ60aが挿通される貫通孔382が形成されている。第2板部38bの下面には、第2のネジ60aが締結される被締結部39が設けられている。被締結部39は、第2の頂部37bとの間で第2板部38bを挟むよう設けられる。被締結部39は、例えば六角ナットである。第2板部38bの下面には、樹脂ホルダ61（樹脂部材）が設けられている。第2板部38bは、樹脂ホルダ61により下方から支持される。樹脂ホルダ61は、接地用バスバー38に圧入等により組み付けられている。樹脂ホルダ61は、被締結部39を回転不能に保持する。

[0044] 第2のネジ60aの軸心に沿った方向において、第2の頂部37b、第2板部38b、および被締結部39は、上方からこの順に配置される。この状態で、第2のネジ60aを上方から貫通孔372および貫通孔382に挿通して被締結部39に締結する。これにより、第2板部38bと第2の頂部37bとが密着した状態で互いに固定され、第2板部38bと第2の頂部37bとが電氣的に接続される。また、このとき、第2のネジ60aの軸心は、第2の頂部37bに対して垂直に配置されている。

このような構成により、第2のネジ60aの上方に固定用部品を設けることなく、電磁シールド37と接地用バスバー38とを互いに固定することができる。したがって、電磁シールド37とハウジング40との間に、接地用バスバー38の固定のための軸方向Zの距離を確保する必要がなく、軸方向

Zにおける制御ユニット1のサイズの増加を抑えることができる。

[0045] なお、図7に示されるように、第2の頂部37bには、貫通孔372を囲むように設けられる切り欠き穴373が設けられていてもよい。切り欠き穴373が設けられることで、第2の頂部37bが変形しやすくなり、第2板部38bと第2の頂部37bとをより確実に固定することができる。

[0046] 第1板部38aは、制御基板14の第2面14bに接する。第1板部38aは、制御基板14のGNDパターン142に接する。第1板部38aには、第1のネジ60bが挿通される貫通孔381が形成されている。樹脂ホルダ61には、下方に突出する突出部61aが設けられている。第2板部38bは、突出部61aにより第1直交方向Xの外側から覆われる。突出部61aには、第1のネジ60bが挿通される貫通孔611が形成されている。制御基板14の第1面14aにおける貫通孔143の外周部は、ヒートシンク34のねじ締め土台343により支持される。

[0047] 第1のネジ60bの軸心に沿った方向において、突出部61a、第1板部38a、制御基板14、およびねじ締め土台343は、第1直交方向Xの内側に向けて、この順に配置される。この状態で、第1のネジ60bを、第1直交方向Xの外側から貫通孔611、貫通孔381、貫通孔143に挿通してねじ締め土台343に締結する。これにより、第1板部38aと制御基板14とが密着した状態で第1板部38aおよび制御基板14がねじ締め土台343に対して固定され、第1板部38aとGNDパターン142とが電氣的に接続される。また、このとき、第1のネジ60bの軸心は、制御基板14に対して垂直に配置されている。

第1板部38aを制御基板14の第1直交方向Xの外側に配置し、第1のネジ60bを第1直交方向Xの外側から締結するため、例えばヒートシンク34の上方に固定用部品を設けることなく、接地用バスバー38および制御基板14をヒートシンク34に対して固定することができる。したがって、軸方向Zにおける制御ユニット1のサイズの増加を抑えることができる。

[0048] 上記の構成により、GNDパターン142と電磁シールド37とは、接地

用バスバー38を介して電氣的に接続される。また、第1のネジ60bがねじ締め土台343に締結されることで、第1のネジ60bはヒートシンク34と電氣的に接続される。しかし、電磁シールド37およびGNDパターン142は、第1のネジ60bおよびヒートシンク34と、電氣的に接続されていない。すなわち、第1のネジ60bの頭部と第1板部38aとの間には、絶縁材としての樹脂ホルダ61の突出部61aが挟まれている。また、第1のネジ60bの軸部は、第1板部38aの貫通孔381の内面および制御基板14の貫通孔143の内面と接触していない。例えば、第1板部38aの貫通孔381の内面および制御基板14の貫通孔143の内面には、絶縁材としての樹脂製のカラーが配置されていてもよい。これにより、第1のネジ60bは、接地用バスバー38および制御基板14と電氣的に絶縁されている。さらに、制御基板14の第1面14aとねじ締め土台343とは、電氣的に絶縁されている。したがって、フィルタ部17のコンデンサ17b、17c、17dは、ノイズ源であるパワーモジュール35が取り付けられるヒートシンク34を経由することなく、接地用バスバー38および電磁シールド37を経由して接地される。これにより、フィルタ部17によってパワーモジュール35（インバータ回路3）で発生したノイズを効果的に抑制することができる。

[0049] 図6は、制御基板14を第1直交方向Xから見た図である。図6では、電磁シールド37の第1の頂部37aおよび第2の頂部37bを二点鎖線で示している。また、第2のネジ60aを点線で示している。

[0050] 図6に示されるように、第1直交方向Xから見たときに、接地用バスバー38は、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央と重なる位置に配置されている。また、第1直交方向Xから見たときに、ネジ60a、60bも、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央と重なる位置に配置されている。ネジ60a、60bは、第2のネジ60aの軸心と、第1のネジ60bの軸心と、回転軸21の軸心Oとが同一平面上に位置するように配置されている。これにより、ネジ60a、60bを用いて、制御基板14を、電磁シールド37とねじ締め土台343との間に挟み込むことができる。

ルド37に対して、第2直交方向Yにおける中央で固定することができ、制御基板14の耐振性および耐久性を向上させることができる。

[0051] 以上説明したように、本実施の形態に係る回転電機装置100は、回転軸21を有する回転電機2と、軸方向Zにおいて回転電機2と並んで配置され、回転電機2を制御する制御ユニット1と、制御ユニット1を覆う電磁シールド37と、を備える。制御ユニット1は、軸方向Zに延び、電源用コネクタ42の電源用接続端子422が接続される制御基板14と、電源用接続端子422へ伝搬するノイズ成分を減衰させるフィルタ部17と、を有する。電磁シールド37は、制御基板14の全体を覆うとともに、電源用接続端子422が挿通される貫通孔371を有する第1の頂部37aと、第1の頂部37aよりも回転電機2側に配置される第2の頂部37bと、を有する筒状に形成されている。フィルタ部17のコンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14に実装され、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置される。

[0052] コンデンサ17b、17c、17dを制御基板14に実装するので、コンデンサ17b、17c、17dを実装するための専用の基板および支持構造を設ける場合と比較して、回転電機装置100のサイズの増加を抑えることができ、回転電機装置100のコストを低減させることができる。また、コンデンサ17b、17c、17dを、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置するため、コンデンサ17b、17c、17dを電源用接続端子422に近接して配置することができ、フィルタ部17により電源用接続端子422へ伝搬するノイズ成分を効果的に減衰させることができる。制御基板14の全体が電磁シールド37により覆われており、電磁シールド37の第1の頂部37aには、電源用接続端子422が挿通される貫通孔371が形成される。これにより、例えば制御基板14の一部が電磁シールド37を貫通して電磁シールド37の外側に突出する場合と比べて、貫通孔371のサイズを低減することができ、制御ユニット1で発生したノイズが貫通孔371を介して外部に漏出することを抑制できる。した

がって、制御ユニット1で発生したノイズが回転電機装置100の外部に伝搬することを抑制することができる。

電磁シールド37は、第1の頂部37aと第2の頂部37bを有する段付き形状を有する。第1の頂部37aに貫通孔371を形成し、第2の頂部37bを、例えば制御基板14との固定に用いることで、第1の頂部37aの貫通孔371のサイズをより低減することができる。

[0053] また、フィルタ部17は、制御基板14に形成され、電源用接続端子422と電氣的に接続されるGNDパターン142を有している。制御ユニット1は、GNDパターン142と電磁シールド37とを電氣的に接続する接地用バスバー38を有する。

これにより、フィルタ部17を、接地用バスバー38および電磁シールド37を経由して接地することができる。

[0054] また、回転電機装置100は、電磁シールド37の内側に配置されるヒートシンク34をさらに備える。制御ユニット1は、接地用バスバー38および制御基板14を、ヒートシンク34に対して固定する第1のネジ60bと、接地用バスバー38と第1のネジ60bとの間に配置される樹脂ホルダ61と、を有する。

第1のネジ60bにより、接地用バスバー38および制御基板14を、ヒートシンク34に対して固定することができる。また、接地用バスバー38と第1のネジ60bとの間には樹脂ホルダ61が配置されており、接地用バスバー38と第1のネジ60bとの間は絶縁されている。したがって、フィルタ部17を、ノイズ源であるパワーモジュール35が取り付けられるヒートシンク34を経由することなく、接地用バスバー38および電磁シールド37を経由して接地することができる。これにより、フィルタ部17によって電源用接続端子422へ伝搬するノイズ成分をより効果的に減衰させることができる。

[0055] また、第1のネジ60bの軸心に沿った方向において、樹脂ホルダ61、接地用バスバー38、制御基板14、およびヒートシンク34は、回転軸2

1の軸心Oに向かって、この順に配置されている。

これにより、第1のネジ60bを用いて、接地用バスバー38および制御基板14を、ヒートシンク34に対して容易に固定することができる。

[0056] また、制御ユニット1は、接地用バスバー38を、第2の頂部37bに対して固定する第2のネジ60aを有する。

第2のネジ60aにより、接地用バスバー38を第2の頂部37bに対して固定することができる。

[0057] また、制御ユニット1は、第2の頂部37bとの間で接地用バスバー38を挟むよう設けられ、第2のネジ60aが締結される被締結部39を有する。

これにより、接地用バスバー38を第2の頂部37bに対してより確実に固定することができる。

[0058] また、接地用バスバー38と第2の頂部37bとは、軸方向Zに並んで配置される。

これにより、第2のネジ60aを軸方向Zの上方から締結することができ、接地用バスバー38を第2の頂部37bに対してより容易に固定することができる。

[0059] また、制御ユニット1は、接地用バスバー38と、接地用バスバー38を制御基板14に取り付ける第1のネジ60bと、接地用バスバー38を第2の頂部37bに取り付ける第2のネジ60aと、を有する。第1のネジ60bの軸心と、第2のネジ60aの軸心とは、回転軸21の軸心Oを含む同一平面上に配置されている。

これにより、ネジ60a、60bを用いて、制御基板14を、電磁シールド37に対して確実に固定することができ、制御基板14の耐振性および耐久性を向上させることができる。

[0060] また、第1のネジ60bの軸心は、制御基板14に対して垂直に配置されており、第2のネジ60aの軸心は、第2の頂部37bに対して垂直に配置されている。

これにより、接地用バスバー38と制御基板14とを、第1のネジ60bを用いて緩むことなく確実に固定することができ、接地用バスバー38と電磁シールド37とを、第2のネジ60aを用いて緩むことなく確実に固定することができる。したがって、制御基板14の耐振性および耐久性を向上させることができる。

[0061] また、回転電機装置100は、電源用接続端子422を収容するとともに、電磁シールド37を覆うハウジング40をさらに備える。

ハウジング40に、制御ユニット1を構成する部品が収容されるため、これら部品の破損を防止することができる。また、制御基板14および電磁シールド37をハウジング40の内側に配置することで、回転電機装置100のサイズの増加を抑制できる。

[0062] 実施の形態2.

次に、実施の形態2に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0063] 図8は、実施の形態2に係る回転電機装置101の部分断面図である。図8に示されるように、本実施の形態では、被締結部39が設けられておらず、第2のネジ60aは、接地用バスバー38に形成される雌ねじ部383に螺合される。雌ねじ部383は、接地用バスバー38にバーリング加工およびねじ切り加工を施すことで形成される。第2のネジ60aを雌ねじ部383に螺合することで、電磁シールド37と接地用バスバー38とが接続される。また、樹脂ホルダ61には、第2のネジ60aの軸部の先端部が収容される凹部612が形成される。

この場合、被締結部39を設けることなく、電磁シールド37と接地用バスバー38とを電氣的に接続することができる。したがって、回転電機装置101のコストを低減させることができる。

[0064] 実施の形態3.

次に、実施の形態3に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態

に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0065] 図9は、実施の形態3に係る回転電機装置102の部分断面図である。図9に示されるように、本実施の形態では、接地用バスバー38の固定にネジ60a、60bが用いられず、接地用バスバー38には貫通孔381、382が形成されていない。制御基板14には貫通孔143が形成されていない。第1板部38aは、制御基板14のGNDパターン142と、半田付けにより接合されている。例えば、第1板部38aは、GNDパターン142に、リフローはんだで表面実装される。第2板部38bは、第2の頂部37bと押圧接触されている。例えば、組み立て時に、第2の頂部37bによって接地用バスバー38を撓ませた状態で、第2の頂部37bの下面を第2板部38bと当接させてもよい。また、接地用バスバー38は、板ばね等の弾性部材により形成されていてもよい。この場合、接地用バスバー38の弾性力によって、第2板部38bを第2の頂部37bにより強く当接させることができる。

[0066] 以上説明したように、本実施の形態に係る回転電機装置102では、接地用バスバー38は、GNDパターン142と半田付けにより接合されるとともに、第2の頂部37bと押圧接触されている。この場合、ネジ等を設けることなく、接地用バスバー38を介してGNDパターン142と電磁シールド37とを電氣的に接続することができる。したがって、回転電機装置102のコストを低減させることができる。

[0067] また、接地用バスバー38は、弾性変形することで第2の頂部37bと押圧接触されている。これにより、電磁シールド37と接地用バスバー38とをより確実に電氣的に接続することができる。

[0068] 実施の形態4.

次に、実施の形態4に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0069] 図10は、実施の形態4に係る回転電機装置103の制御基板14を第1直交方向Xから見た図である。図10では、電磁シールド37の第1の頂部37aおよび第2の頂部37bを二点鎖線で示している。また、第2のネジ60aを点線で示している。

[0070] 図10に示されるように、本実施の形態では、第1直交方向Xから見たときに、第2のネジ60aは、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央と重なる位置に配置されており、第1のネジ60bは、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央から離れた位置に配置されている。第2のネジ60aの軸心は、回転軸21の軸心Oを含む第1の平面上に配置され、第1のネジ60bの軸心は、第1の平面に平行な第2の平面上に配置されている。この場合であっても、ネジ60a、60bを用いて、接地用バスバー38を、制御基板14および電磁シールド37に固定し、接地用バスバー38を介してGNDパターン142と電磁シールド37とを電氣的に接続することができる。また、ネジ60a、60bの位置を調整することで設計の自由度が向上する。したがって、回転電機装置103のサイズの増加を抑えることができ、また回転電機装置103のコストを低減することができる。

なお、第1直交方向Xから見たときに、第1のネジ60bが、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央と重なる位置に配置されており、第2のネジ60aが、制御基板14の第2直交方向Yにおける中央から離れた位置に配置されていてもよい。

[0071] 実施の形態5.

次に、実施の形態5に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0072] 図11は、実施の形態5に係る回転電機装置104の部分断面図である。図11に示されるように、本実施の形態では、ノーマルモードコイル17aが、制御基板14の上部141に設けられる。すなわち、コンデンサ17b、17c、17dおよびノーマルモードコイル17aが、制御基板14に実

装され、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置される。これにより、電磁シールド37によってノイズを吸収した後に、フィルタ部17によってノイズをより効果的に低減することができる。

[0073] 実施の形態6.

次に、実施の形態6に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0074] 図12は、実施の形態6に係る回転電機装置105の部分断面図である。図12に示されるように、本実施の形態では、コンデンサ17b、17c、17dは、軸方向Zにおいて、コンデンサ17b、17c、17dの側面の位置が、第2の頂部37bの上面（外面）の位置と一致するように設けられている。これにより、電磁シールド37によってノイズを吸収した後、直ちにフィルタ部17によってノイズを低減することができる。

[0075] 実施の形態7.

次に、実施の形態7に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0076] 図13は、実施の形態7に係る回転電機装置106の部分断面図である。図13に示されるように、本実施の形態では、軸方向Zにおいて、コンデンサ17b、17c、17dが、第2の頂部37bの上面（外面）と重なるよう設けられている。すなわち、コンデンサ17b、17c、17dの一部が、第2の頂部37bの上面よりも下方に配置されている。この場合も、電磁シールド37によってノイズを吸収した後、直ちにフィルタ部17によってノイズを低減することができる。

[0077] 実施の形態8.

次に、実施の形態8に係る回転電機装置について説明する。本実施の形態に係る回転電機装置は、基本的な構成は実施の形態1の回転電機装置と同様であるため、異なる点を中心に説明する。

[0078] 図14は、実施の形態8に係る回転電機装置107の回路図である。図15は、回転電機装置107の断面図である。

[0079] 図14および図15に示されるように、本実施の形態では、回転電機2は、2組の3相巻線を有している。具体的には、回転電機2は、3相巻線U<sub>a</sub>、V<sub>a</sub>、W<sub>a</sub>に加えて、第2の3相巻線U<sub>b</sub>、V<sub>b</sub>、W<sub>b</sub>を有する。また、回転電機装置100は、2組の制御ユニット1A、1Bを有している。制御ユニット1A、1Bはそれぞれ、実施の形態1において説明した制御ユニット1と同様の構成を有する。そこで、本実施の形態では、第1の制御ユニット1Aの構成部品のうち、実施の形態1において対応する構成部品と同様の符号に添え字「A」を付す。また、第2の制御ユニット1Bの構成部品のうち、実施の形態1において対応する構成部品と同様の符号に添え字「B」を付す。

[0080] 以下では、実施の形態1と同様の構造についてはその説明を省略し、異なる点を中心に説明する。例えば、制御ユニット1Aは、インバータ回路3A、制御回路部4A、電源リレー用スイッチング素子5A、およびフィルタ部17Aを備えている。これらインバータ回路3A、制御回路部4A、電源リレー用スイッチング素子5A、およびフィルタ部17Aの構成は、実施の形態1において説明したインバータ回路3、制御回路部4、電源リレー用スイッチング素子5、およびフィルタ部17の構成と同様である。また、制御ユニット1Bは、インバータ回路3B、制御回路部4B、電源リレー用スイッチング素子5B、およびフィルタ部17Bを備えている。

[0081] 第1の制御ユニット1Aは、センサ類8および回転センサ9等からの入力情報に基づいて、制御回路部4Aおよびインバータ回路3Aを動作させる。これにより、3相巻線U<sub>a</sub>、V<sub>a</sub>、W<sub>a</sub>を介して回転軸21を駆動させることができる。第2の制御ユニット1Bは、センサ類8および回転センサ9等からの入力情報に基づいて、制御回路部4Bおよびインバータ回路3Bを動作させる。これにより、3相巻線U<sub>b</sub>、V<sub>b</sub>、W<sub>b</sub>を介して回転軸21を駆動させることができる。このように、2つの制御ユニット1A、1Bが互い

に独立して回転電機 2 を駆動できるように構成することで、システムの冗長性が確保される。

[0082] 次に、回転電機装置 107 の各部の構造を説明する。図 15 に示されるように、制御ユニット 1 A は、制御基板 14 A と、パワーモジュール 35 A と、バスバーユニット 36 A と、を有している。制御ユニット 1 B は、制御基板 14 B と、パワーモジュール 35 B と、バスバーユニット 36 B と、を有している。

[0083] 制御ユニット 1 A、1 B は、ハウジング 40 により覆われる。ハウジング 40 の上部には、制御ユニット 1 A と接続される電源用コネクタ 42 A および信号用コネクタ 43 A と、制御ユニット 1 B と接続される電源用コネクタ 42 B および信号用コネクタ 43 B と、が配置されている。電源用コネクタ 42 A は、第 1 保持部材 421 A と、第 1 保持部材 421 A から下方に向けて延びる電源用接続端子 422 A（外部接続端子）と、を有する。信号用コネクタ 43 A は、第 2 保持部材 431 A と、第 2 保持部材 431 A から下方に向けて延びる信号用接続端子 432 A と、を有する。電源用コネクタ 42 B は、第 3 保持部材 421 B と、第 3 保持部材 421 B から下方に向けて延びる電源用接続端子 422 B（外部接続端子）と、を有する。信号用コネクタ 43 B は、第 4 保持部材 431 B と、第 4 保持部材 431 B から下方に向けて延びる信号用接続端子 432 B と、を有する。第 1 保持部材 421 A と、第 2 保持部材 431 A と、第 3 保持部材 421 B と、第 4 保持部材 431 B と、ハウジング 40 とは、樹脂材料で一体成型されている。電源用接続端子 422 A、信号用接続端子 432 A、電源用接続端子 422 B、および信号用接続端子 432 B は、ハウジング 40 に収容される。

[0084] ハウジング 40 の内側には、制御ユニット 1 A、1 B を覆う電磁シールド 37 が設けられる。本実施の形態において、電磁シールド 37 は、第 1 の頂部 37 a と、第 1 の頂部 37 a よりも下方に位置する 2 つの第 2 の頂部 37 b と、第 1 の頂部 37 a と 2 つの第 2 の頂部 37 b とをそれぞれ接続する 2 つの接続部 37 c と、を有する。第 1 の頂部 37 a に形成される貫通孔 37

1には、電源用接続端子422A、信号用接続端子432A、電源用接続端子422B、および信号用接続端子432Bが挿通される。

[0085] ハウジング40の内側には、ヒートシンク34が配置される。ヒートシンク34の柱部341の第2直交方向Yにおける一方の側面には、パワーモジュール35Aが配置される。柱部341の第2直交方向Yにおける他方の側面には、パワーモジュール35Bが配置される。すなわち、パワーモジュール35A、35Bは、第2直交方向Yに、柱部341を挟んで配置される。なお、図15においては、パワーモジュール35A、35Bが配置される位置を二点鎖線で示す。また、図示は省略するが、パワーモジュール35Aの第1直交方向Xにおける一方の端部には、制御基板14Aと接続される第1端子が設けられており、他方の端部には、バスバーユニット36Aと接続される第2端子が設けられている。パワーモジュール35Bの第1直交方向Xにおける一方の端部には、制御基板14Bと接続される第1端子が設けられており、他方の端部には、バスバーユニット36Bと接続される第2端子が設けられている。

[0086] 柱部341の第1直交方向Xにおける一方の側面側には、制御基板14Aが配置される。柱部341の第1直交方向Xにおける他方の側面側には、制御基板14Bが配置される。すなわち、制御基板14A、14Bは、第1直交方向Xに、柱部341を挟んで配置される。

[0087] フィルタ部17Aのコンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14Aの上部141Aに配置されている。フィルタ部17Aのコンデンサ17b、17c、17dは、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置される。フィルタ部17Bのコンデンサ17b、17c、17dは、制御基板14Bの上部141Bに配置されている。フィルタ部17Bのコンデンサ17b、17c、17dは、軸方向Zにおいて、第1の頂部37aと第2の頂部37bとの間に配置される。

[0088] 制御基板14Aと電磁シールド37との間には、接地用バスバー38Aが設けられている。接地用バスバー38Aは、制御基板14AのGNDパター

ン142Aと電磁シールド37とを電氣的に接続する。実施の形態1と同様に、接地用バスバー38Aは、第1のネジ60bにより制御基板14Aに取り付けられるとともに、第2のネジ60aにより2つの第2の頂部37bのうち一方の第2の頂部37bに取り付けられる。接地用バスバー38Aは、実施の形態2、3と同様の方法により固定されていてもよい。

[0089] 制御基板14Bと電磁シールド37との間には、接地用バスバー38Bが設けられている。接地用バスバー38Bは、制御基板14BのGNDパターン142Bと電磁シールド37とを電氣的に接続する。実施の形態1と同様に、接地用バスバー38Bは、第1のネジ60bにより制御基板14Bに取り付けられるとともに、第2のネジ60aにより2つの第2の頂部37bのうち他方の第2の頂部37bに取り付けられる。接地用バスバー38Bは、実施の形態2、3と同様の方法により固定されていてもよい。

[0090] バスバーユニット36Aは、制御基板14Aよりも第1直交方向Xの外側に配置される。バスバーユニット36Aのバスバー基部361Aは、制御基板14Aと平行に配置される。バスバーユニット36Bは、制御基板14Bよりも第1直交方向Xの外側に配置される。バスバーユニット36Bのバスバー基部361Bは、制御基板14Bと平行に配置される。

[0091] 図16は、制御基板14Aを第1直交方向Xから見た図である。なお、図16では、電磁シールド37の第1の頂部37aおよび第2の頂部37bを二点鎖線で示している。また、第2のネジ60aを点線で示しており、バスバーユニット36Aを一点鎖線で示している。

図16に示されるように、第1直交方向Xから見たときに、バスバーユニット36Aは、制御基板14Aと重なるよう配置される。バスバーユニット36Aは、接地用バスバー38Aと制御基板14Aとの接続部分（すなわち、第1のネジ60b）と第1直交方向Xにおいて離間して配置され、接地用バスバー38Aと電磁シールド37との接続部分（すなわち、第2のネジ60a）と軸方向Zにおいて離間して配置されている。同様に、第1直交方向Xから見たときに、バスバーユニット36Bは、制御基板14Bと重なるよ

う配置される。バスバーユニット36Bは、接地用バスバー38Bと制御基板14Bとの接続部分と第1直交方向Xにおいて離間して配置され、接地用バスバー38Bと電磁シールド37との接続部分と軸方向Zにおいて離間して配置されている。これにより、バスバーユニット36A、36Bが、接地用バスバー38A、38Bと制御基板14A、14Bとの接続部分、および接地用バスバー38A、38Bと電磁シールド37との接続部分と接触することを防止しつつ、電磁シールド37の内側においてバスバーユニット36A、36Bを効率的に配置することができる。

[0092] また、図16の例では、ネジ60a、60bは、第2のネジ60aの軸心と、第1のネジ60bの軸心と、回転軸21の軸心Oとが同一平面上に位置するように配置されている。これにより、ネジ60a、60bを用いて、制御基板14A、14Bを、電磁シールド37に対して、第2直交方向Yにおける中央で固定することができ、制御基板14A、14Bの耐振性および耐久性を向上させることができる。

[0093] なお、図17に示されるように、接地用バスバー38Aと制御基板14Aとの接続部分（すなわち、第1のネジ60b）と、接地用バスバー38Aと電磁シールド37との接続部分（すなわち、第2のネジ60a）とが、第2直交方向Yに異なる位置に配置されてもよい。同様に、接地用バスバー38Bと制御基板14Bとの接続部分と、接地用バスバー38Bと電磁シールド37との接続部分とが、第2直交方向Yに異なる位置に配置されてもよい。この場合であっても、バスバーユニット36A、36Bは、接地用バスバー38A、38Bと制御基板14A、14Bとの接続部分、および接地用バスバー38A、38Bと電磁シールド37との接続部分と離間して配置される。したがって、バスバーユニット36A、36Bが、これら接続部分と接触することを防止できる。また、上記のようにネジ60a、60bの位置を調整することで設計の自由度が向上する。したがって、電磁シールド37の内側においてバスバーユニット36A、36Bをより効率的に配置ことができ、回転電機装置107のサイズの増加を抑えることができる。

[0094] 実施の形態 9.

実施の形態 1～8に係る回転電機装置は、車両用の電動パワーステアリング装置に適用することができる。以下、実施の形態 9に係る電動パワーステアリング装置 150 について、図 18 を用いて説明する。なお、実施の形態 1 と同様の機能及び作用を有する構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0095] 図 18 は、実施の形態 9 に係る電動パワーステアリング装置 150 の概略構成図である。図示の例では、電動パワーステアリング装置 150 は、ラック式の電動パワーステアリング装置である。電動パワーステアリング装置 150 は、回転電機装置 100 と、ハンドル 151 と、トルクセンサ 152 と、速度センサ 153 と、を備える。

[0096] 運転者がハンドル 151 を操作し、車両のステアリング機構に操舵トルクを発生させると、トルクセンサ 152 は、その操舵トルクを検出して回転電機装置 100 に出力する。また速度センサ 153 は車両の走行速度を検出して回転電機装置 100 に出力する。回転電機装置 100 は、トルクセンサ 152 および速度センサ 153 からの入力に基づいて操舵トルクを補助する補助トルクを発生させ、車両の前輪 154 のステアリング機構に伝達する。トルクセンサ 152 および速度センサ 153 は、図 1 におけるセンサ類 8 の一部である。回転電機装置 100 は、トルクセンサ 152 および速度センサ 153 以外の情報に基づいて補助トルクを発生させてもよい。

[0097] 電動パワーステアリング装置 150 に適用される回転電機装置 100 を小型化することで、車両への搭載性が向上する。回転電機装置 100 のコストを削減することで、電動パワーステアリング装置 150 全体のコストも削減することができる。回転電機装置 100 に替えて、回転電機装置 101～107 を用いた場合も同様である。

[0098] なお、本開示の技術的範囲は前記実施の形態に限定されず、本開示の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

[0099] 例えば、回転電機装置 100 が、電動パワーステアリング装置 150 以外

の用途に用いられてもよい。その他、上記した実施の形態あるいは変形例を、適宜組み合わせてもよい。

### 符号の説明

[0100] 1、1 A、1 B…制御ユニット 2…回転電機 17、17 A、17 B…フィルタ部 17 a…ノーマルモードコイル (コイル) 17 b、17 c、17 d…コンデンサ 21…回転軸 34…ヒートシンク 36、36 A、36 B…バスバーユニット 37…電磁シールド 37 a…第1の頂部 37 b…第2の頂部 38、38 A、38 B…接地用バスバー 39…被締結部 40…ハウジング 60 a…第2のネジ 60 b…第1のネジ 61…樹脂ホルダ (樹脂部材) 100、101、102、103、104、105、106、107…回転電機装置 142、142 A、142 B…GNDパターン (配線パターン) 150…電動パワーステアリング装置 361、361 A、361 B…バスバー基部 422、422 A、422 B…電源用接続端子 (外部接続端子) O…軸心

## 請求の範囲

- [請求項1] 回転軸を有する回転電機と、  
前記回転軸の軸心に沿う軸方向において前記回転電機と並んで配置され、前記回転電機を制御する制御ユニットと、  
前記制御ユニットを覆う電磁シールドと、  
を備え、  
前記制御ユニットは、  
前記軸方向に延び、外部接続端子が接続される制御基板と、  
前記外部接続端子へ伝搬するノイズ成分を減衰させるフィルタ部と、  
を有し、  
前記電磁シールドは、前記制御基板の全体を覆うとともに、前記外部接続端子が挿通される貫通孔を有する第1の頂部と、前記第1の頂部よりも前記回転電機側に配置される第2の頂部と、を有する筒状に形成されており、  
前記フィルタ部の少なくとも一部は、前記制御基板に実装され、前記軸方向において、前記第1の頂部と前記第2の頂部との間に配置される、  
回転電機装置。
- [請求項2] 前記フィルタ部は、前記制御基板に形成され、前記外部接続端子と電氣的に接続される配線パターンを有し、  
前記制御ユニットは、前記配線パターンと前記電磁シールドとを電氣的に接続する接地用バスバーを有する、  
請求項1に記載の回転電機装置。
- [請求項3] 前記電磁シールドの内側に配置されるヒートシンク、をさらに備え、  
前記制御ユニットは、  
前記接地用バスバーおよび前記制御基板を、前記ヒートシンクに

対して固定する第1のネジと、

前記接地用バスバーと前記第1のネジとの間に配置される樹脂部材と、

を有する、

請求項2に記載の回転電機装置。

[請求項4] 前記第1のネジの軸心に沿った方向において、前記樹脂部材、前記接地用バスバー、前記制御基板、および前記ヒートシンクは、前記回転軸の軸心に向かって、この順に配置されている、  
請求項3に記載の回転電機装置。

[請求項5] 前記制御ユニットは、前記接地用バスバーを、前記第2の頂部に対して固定する第2のネジを有する、  
請求項2から4のいずれか一項に記載の回転電機装置。

[請求項6] 前記制御ユニットは、前記第2の頂部との間で前記接地用バスバーを挟むよう設けられ、前記第2のネジが締結される被締結部を有する、  
請求項5に記載の回転電機装置。

[請求項7] 前記接地用バスバーと前記第2の頂部とは、前記軸方向に並んで配置される、  
請求項5または6に記載の回転電機装置。

[請求項8] 前記接地用バスバーは、前記配線パターンと半田付けにより接合されるとともに、前記第2の頂部と押圧接触されている、  
請求項2に記載の回転電機装置。

[請求項9] 前記接地用バスバーは、弾性変形することで前記第2の頂部と押圧接触されている、  
請求項8に記載の回転電機装置。

[請求項10] 前記制御ユニットは、  
接地用バスバーと、  
前記接地用バスバーを前記制御基板に取り付ける第1のネジと、

前記接地用バスバーを前記第2の頂部に取り付ける第2のネジと、  
、  
を有し、

前記第1のネジの軸心と、前記第2のネジの軸心とは、前記回転軸の軸心を含む同一平面上に配置されている、  
請求項1から7のいずれか一項に記載の回転電機装置。

[請求項11]

前記制御ユニットは、  
接地用バスバーと、  
前記接地用バスバーを前記制御基板に取り付ける第1のネジと、  
前記接地用バスバーを前記第2の頂部に取り付ける第2のネジと、  
、  
を有し、

前記第2のネジの軸心は、前記回転軸の軸心を含む第1の平面上に配置されており、前記第1のネジの軸心は、前記第1の平面と平行な第2の平面上に配置されている、  
請求項1から7のいずれか一項に記載の回転電機装置。

[請求項12]

前記第1のネジの軸心は、前記制御基板に対して垂直に配置されており、前記第2のネジの軸心は、前記第2の頂部に対して垂直に配置されている、  
請求項10または11に記載の回転電機装置。

[請求項13]

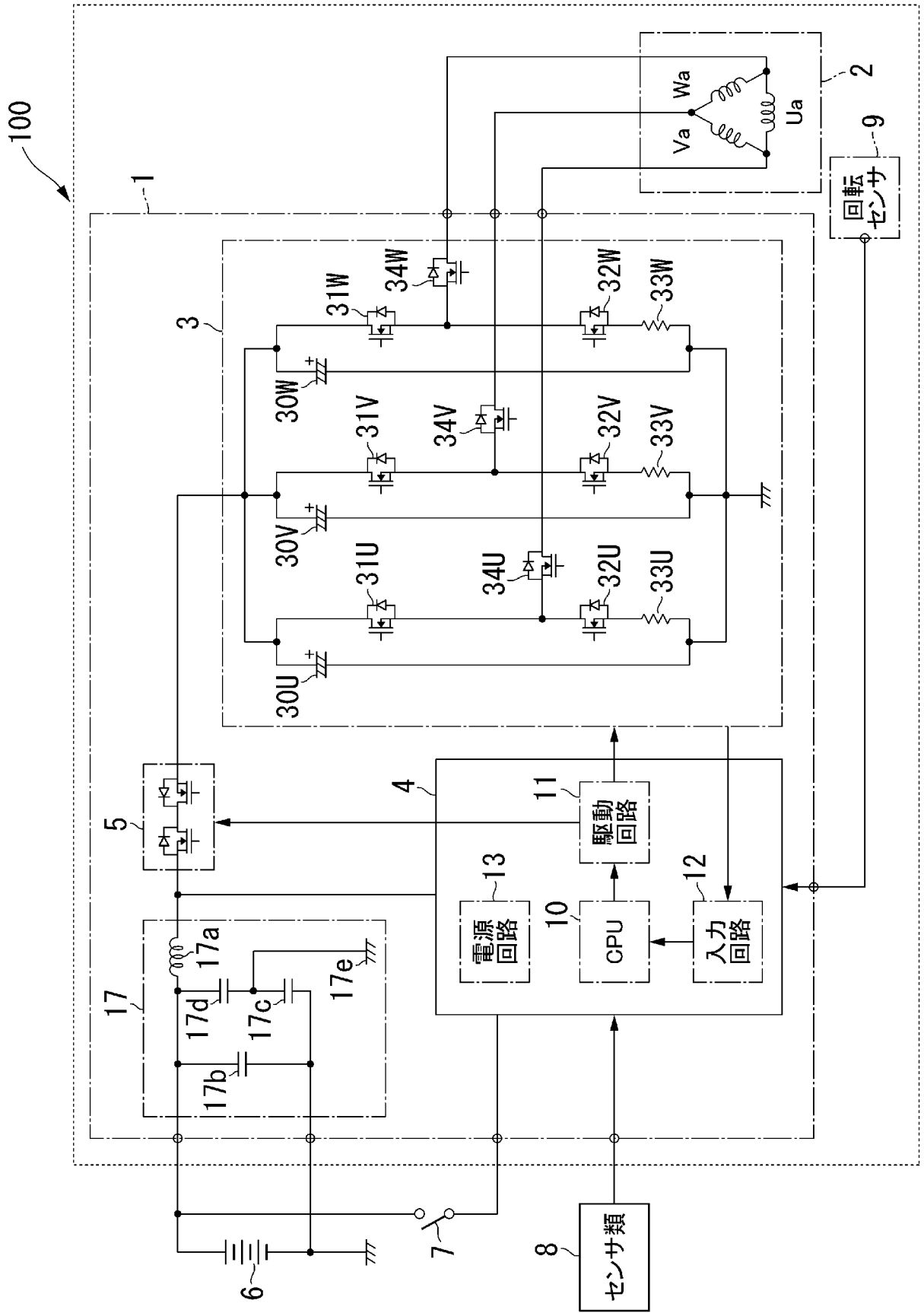
前記制御ユニットは、前記制御基板と平行に配置され、前記フィルタ部の一部が実装されるバスバー基部、を有し、  
前記バスバー基部は、前記接地用バスバーと前記制御基板との接続部分から離間して配置されている、  
請求項2から12のいずれか一項に記載の回転電機装置。

[請求項14]

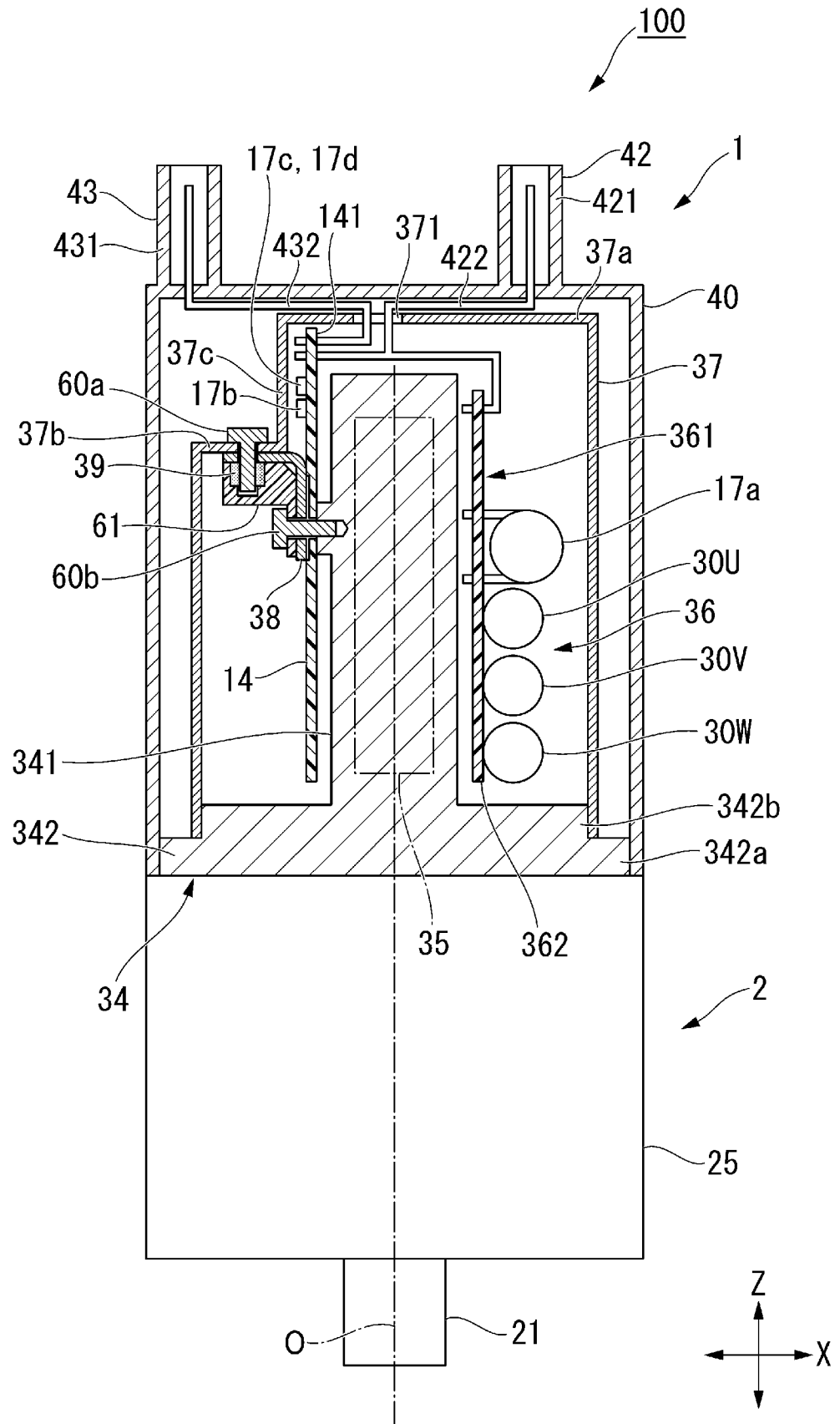
前記外部接続端子を収容するとともに、前記電磁シールドを覆うハウジング、をさらに備える、  
請求項1から13のいずれか一項に記載の回転電機装置。

- [請求項15] 前記フィルタ部はコンデンサを含み、  
前記コンデンサが、前記制御基板に実装され、前記軸方向において、前記第1の頂部と前記第2の頂部との間に配置される、  
請求項1から14のいずれか一項に記載の回転電機装置。
- [請求項16] 前記フィルタ部はコンデンサおよびコイルを含み、  
前記コンデンサおよび前記コイルが、前記制御基板に実装され、前記軸方向において、前記第1の頂部と前記第2の頂部との間に配置される、  
請求項1から14のいずれか一項に記載の回転電機装置。
- [請求項17] 前記コンデンサは、前記コンデンサの全体が前記第2の頂部よりも前記第1の頂部側に配置されるよう設けられている、  
請求項15または16に記載の回転電機装置。
- [請求項18] 前記コンデンサは、前記軸方向において、前記コンデンサの側面の位置が、前記第2の頂部の外面の位置と一致するように設けられている、  
請求項15または16に記載の回転電機装置。
- [請求項19] 前記コンデンサは、前記軸方向において、前記第2の頂部の外面と重なるよう設けられている、  
請求項15または16に記載の回転電機装置。
- [請求項20] 請求項1から19のいずれか一項に記載の回転電機装置を備えた電動パワーステアリング装置。

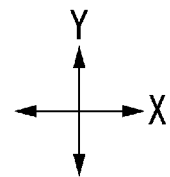
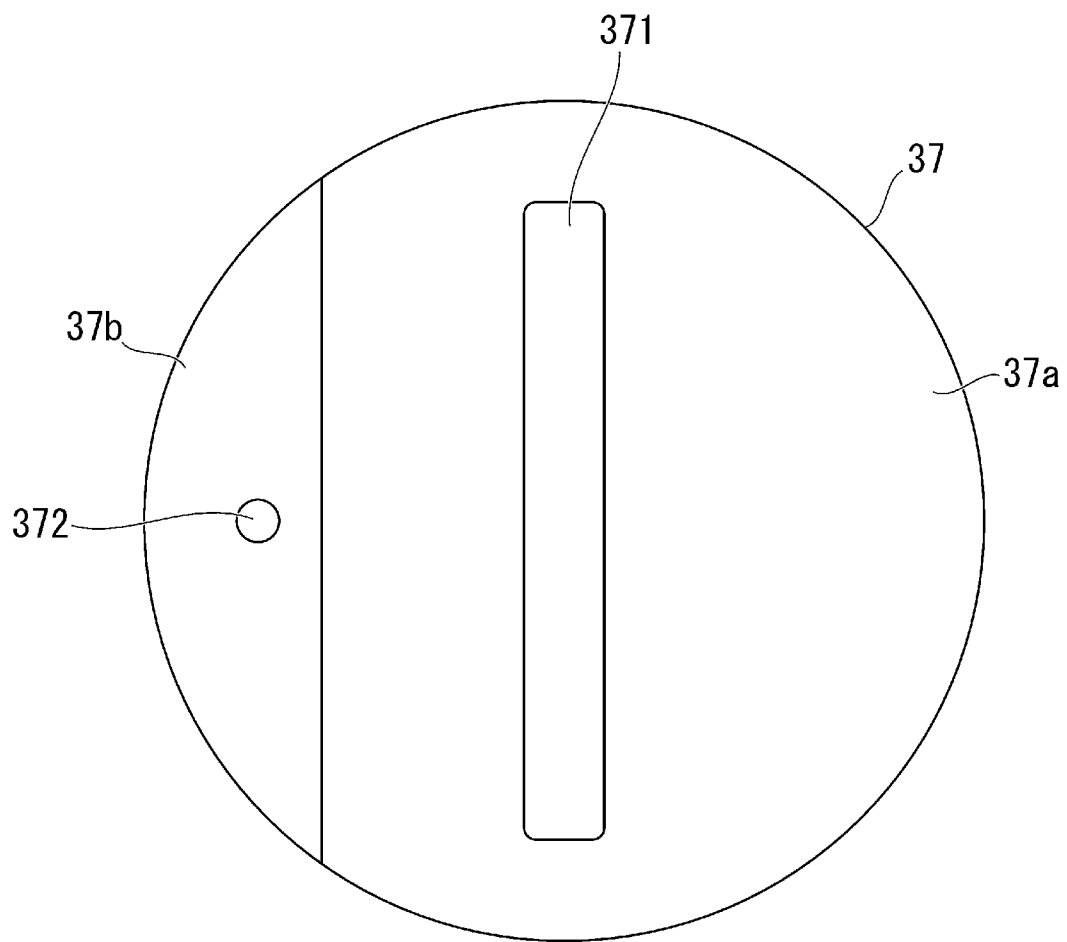
[図1]



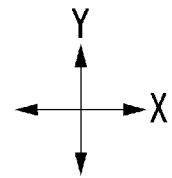
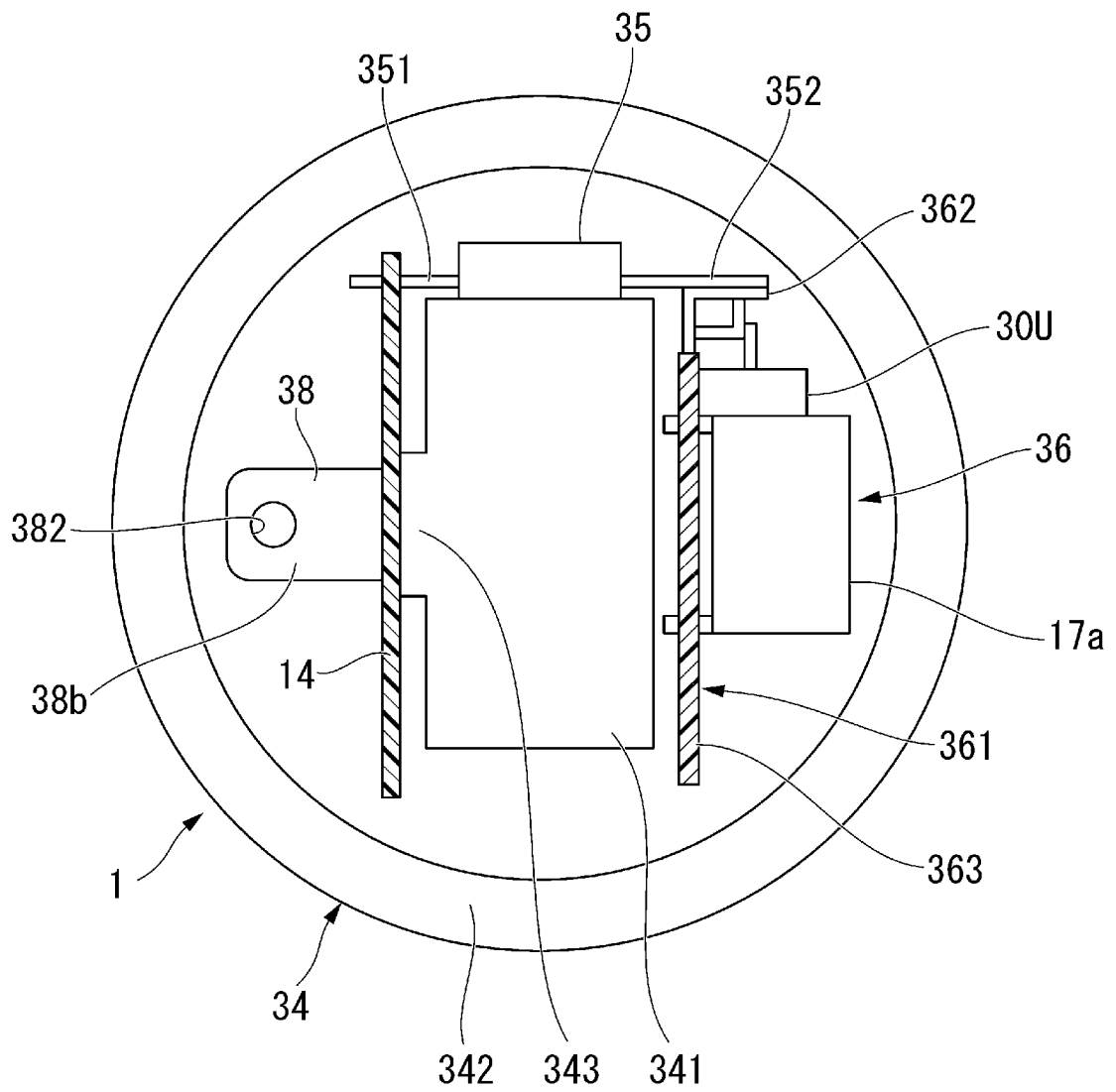
[図2]



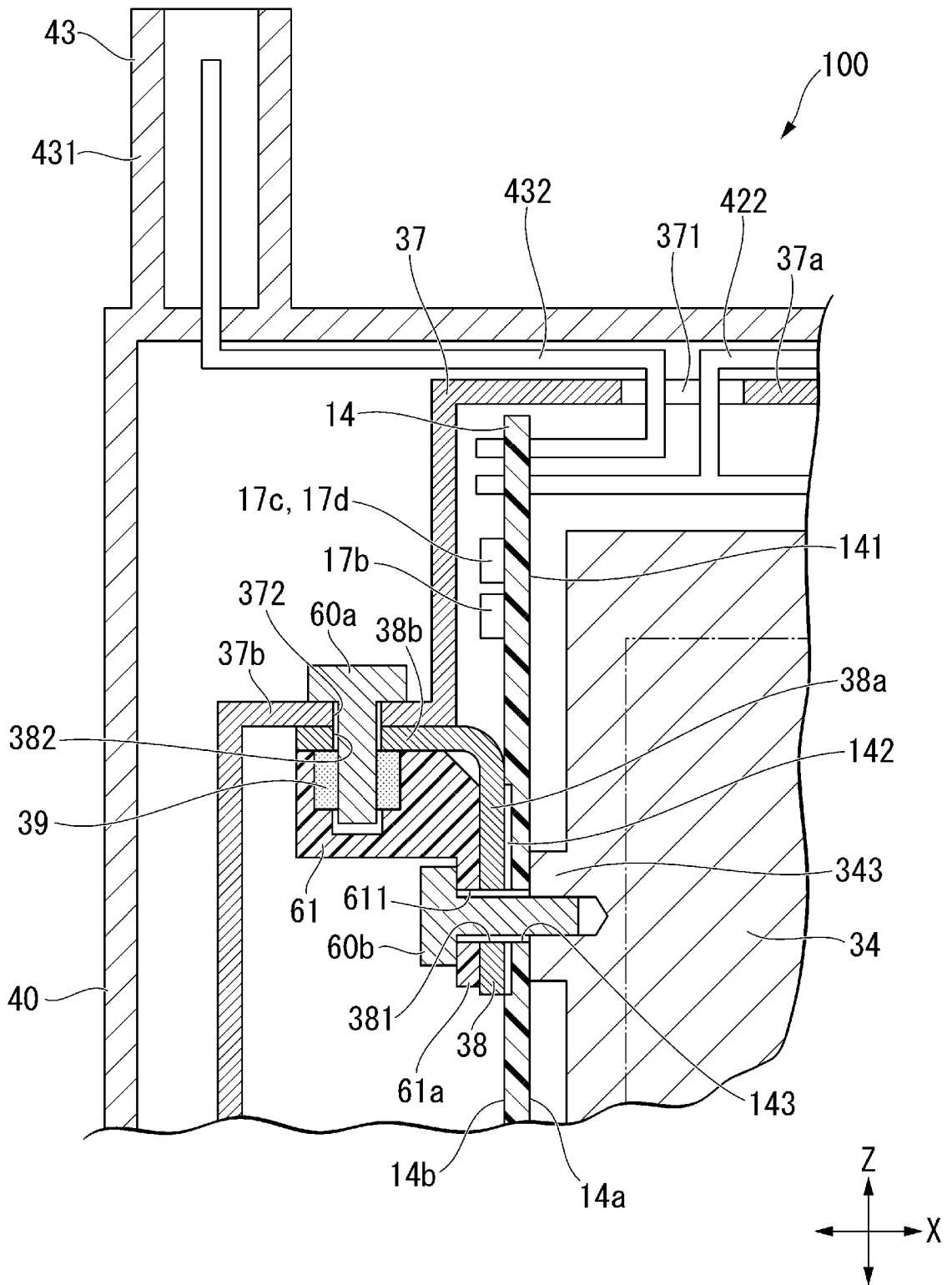
[図3]



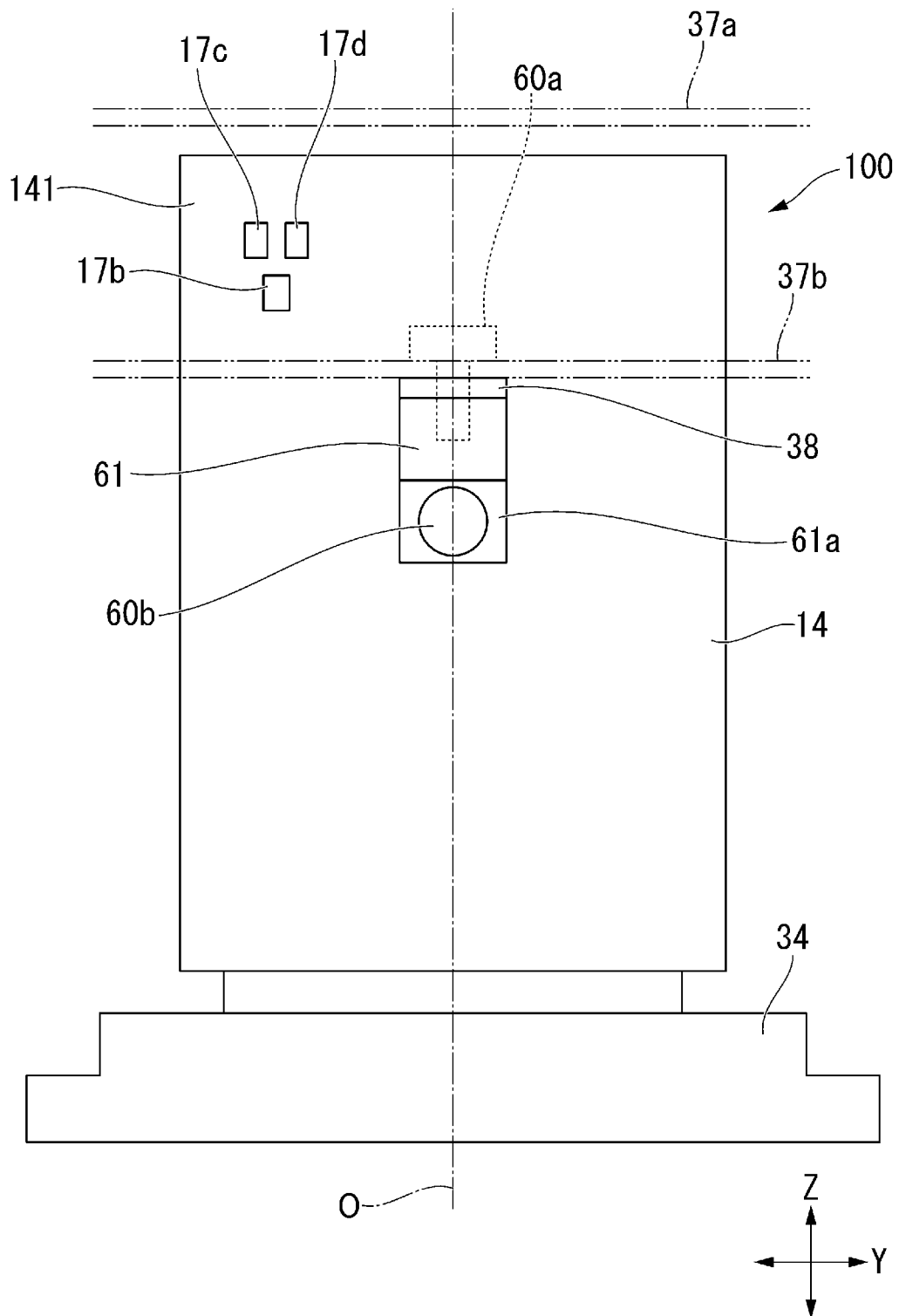
[図4]



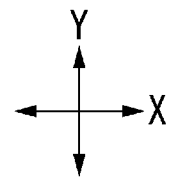
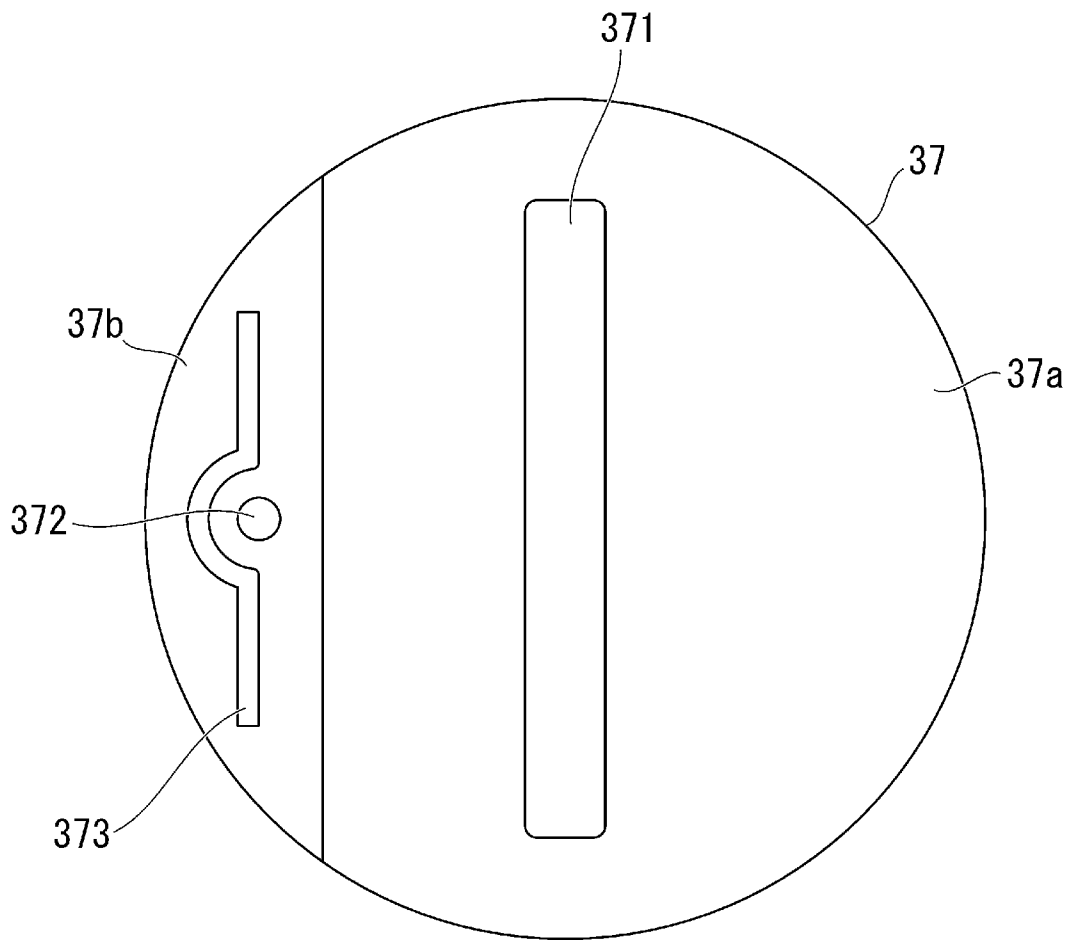
[図5]



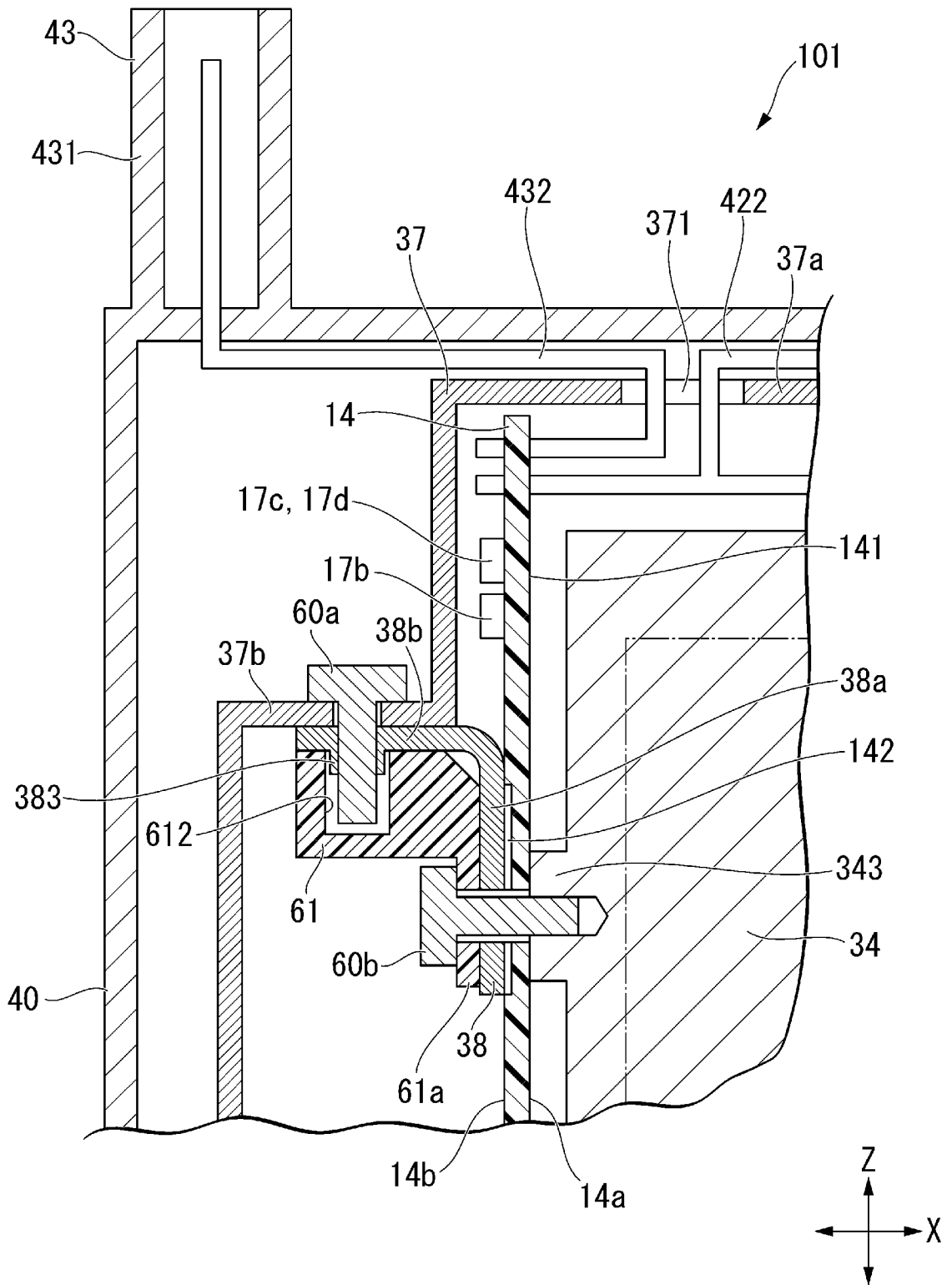
[図6]



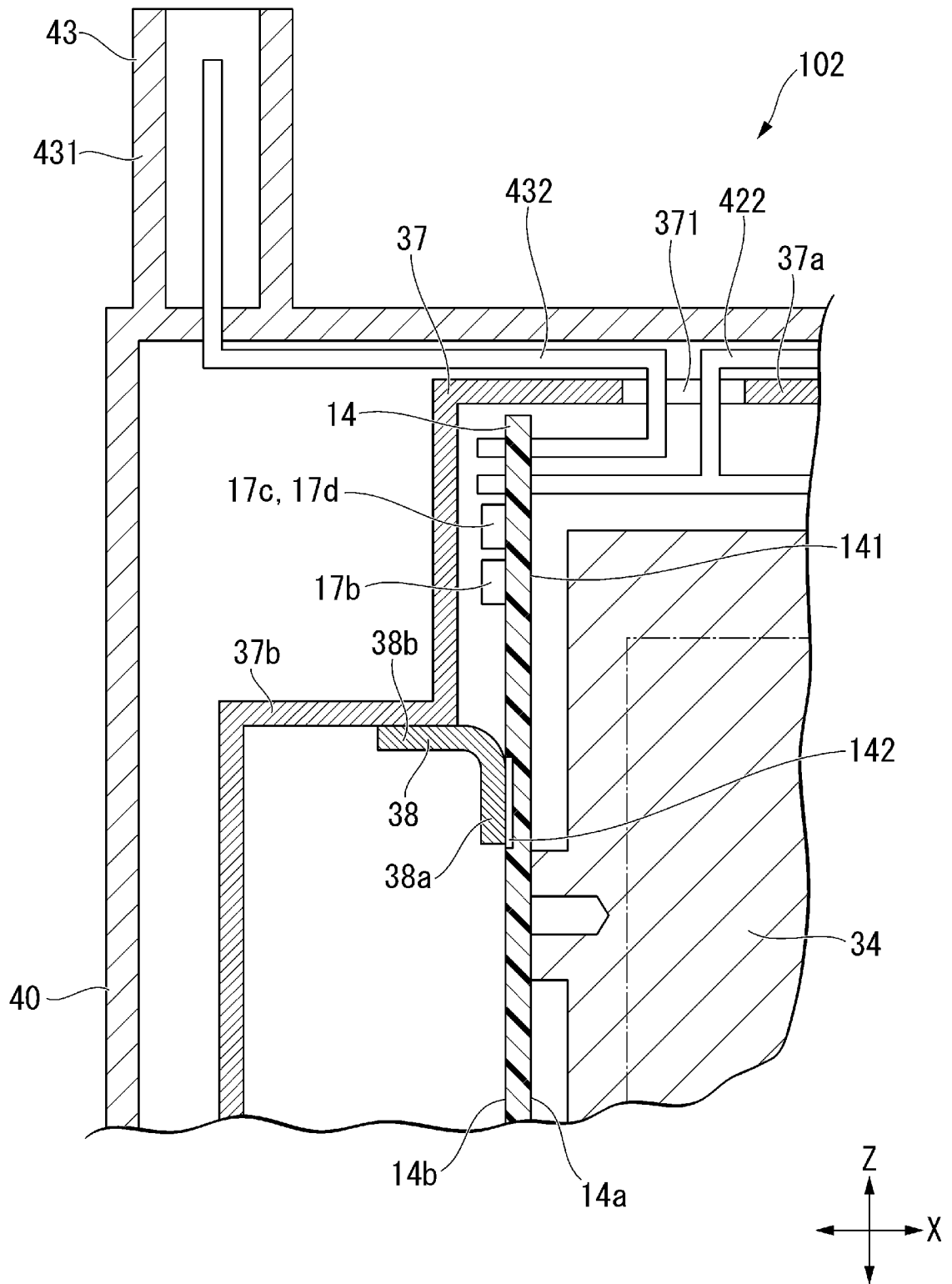
[図7]



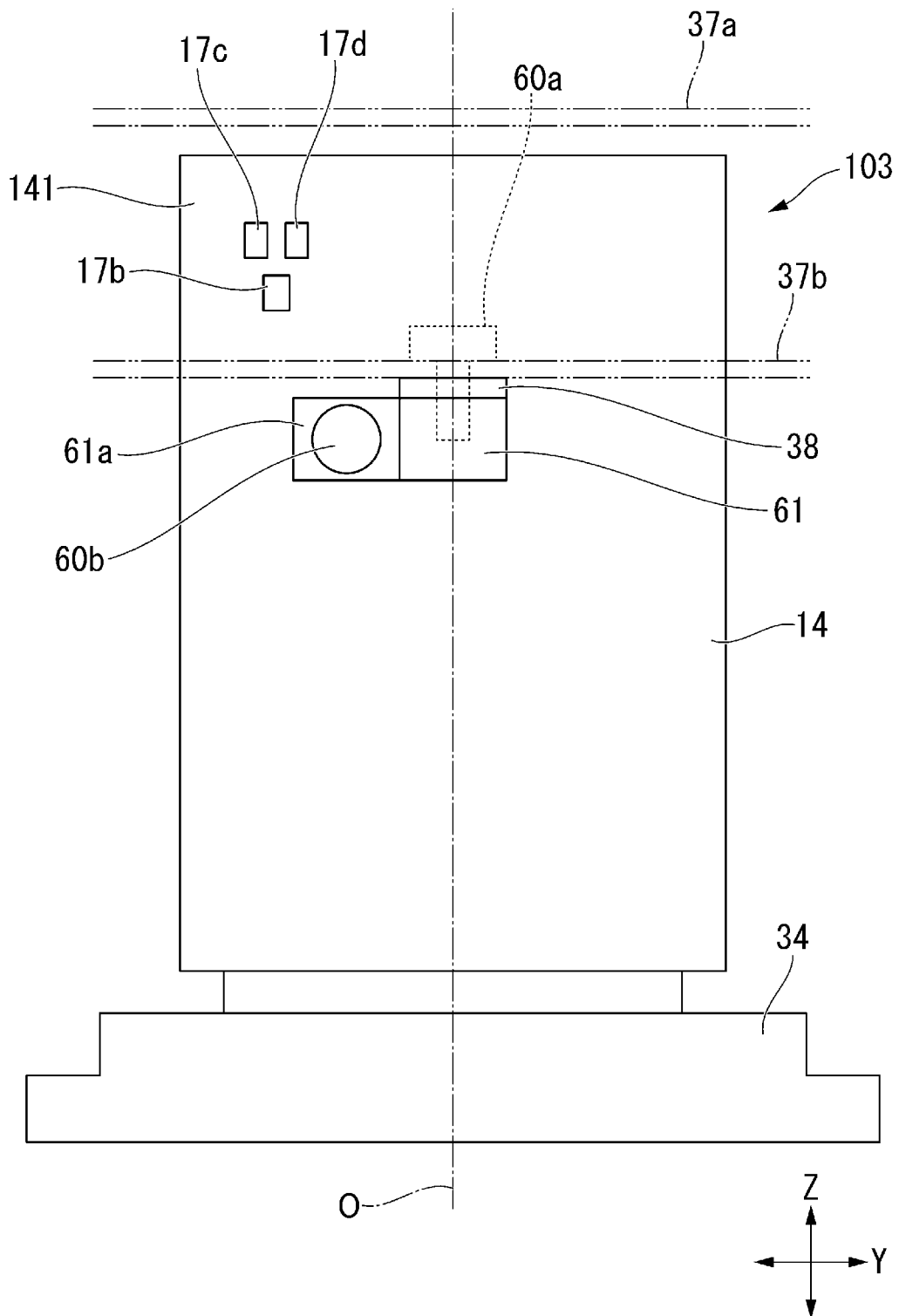
[図8]



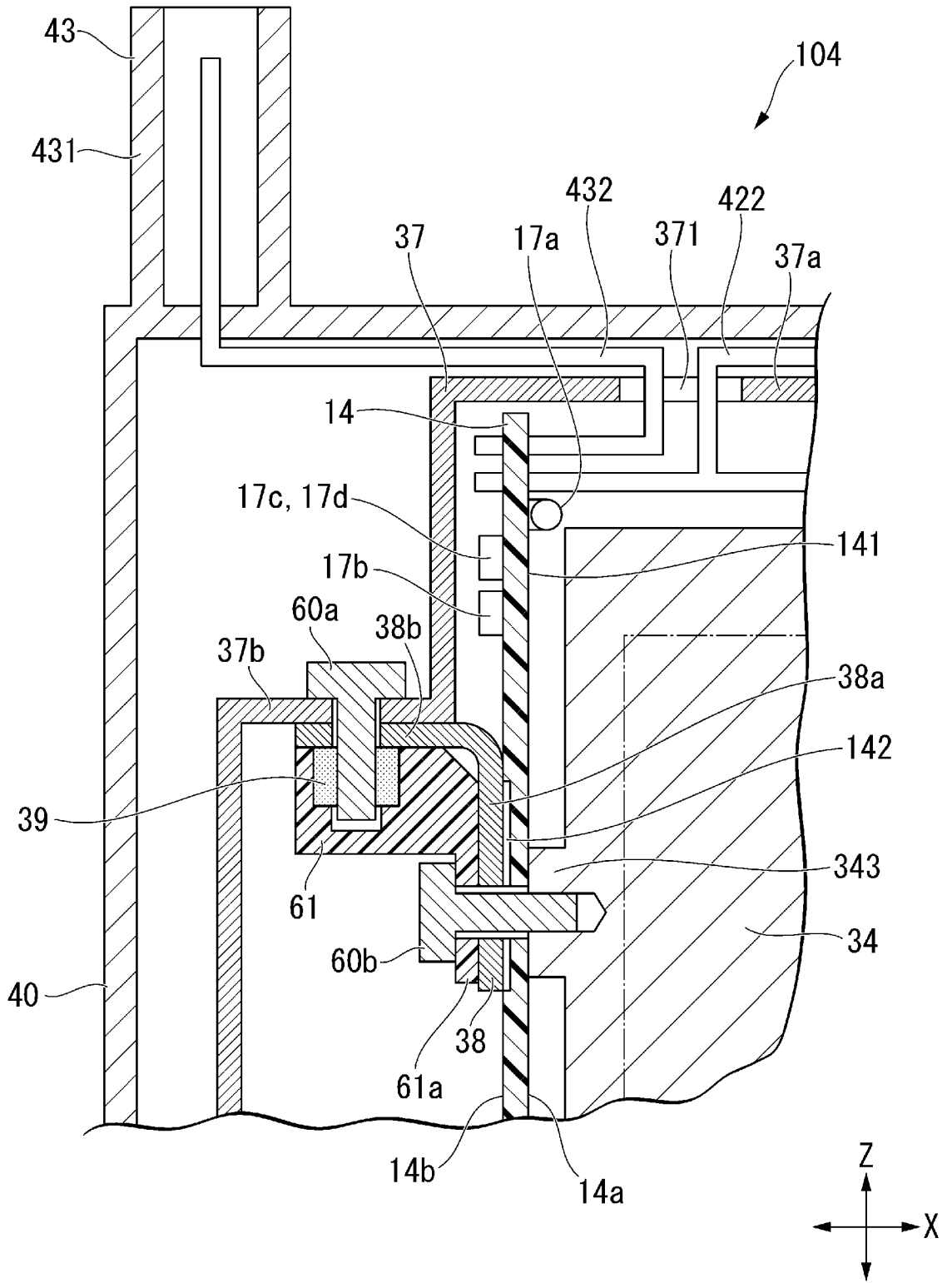
[図9]



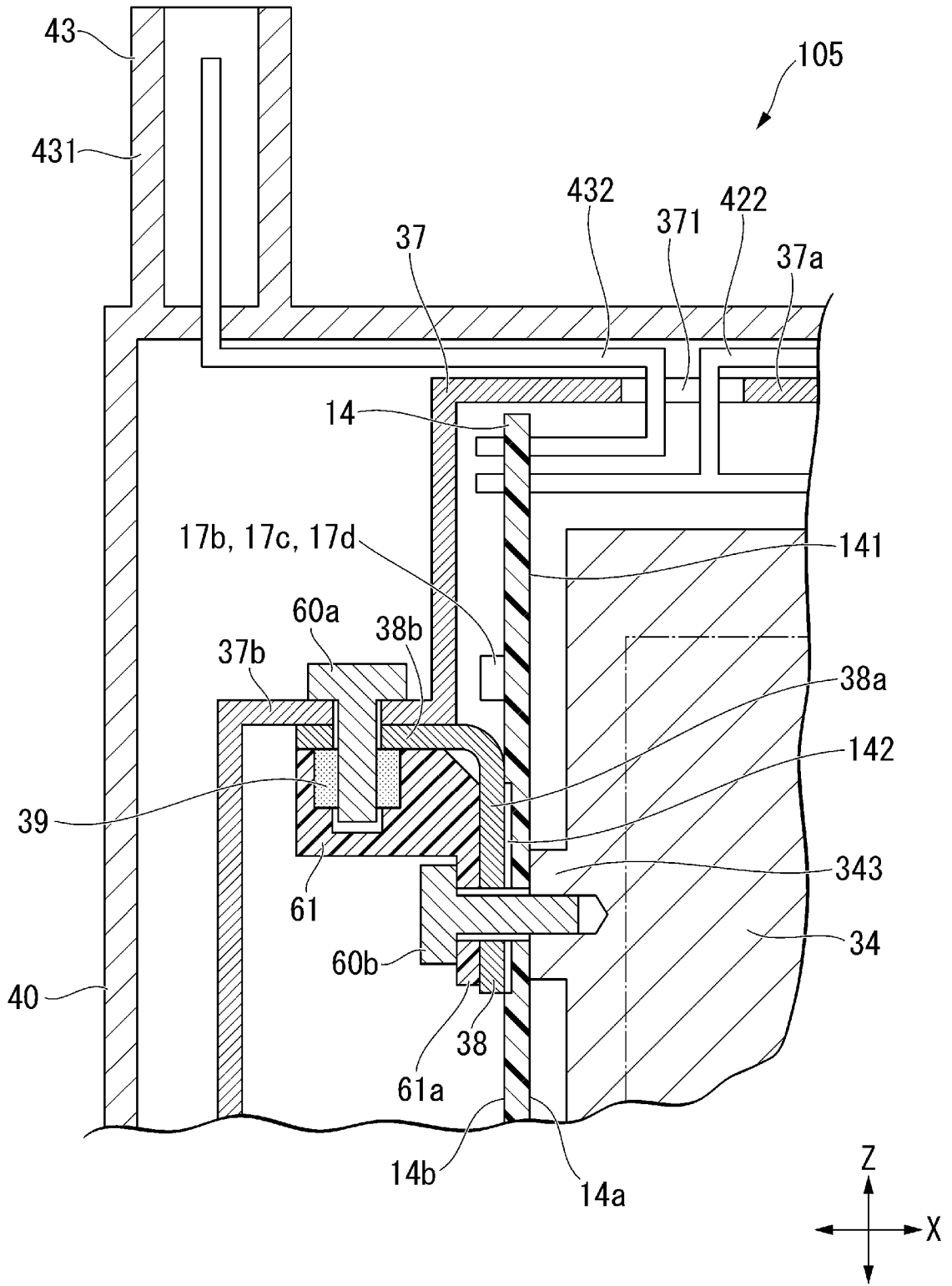
[図10]



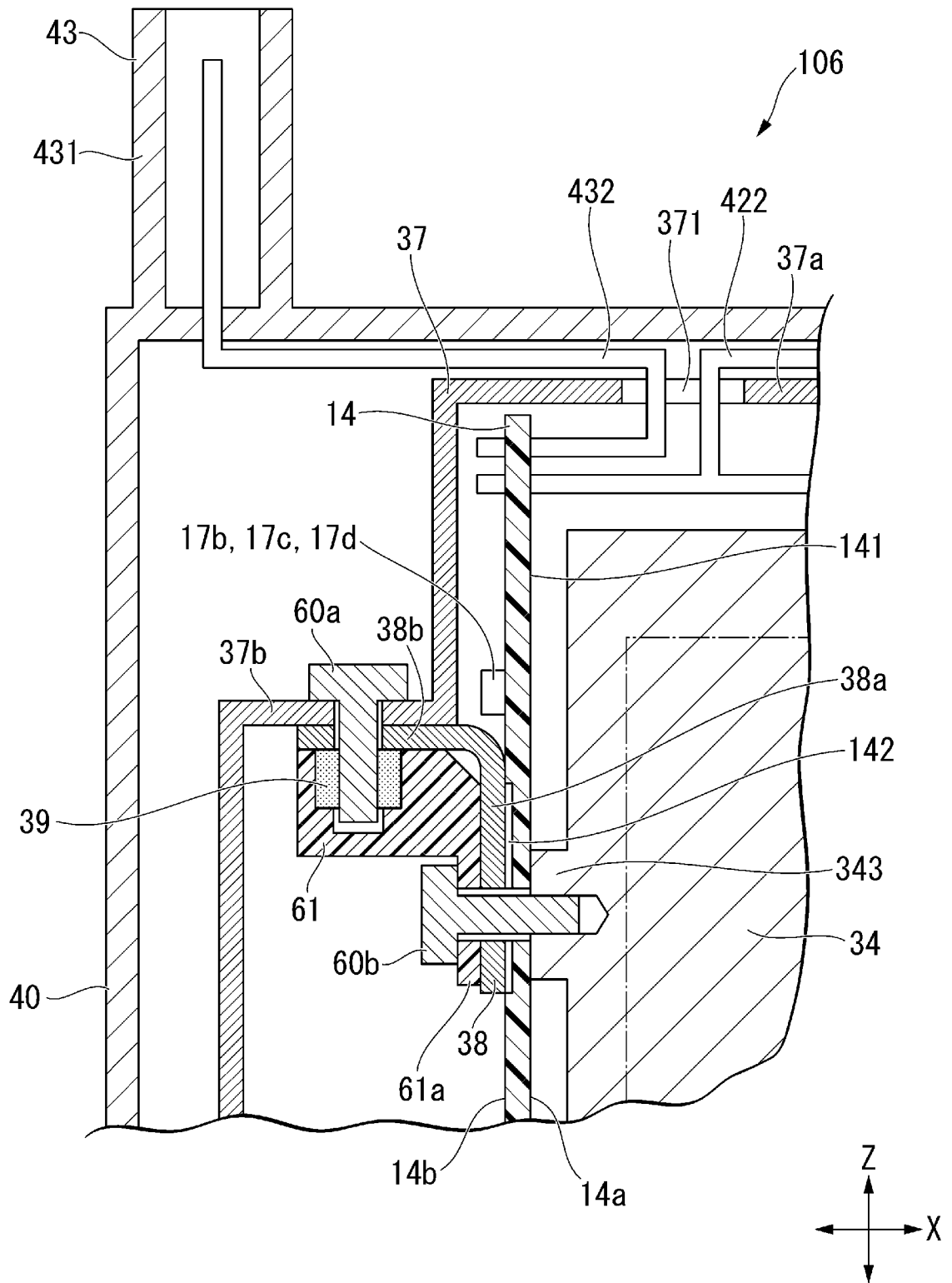
[図11]



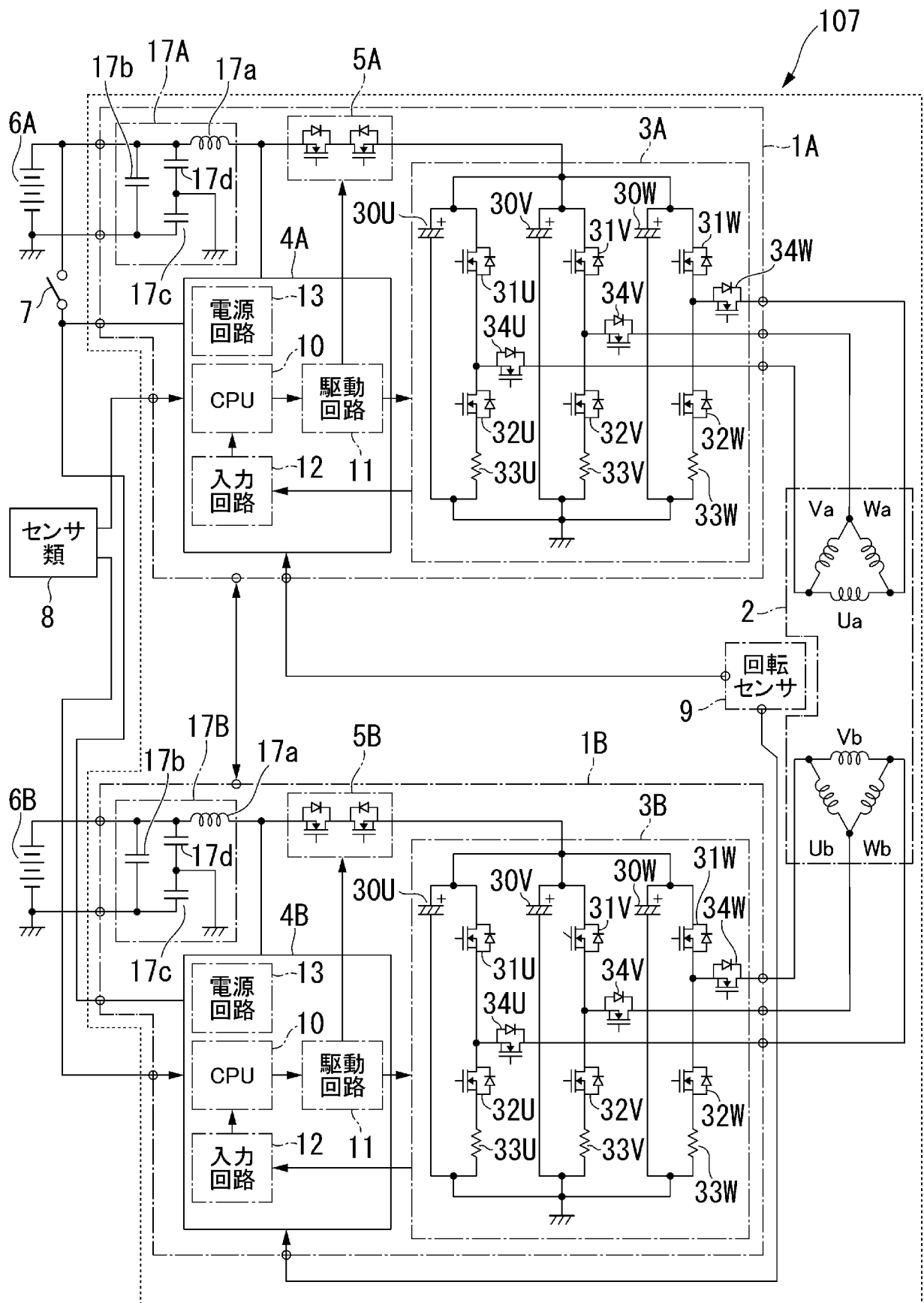
[図12]



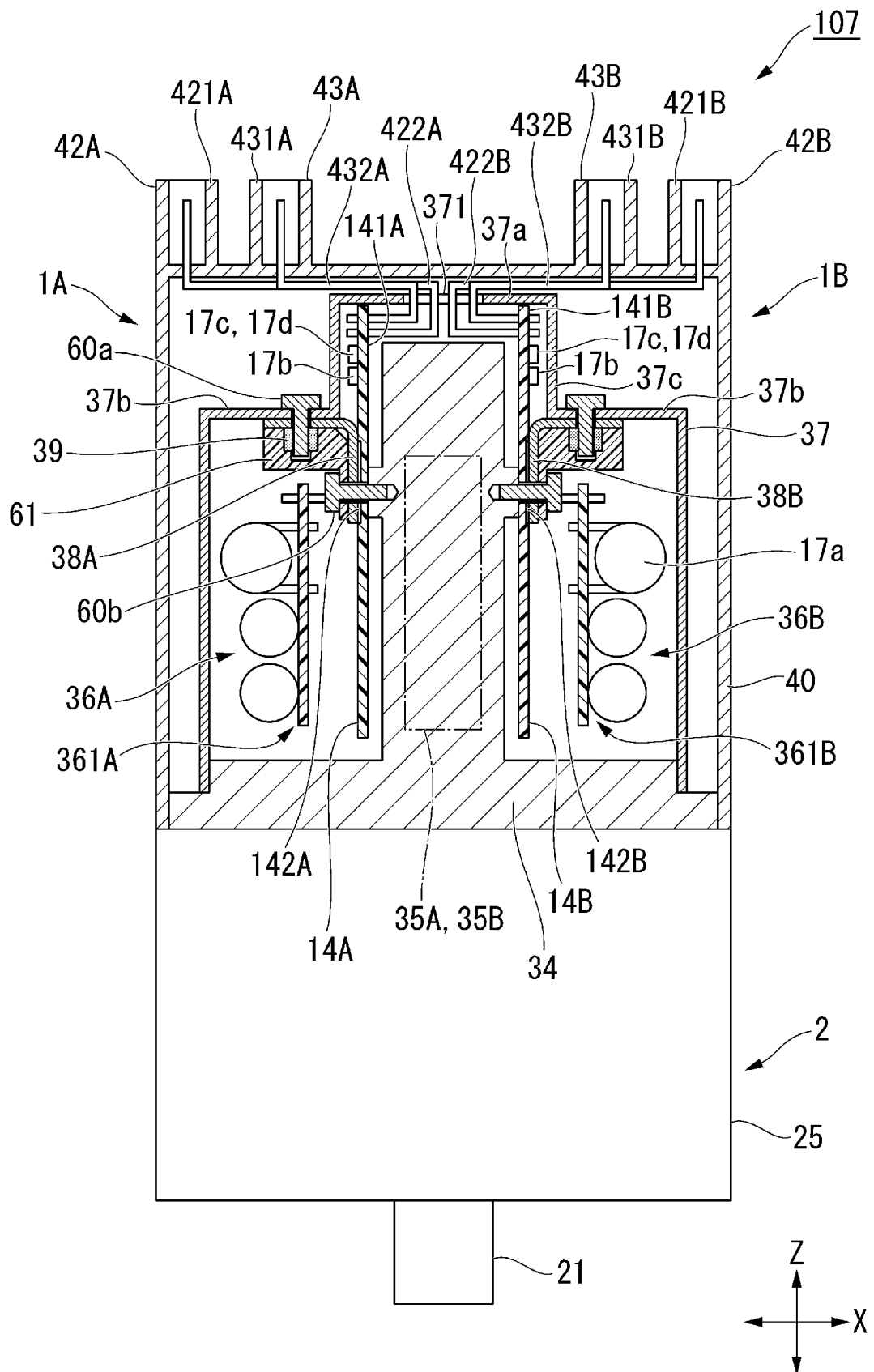
[図13]



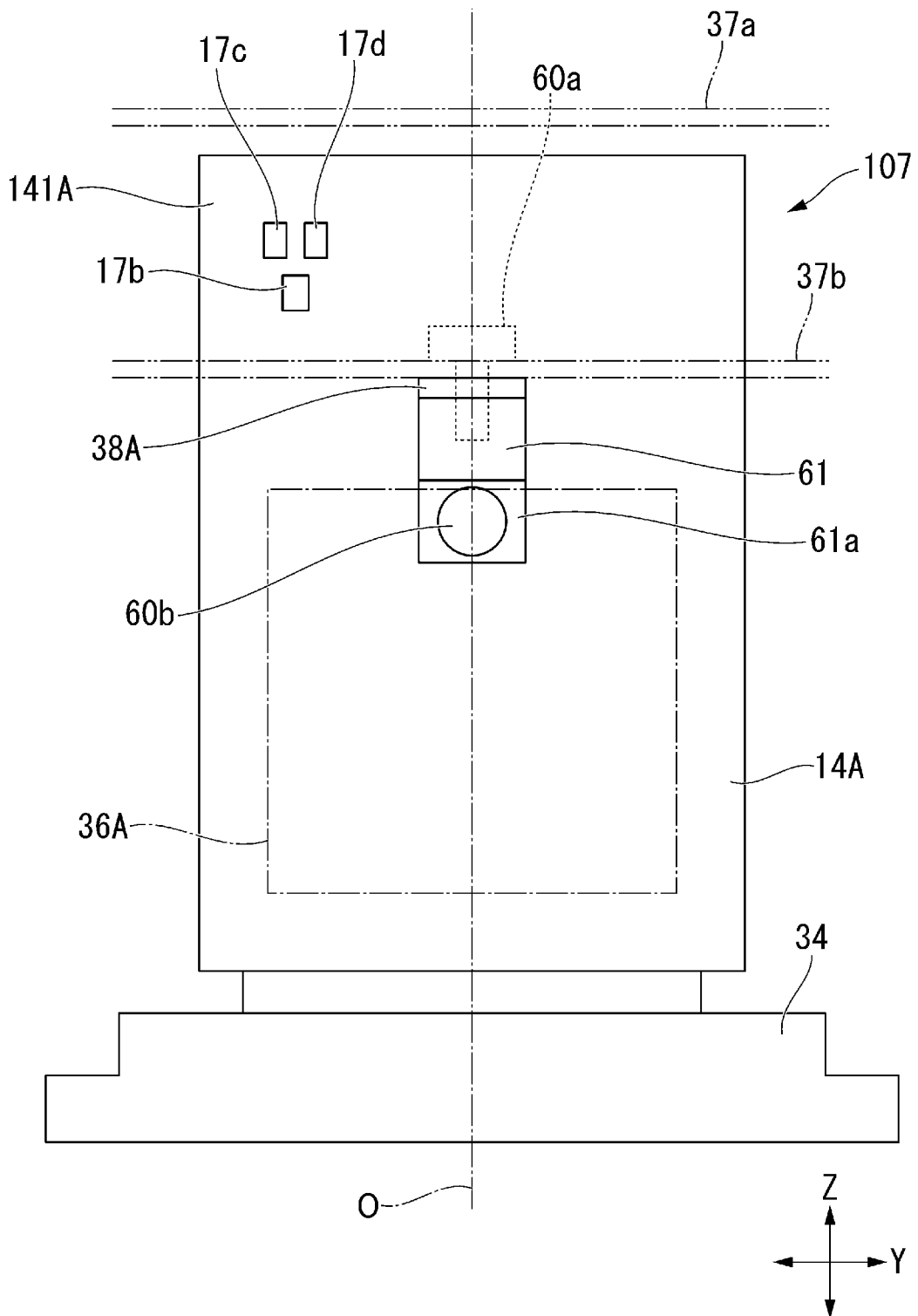
[図14]



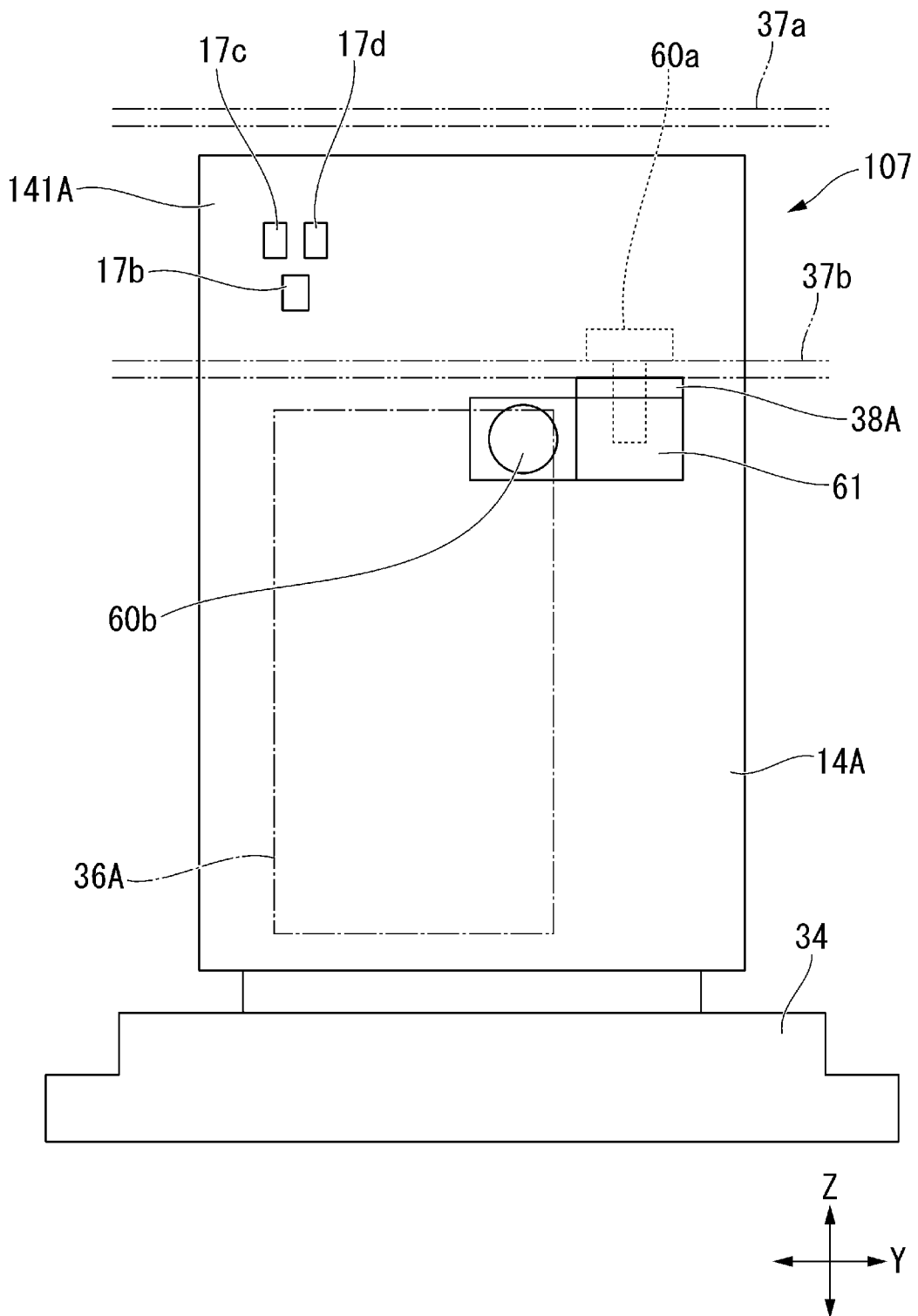
[図15]



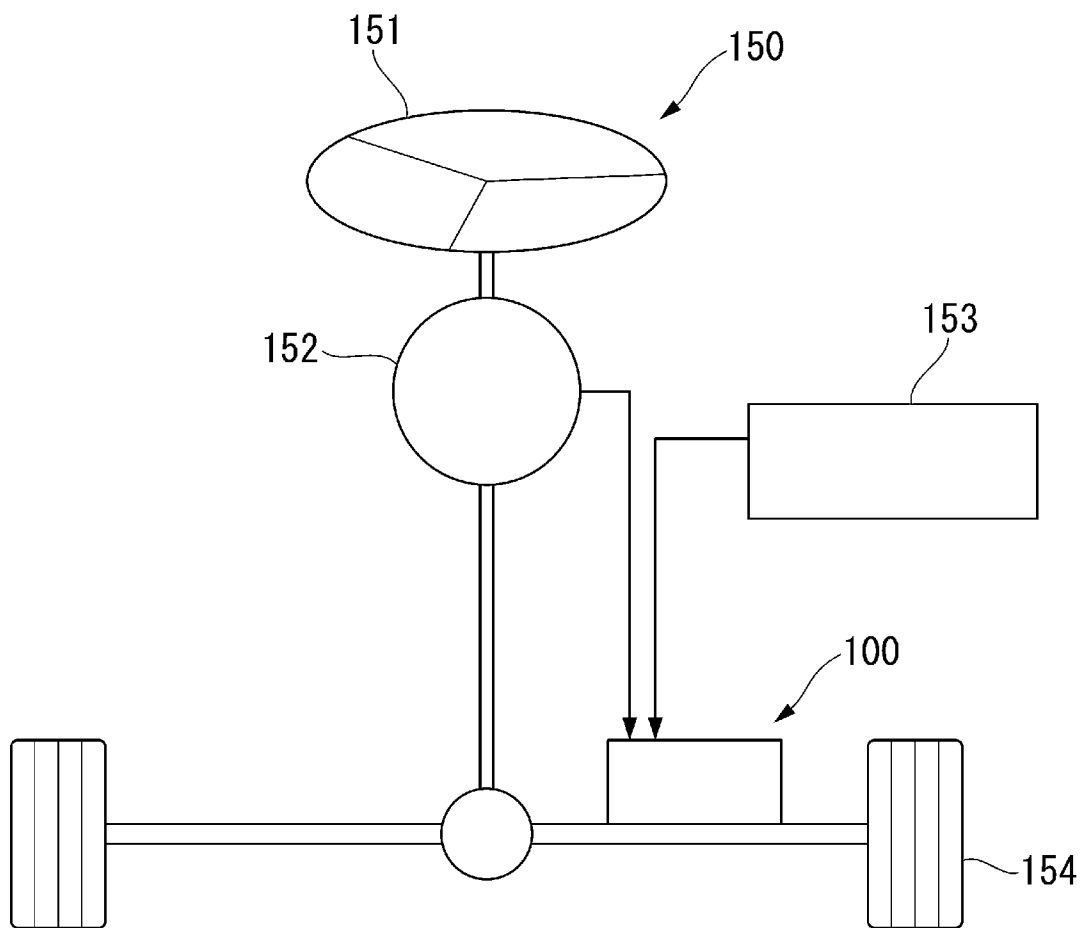
[図16]



[図17]



[図18]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/015556

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H02K 11/01</i> (2016.01)i FI: H02K11/01		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K11/01		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-163416 A (JTEKT CORP) 05 September 2016 (2016-09-05) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2019-033632 A (JTEKT CORP) 28 February 2019 (2019-02-28) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2015/122069 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 20 August 2015 (2015-08-20) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2020/110261 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 04 June 2020 (2020-06-04) entire text, all drawings	1-20
A	JP 11-289719 A (ROBERT BOSCH GMBH) 19 October 1999 (1999-10-19) entire text, all drawings	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>27 June 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>11 July 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/015556**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-163416	A	05 September 2016	US 2016/0254732 A1 entire text, all drawings	
				EP 3062425 A1	
				CN 105932830 A	
-----					
JP	2019-033632	A	28 February 2019	(Family: none)	
-----					
WO	2015/122069	A1	20 August 2015	US 2017/0008554 A1 entire text, all drawings	
				DE 112014006362 B4	
				CN 105993115 A	
-----					
WO	2020/110261	A1	04 June 2020	US 2021/0408866 A1 entire text, all drawings	
				EP 3890169 A1	
				CN 113169627 A	
-----					
JP	11-289719	A	19 October 1999	US 6037693 A entire text, all drawings	
				WO 1999/040671 A1	
				DE 19804369 A1	
				KR 10-0575014 B1	
-----					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 11/01(2016.01)i FI: H02K11/01		
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）） H02K11/01 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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
A	JP 2016-163416 A（株式会社ジェイテクト）05.09.2016（2016-09-05） 全文、全図	1-20
A	JP 2019-033632 A（株式会社ジェイテクト）28.02.2019（2019-02-28） 全文、全図	1-20
A	WO 2015/122069 A1（三菱電機株式会社）20.08.2015（2015-08-20） 全文、全図	1-20
A	WO 2020/110261 A1（三菱電機株式会社）04.06.2020（2020-06-04） 全文、全図	1-20
A	JP 11-289719 A（ローベルト ボツシュ ゲゼルシヤフト ミット ベシユレンクテル ハフツング）19.10.1999（1999-10-19） 全文、全図	1-20
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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の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抵触するものではなく、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	27.06.2023	国際調査報告の発送日 11.07.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  中島 亮 3V 8373  電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/015556

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2016-163416	A	05.09.2016	US	2016/0254732	A1	
				全文、全図			
				EP	3062425	A1	
				CN	105932830	A	
-----							
JP	2019-033632	A	28.02.2019	(ファミリーなし)			
-----							
WO	2015/122069	A1	20.08.2015	US	2017/0008554	A1	
				全文、全図			
				DE	112014006362	B4	
				CN	105993115	A	
-----							
WO	2020/110261	A1	04.06.2020	US	2021/0408866	A1	
				全文、全図			
				EP	3890169	A1	
				CN	113169627	A	
-----							
JP	11-289719	A	19.10.1999	US	6037693	A	
				全文、全図			
				WO	1999/040671	A1	
				DE	19804369	A1	
				KR	10-0575014	B1	
-----							