

(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
2022年8月18日(18.08.2022)



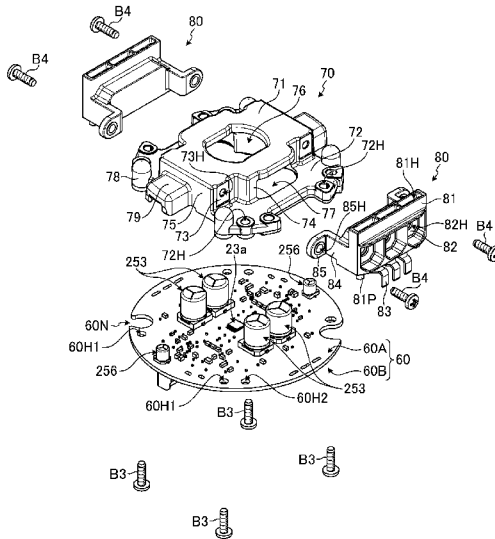
(10) 国際公開番号

WO 2022/172976 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 5/18 (2006.01) *H02K 11/30* (2016.01)
H02K 5/22 (2006.01) *H02K 11/33* (2016.01)
H02K 11/215 (2016.01) *B62D 5/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/005266
- (22) 国際出願日: 2022年2月10日(10.02.2022)
- (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 2021-019895 2021年2月10日(10.02.2021) JP
特願 2021-140808 2021年8月31日(31.08.2021) JP
特願 2021-140809 2021年8月31日(31.08.2021) JP
- (71) 出願人: 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: 森本 匡一 (MORIMOTO, Masakazu); 〒1418560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 日本精工株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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,

(54) Title: ELECTRIC DRIVE DEVICE AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動駆動装置及び電動パワーステアリング装置



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.

(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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：電動駆動装置及び電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータの回転を制御する電子制御装置を備えた電動駆動装置及び電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] モータによって補助操舵トルクを発生させる電動パワーステアリング装置は、モータを制御する装置である電子制御装置を備えている。例えば特許文献1には、モータと当該モータを制御するコントロールユニットとを一体化した駆動装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-239296号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の電動駆動装置では、モータのモータ配線とパワーモジュールの端子とを接続するターミナルブロック（ターミナルホルダ）を有している。これにより、特別な道具を必要とせず容易にモータとコントロールユニットとの電氣的な接続又は切断をすることができる。

[0005] これに対して、回路基板に、電界効果トランジスタ（FET：Field Effect Transistor）を実装し、パワーモジュールが占める高さを減らし、小型にしたい要求がある。

[0006] しかしながら、ターミナルブロックとモータ配線とは、ネジで押圧することで電氣的に結合しているので、押圧に伴う応力が、回路基板へかかることがある。回路基板は、電界効果トランジスタの発熱により、熱応力も加わるので、ターミナルブロックからの応力が抑制されることが望ましい。

[0007] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、軸方向に小型化に

しつつ、ターミナルブロックを取り付けても、モータと回路基板との電気的な接続に伴う回路基板への応力が抑制されている、電動駆動装置及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

[0008] 上記の目的を達成するため、一態様に係る電動駆動装置は、モータと、前記モータの回転を制御する電子制御装置と、を備えた電動駆動装置であって、前記モータは、負荷側から反負荷側へ軸方向に延びるシャフトと、前記シャフトと連動するモータロータと、モータコイルと、前記モータコイルに給電するためのモータコイル配線を有し、前記モータロータを回転させるモータステータと、前記モータロータ、及び前記モータステータを内側に収容する第1ハウジングと、前記シャフトの前記反負荷側に設けられた磁石と、を含み、前記電子制御装置は、前記モータコイルを励磁する電流を出力するトランジスタと、前記シャフトの前記軸方向の延長線上に配置された回転角度センサとが実装され、前記シャフトの前記反負荷側に配置された第1回路基板と、前記第1回路基板の前記反負荷側に設けられた第1のヒートシンクと、前記第1回路基板の前記負荷側に設けられ、前記第1のヒートシンクとの間で前記第1回路基板を挟む第2のヒートシンクと、前記第2のヒートシンクの側面に固定され、前記モータコイル配線と前記第1回路基板とを電気的に接続するターミナルブロックと、を含む。

[0009] これにより、第1回路基板は、第1ヒートシンクと第2ヒートシンクとで軸方向に挟まれる。このため、モータのシャフトに平行な軸方向の大きさが抑制され、電動駆動装置が小さくなる。ターミナルブロックは、第2ヒートシンクの側面に固定され、支持されている。このため、ターミナルブロックがネジで押圧されても、押圧に伴う応力が、第2ヒートシンクにかかり、第1回路基板へかかる応力が低減する。その結果、第1回路基板の寿命が延び、電子駆動装置の信頼性が向上する。

[0010] 望ましい態様として、前記第1ハウジングには工具挿入孔があり、前記モータは、前記工具挿入孔を塞ぎ、前記第1ハウジングに着脱可能な側面カバ

一を備える。これにより、モータと電子制御装置との電氣的な接続又は切断は、側面カバーの着脱により、容易に可能となる。

[0011] 望ましい態様として、前記第1回路基板は、前記第1のヒートシンク側に前記トランジスタが実装され、前記第2のヒートシンク側に電解コンデンサが実装されている。これにより、第1回路基板の両面が有効活用され、第1回路基板の径方向も小型にできる。

[0012] 望ましい態様として、前記第2のヒートシンクは、前記電解コンデンサを覆う天板を有し、前記電解コンデンサとは重なり合わない位置の前記天板に開けられた前記軸方向の貫通孔には、前記磁石が挿入される。これにより、電解コンデンサの冷却が第2ヒートシンクの天板への熱伝導で促進される。そして、電解コンデンサの軸方向の大きさで生じる第2ヒートシンクの側面をターミナルブロックとの当接面として利用することができる。また、電解コンデンサとは重なり合わない位置も、磁石が挿入されることで、磁石の径方向外側の空間も電解コンデンサの配置領域として利用することができる。その結果、電動駆動装置の軸方向の大きさが小さくなる。

[0013] 望ましい態様として、前記天板は、複数の前記電解コンデンサの高さに応じて、段差がある。これにより、第2ヒートシンクは、各電解コンデンサの大きさに応じた最小限の容積となり、電動駆動装置の軽量化に寄与する。

[0014] 望ましい態様として、前記トランジスタを有するパワー回路を制御する制御回路を有する第2回路基板を有し、前記第2回路基板は、前記第1のヒートシンクの前記反負荷側に配置され、前記第1のヒートシンクに開けられた前記軸方向の貫通孔に挿入された基板間コネクタにより、前記第1回路基板と電氣的に接続されている。これにより、第1ヒートシンクの軸方向の両面を放熱面として利用することができる。

[0015] 望ましい態様として、前記トランジスタに供給する電流を制御する制御回路を有する第2回路基板をさらに備え、前記第2回路基板は、前記第1のヒートシンクに設けられた収容空間に収容される。これにより、電動駆動装置の軸方向の大きさが小さくなる。

[0016] 望ましい態様として、前記モータステータは、第1コイルグループに接続される第1モータコイル配線と、第2コイルグループに接続される第2モータコイル配線とを備え、前記第1モータコイル配線と前記第1回路基板とを電氣的に接続する一方のターミナルブロックと、前記第2モータコイル配線と前記第1回路基板とを電氣的に接続する他方のターミナルブロックとは、前記第2のヒートシンクを挟む位置に配置される。これにより、コイル配線が冗長化されても、第2ヒートシンクの複数の側面を利用することにより、モータの径方向の大きさは抑制される。

[0017] 望ましい態様として、前記第1のヒートシンクと前記第2のヒートシンクとは、固定部材で連結されている。これにより、ターミナルブロックがネジで押圧されても、押圧に伴う応力が、第2ヒートシンクにかかり、ボルトを介して第1ヒートシンクへ伝達される。その結果、第1回路基板へかかる応力がさらに低減する。

[0018] 望ましい態様として、前記第1のヒートシンクを覆う金属製の蓋体と、前記蓋体を貫通する電源入力端子を有するコネクタと、ノイズ除去用のチョークコイル及びコンデンサと、一端が前記電源入力端子に接続され、前記第1回路基板及び前記第2回路基板に電力を供給するリードフレーム配線と、前記第1回路基板へ接続する第1電源端子と、前記第2回路基板へ接続する第2電源端子とが樹脂でモールドされた電源配線モジュールと、前記蓋体との間に、前記電源配線モジュールを挟む第3のヒートシンクと、をさらに備える。これにより、電源配線モジュール内の電源配線があるので、第1回路基板にある電源配線の面積が抑制される。その結果、第1回路基板の面積が抑制され、電子制御装置は、径方向の大きさが小さくなる。また、電源配線モジュールが第3のヒートシンク及び蓋体に挟まれるので、チョークコイルの放熱性を高めることができる。その結果、第1のヒートシンク内の温度上昇が抑制される。

[0019] 望ましい態様として、前記電源配線モジュールは、複数の第1位置決め凸部が前記蓋体側に突出し、前記第1位置決め凸部が前記蓋体の位置決め穴

に挿入されている。これにより、蓋体に電源配線モジュールを組み付けしやすくなり、誤って電源配線モジュールがコネクタに接触しにくくなる。

[0020] 望ましい態様として、前記第3のヒートシンクは、第1凹部を有し、前記蓋体は、第2凹部を有し、前記チョークコイルの第1面は、前記電源配線モジュールの第1面から突出し、前記第1凹部に挿入され、前記チョークコイルの第2面は、前記電源配線モジュールの第1面とは反対側の前記電源配線モジュールの第2面から突出し、前記第2凹部に挿入されている。これにより、チョークコイルの両面の放熱性が高くなる。

[0021] 望ましい態様として、前記第1電源端子は、前記第2電源端子よりも長い。これにより、電源配線モジュールから軸方向に位置が異なる第1回路基板及び第2回路基板の両方に電力が供給される。

[0022] 望ましい態様として、前記電源配線モジュールにおいて、前記第1電源端子及び前記第2電源端子の基部の樹脂が、前記基部の周囲よりも肉厚である。これにより、第1電源端子及び第2電源端子が軸方向に対して、傾きにくくなる。

[0023] 望ましい態様として、前記モータコイルは、第1コイル系統と、第2コイル系統を含み、前記第1回路基板は、前記第1コイル系統に電流を供給する第1パワー回路と、前記第2コイル系統に電流を供給する第2パワー回路とを含み、前記電源配線モジュールは、前記リードフレーム配線が第1電源回路と、第2電源回路とを含み、前記第1電源回路の第1電源端子が、前記第1パワー回路に接続され、前記第2電源回路の第1電源端子が、前記第2パワー回路に接続される。これにより、電源配線モジュールは、2系統の電力を独立して受け入れている。その結果、仮に一方の電力系統が機能しなくても、他方の電力系統が機能でき、電動駆動装置の機能継続が高まる。

[0024] 望ましい態様として、前記リードフレーム配線の電力入力部に隣接する空間には、前記樹脂に電力入力用の貫通孔が開けられており、前記蓋体を貫通した前記コネクタの前記電源入力端子が前記電力入力用の貫通孔に挿入され、前記電力入力部と前記電源入力端子とが電氣的に接続されている。これに

より、絶縁性を確保し、かつ軸方向の厚みを抑制しつつ、コネクタと電源配線モジュールとが電氣的に接続できる。

[0025] 望ましい態様として、前記第3のヒートシンクは、第1ベース面と、前記第1ベース面とは反対側の第2ベース面とを有し、前記第2回路基板は、集積回路を有し、前記集積回路は、前記第1ベース面と対向し、前記電源配線モジュールの前記ノイズ除去用のチョークコイル及び前記コンデンサは、前記第2ベース面と対向する。これにより、集積回路の発熱は、ヒートシンクへ伝熱され、集積回路の温度上昇が抑制される。また、ノイズ除去用のチョークコイル及びコンデンサの発熱は、ヒートシンクへ伝熱される。

[0026] 望ましい態様として、前記第3のヒートシンクは、前記第1ベース面より前記第2回路基板側に突出する放熱面を有し、前記放熱面は、前記集積回路に前記軸方向で重なる位置にある。これにより、制御回路を構成する集積回路の発熱が効率よくヒートシンクに伝達される。

[0027] 望ましい態様として、電動パワーステアリング装置は、上述した電動駆動装置を備え、前記電動駆動装置が補助操舵トルクを生じさせる。これにより、モータのシャフトに平行な軸方向の大きさが抑制され、電動パワーステアリング装置の配置の自由度が向上する。電動駆動装置の信頼性が向上するので、電動パワーステアリング装置の信頼性も向上する。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、軸方向に小型化にしつつ、ターミナルブロックを取り付けても、モータと第1回路基板との電氣的な接続に伴う第1回路基板への応力が抑制されている、電動駆動装置及び電動パワーステアリング装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、実施形態に係る電動パワーステアリング装置を搭載した車両を模式的に示した斜視図である。

[図2]図2は、実施形態に係る電動パワーステアリング装置の模式図である。

[図3]図3は、実施形態に係るECUの配置例を示す側面図である。

[図4]図4は、実施形態に係るモータの断面を模式的に示す断面図である。

[図5]図5は、実施形態に係るモータの配線を示す模式図である。

[図6]図6は、実施形態に係るモータとECUとの関係を示す説明図である。

[図7]図7は、実施形態に係る電動駆動装置の構成例を示す分解斜視図である。

[図8]図8は、実施形態に係るECUの構成例を示す斜視図である。

[図9]図9は、実施形態に係るECUの構成例を示す分解斜視図である。

[図10A]図10Aは、実施形態に係るターミナルブロックをパワー基板に取り付ける構成例を示す分解斜視図である。

[図10B]図10Bは、実施形態に係るターミナルブロックにモータコイル配線を取り付ける構成例を示す分解斜視図である。

[図11]図11は、実施形態に係るターミナルブロックをパワー基板に取り付ける構成例を示す斜視図である。

[図12]図12は、実施形態に係る制御基板を配線モジュールに取り付ける構成例を示す分解斜視図である。

[図13A]図13Aは、実施形態に係るヒートシンクの上面斜視図である。

[図13B]図13Bは、実施形態に係るヒートシンクの放熱面と第2回路基板との位置関係を説明するための説明図である。

[図13C]図13Cは、実施形態に係る第2回路基板の上面斜視図である。

[図14]図14は、実施形態に係る第2回路基板が取り付けられたカバー及びコネクタの上面を示す平面図である。

[図15]図15は、図14のXV-XV断面を示す断面図である。

[図16]図16は、図14のXVI-XVI断面を示す断面図である。

[図17]図17は、実施形態に係るカバー及びコネクタの構成例を示す分解斜視図である。

[図18]図18は、実施形態に係る第2ハウジングに蓋体を組み付ける治具を示す説明図である。

[図19A]図19Aは、実施形態に係る電源配線モジュールの反負荷側を示す平

面図である。

[図19B]図19Bは、実施形態に係る電源配線モジュールの負荷側を示す平面図である。

[図19C]図19Cは、実施形態の電源配線モジュールの斜視図である。

[図20]図20は、実施形態の電源配線モジュールの等価回路を示す回路図である。

[図21]図21は、図14のXXI—XXIの矢視部分断面を示す断面図である。

[図22]図22は、図14のXXII—XXIIの矢視部分断面を示す断面図である。

[図23]図23は、図14のXXIII—XXIIIの矢視部分断面を示す断面図である。

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。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0031] 図1は、実施形態に係る電動パワーステアリング装置を搭載した車両を模式的に示した斜視図である。図2は、実施形態に係る電動パワーステアリング装置の模式図である。図1に示すように、車両101は、電動パワーステアリング装置100を搭載している。図2を参照して電動パワーステアリング装置100の概要を説明する。

[0032] 電動パワーステアリング装置100は、運転者（操作者）から与えられる力が伝達する順に、ステアリングホイール191と、ステアリングシャフト192と、ユニバーサルジョイント196と、インターミディエイトシャフト197と、ユニバーサルジョイント198と、第1ラックアンドピニオン機構199と、タイロッド172と、を備える。また、電動パワーステアリ

ング装置１００は、ステアリングシャフト１９２の操舵トルクを検出するトルクセンサ１９４と、モータ３０と、モータ３０を制御する電子制御装置（以下、ＥＣＵ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）という。）１０と、減速装置１７５と、第２ラックアンドピニオン機構１７０と、を備える。車速センサ１８２、電源装置１８３（例えば車載のバッテリー）、及びイグニッションスイッチ１８４は、車体に備えられる。車速センサ１８２は、車両１０１の走行速度を検出する。車速センサ１８２は、検出した車速信号ＳＶをＣＡＮ（Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）通信によりＥＣＵ１０に出力する。ＥＣＵ１０には、イグニッションスイッチ１８４がオンの状態で電源装置１８３から電力が供給される。

[0033] 電動駆動装置１は、モータ３０と、モータ３０のシャフト３１の反負荷側に固定したＥＣＵ１０とを備える。また、電動駆動装置１は、ＥＣＵ１０とモータ３０とを接続するアダプタを備えてもよい。

[0034] 図２に示すように、ステアリングシャフト１９２は、入力軸１９２Ａと、出力軸１９２Ｂと、トーションバー１９２Ｃと、を備える。入力軸１９２Ａは、一方の端部がステアリングホイール１９１に接続され、他方の端部がトーションバー１９２Ｃに接続される。出力軸１９２Ｂは、一方の端部がトーションバー１９２Ｃに接続され、他方の端部がユニバーサルジョイント１９６に接続される。なお、トルクセンサ１９４は、トーションバー１９２Ｃのねじれを検出することで、ステアリングシャフト１９２に加わる操舵トルクを検出する。トルクセンサ１９４は、検出した操舵トルクに応じた操舵トルク信号ＴをＥＣＵ１０に出力する。ステアリングシャフト１９２は、ステアリングホイール１９１に付与された操舵力により回転する。

[0035] インターミディエイトシャフト１９７は、アップーシャフト１９７Ａと、ロアシャフト１９７Ｂとを有し、出力軸１９２Ｂのトルクを伝達する。アップーシャフト１９７Ａは、ユニバーサルジョイント１９６を介して出力軸１９２Ｂに接続される。一方、ロアシャフト１９７Ｂは、ユニバーサルジョイント１９８を介して第１ラックアンドピニオン機構１９９の第１ピニオンシ

シャフト 199A に接続される。アッパーシャフト 197A とロアシャフト 197B とは、例えば、スプライン結合されている。

[0036] 第 1 ラックアンドピニオン機構 199 は、第 1 ピニオンシャフト 199A と、第 1 ピニオンギヤ 199B と、ラックシャフト 199C と、第 1 ラック 199D と、を有する。第 1 ピニオンシャフト 199A は、一方の端部がユニバーサルジョイント 198 を介してロアシャフト 197B に接続され、他方の端部が第 1 ピニオンギヤ 199B に接続される。ラックシャフト 199C に形成された第 1 ラック 199D は、第 1 ピニオンギヤ 199B と噛み合う。ステアリングシャフト 192 の回転運動は、インターミディエイトシャフト 197 を介して第 1 ラックアンドピニオン機構 199 に伝達される。この回転運動は、第 1 ラックアンドピニオン機構 199 によりラックシャフト 199C の直線運動に変換される。タイロッド 172 は、ラックシャフト 199C の両端にそれぞれ接続される。

[0037] モータ 30 は、運転者の操舵をアシストするための補助操舵トルクを発生させるモータである。モータ 30 は、ブラシレスモータでもよいし、ブラシ及びコンミテータを有するブラシモータでもよい。

[0038] ECU 10 は、回転角度センサ 23a を備える。回転角度センサ 23a は、モータ 30 の回転位相を検出する。ECU 10 は、回転角度センサ 23a からモータ 30 の回転位相信号を取得し、トルクセンサ 194 から操舵トルク信号 T を取得し、車速センサ 182 から車両 101 の車速信号 SV を取得する。ECU 10 は、回転位相信号と操舵トルク信号 T と車速信号 SV とに基づいて、アシスト指令の補助操舵指令値を算出する。ECU 10 は、算出された補助操舵指令値に基づいて、電流をモータ 30 に供給する。

[0039] 減速装置 175 は、モータ 30 のシャフト 31 と一体に回転するウォームシャフト 175A と、ウォームシャフト 175A と噛み合うウォームホイール 175B と、を備える。したがって、シャフト 31 の回転運動は、ウォームシャフト 175A を介してウォームホイール 175B に伝達される。なお、本実施形態において、シャフト 31 の減速装置 175 側を負荷側端部とい

い、シャフト31の減速装置175とは反対側を反負荷側端部という。

[0040] 第2ラックアンドピニオン機構170は、第2ピニオンシャフト171Aと、第2ピニオンギヤ171Bと、第2ラック171Cと、を有する。第2ピニオンシャフト171Aは、一方の端部がウォームホイール175Bと同軸、かつ一体に回転するように固定される。第2ピニオンシャフト171Aは、他方の端部が第2ピニオンギヤ171Bに接続される。ラックシャフト199Cに形成された第2ラック171Cは、第2ピニオンギヤ171Bと噛み合う。モータ30の回転運動は、減速装置175を介して第2ラックアンドピニオン機構170に伝達される。この回転運動は、第2ラックアンドピニオン機構170によりラックシャフト199Cの直線運動に変換される。

[0041] ステアリングホイール191に入力された運転者の操舵力は、ステアリングシャフト192、及びインターミディエイトシャフト197を介して、第1ラックアンドピニオン機構199に伝達される。第1ラックアンドピニオン機構199は、伝達された操舵力をラックシャフト199Cの軸方向に加わる力としてラックシャフト199Cに伝達する。この際、ECU10は、ステアリングシャフト192に入力された操舵トルク信号Tをトルクセンサ194から取得する。ECU10は、車速信号SVを車速センサ182から取得する。ECU10は、モータ30の回転位相信号を回転角度センサ23aから取得する。そして、ECU10は、制御信号を出力してモータ30の動作を制御する。モータ30が作り出した補助操舵トルクは、減速装置175を介して第2ラックアンドピニオン機構170に伝達される。第2ラックアンドピニオン機構170は、補助操舵トルクをラックシャフト199Cの軸方向に加わる力としてラックシャフト199Cに伝達する。このようにして、運転者のステアリングホイール191の操舵が電動パワーステアリング装置100によりアシストされる。

[0042] 図2に示すように、電動パワーステアリング装置100は、第2ラックアンドピニオン機構170にアシスト力が付与されるディアルピニオン方式で

あるがこれに限定されない。電動パワーステアリング装置１００は、第１ピニオンギヤ１９９Ｂのみにアシスト力が付与されるシングルピニオンアシスト方式でもよい。電動パワーステアリング装置１００は、プーリ装置と、ボールねじ装置と、を備えたラックパラレル方式であってもよい。これに限定されず、電動パワーステアリング装置１００は、例えば、ステアリングシャフト１９２にアシスト力が付与されるコラムアシスト方式でもよい。

[0043] 図３は、実施形態に係るＥＣＵの配置例を示す側面図である。図３に示すように、電動駆動装置１は、ＥＣＵ１０及びモータ３０を備える。モータ３０のシャフト３１の負荷側端部には、歯車３０Ｇがあり、歯車３０Ｇが減速装置１７５に挿入されている。図３に示すコネクタＣＮＴは、図２に示すラックシャフト１９９Ｃの延びる方向と平行に、ワイヤーハーネスが挿抜可能である。本実施形態において、軸方向Ａ×とは、モータ３０のシャフト３１（図４参照）の延びる方向と平行な方向をいう。

[0044] モータ３０は、第１ハウジング９３０を備える。第１ハウジング９３０は筒状である。第１ハウジング９３０は、モータハウジングとも呼ばれる。第１ハウジング９３０には、工具挿入孔３６Ｈがあり、工具挿入孔３６Ｈを塞ぎ、第１ハウジング９３０に着脱可能な側面カバー３６を備える。側面カバー３６が第１ハウジング９３０から取り外されると、工具挿入孔３６Ｈから、後述するターミナルブロック８０が露出する。

[0045] また、ＥＣＵ１０の筐体であるヒートシンクには、防水通気フィルタ１０Ｂが設けられている。防水通気フィルタ１０Ｂは、通気可能であるが、防水性があり、水分の侵入を防ぐことができる。例えば、温度変化により、ＥＣＵ１０の内部と外部との圧力差が大きくなると、防水通気フィルタ１０Ｂを介して空気が移動して圧力差を小さくする。

[0046] 図４は、実施形態に係るモータの断面を模式的に示す断面図である。図５は、実施形態に係るモータの配線を示す模式図である。本実施形態において、周方向とは、シャフト３１を中心とした同心円において、同心円に沿う方向である。径方向とは、軸方向Ａ×に直交する平面において、シャフト３１

から離れる方向である。モータ30は、図4に示すように、第1ハウジング930と、モータステータ931と、モータロータ932と、を備える。円筒状であるモータステータ931は、複数の第1モータコイル37と、複数の第2モータコイル38を含む。モータステータ931は、環状のバックヨーク931aと、バックヨーク931aの内周面から突出する複数のティース931bと、を備える。ティース931bは、周方向に12個配置されている。モータロータ932は、ロータヨーク932aと、マグネット932bとを含む。マグネット932bは、ロータヨーク932aの外周面に設けられている。マグネット932bの数は、例えば8つである。モータロータ932の回転は、シャフト31の回転と連動する。

[0047] 図4に示すように、第1モータコイル37は、複数のティース931bのそれぞれに集中巻きされている。第1モータコイル37は、ティース931bの外周にインシュレータを介して集中巻きされる。全ての第1モータコイル37は、第1コイル系統に含まれる。実施形態に係る第1コイル系統は、第1パワー回路25Aに含まれるインバータ回路251（図6参照）によって、電流が供給され、励磁される。第1コイル系統は、例えば第1モータコイル37を6つ含む。6つの第1モータコイル37は、2つの第1モータコイル37が周方向で互いに隣接するように配置されている。隣接する第1モータコイル37を1つのグループとした第1コイルグループGr1が、周方向に等間隔に3つ配置されている。すなわち、第1コイル系統は、周方向に等間隔に並べられた3つの第1コイルグループGr1を備えている。なお、第1コイルグループGr1は、必ずしも3つでなくてもよく、nを自然数としたときに周方向に等間隔に3n個配置されていればよい。また、nは奇数である方が望ましい。以上説明したように、本実施形態では、コイルグループは、複数あり、3相毎に少なくとも第1コイルグループgr1と、第2コイルグループGr2の2系統に分けられ、かつステータコアが3相交流で励磁される。

[0048] 図4に示すように、第2モータコイル38は、複数のティース931bの

それぞれに集中巻きされている。第2モータコイル38は、ティース931bの外周にインシュレータを介して集中巻きされる。第2モータコイル38が集中巻きされるティース931bは、第1モータコイル37が集中巻きされるティース931bとは異なるティース931bである。全ての第2モータコイル38は、第2コイル系統に含まれる。第2コイル系統は、第2パワー回路25Bに含まれるインバータ回路251（図6参照）によって電流が供給され、励磁される。第2コイル系統は、例えば第2モータコイル38を6つ含む。6つの第2モータコイル38は、2つの第2モータコイル38が周方向で互いに隣接するように配置されている。隣接する第2モータコイル38を1つのグループとした第2コイルグループGr2が、周方向に等間隔に3つ配置されている。すなわち、第2コイル系統は、周方向に等間隔に並べられた3つの第2コイルグループGr2を備えている。なお、第2コイルグループGr2は、必ずしも3つでなくてもよく、nを自然数としたときに周方向に等間隔に3n個配置されていればよい。また、nは奇数である方が望ましい。

[0049] 図5に示すように、6つの第1モータコイル37は、第1U相電流I1uにより励磁される2つの第1U相モータコイル37Ua及び第1U相モータコイル37Ubと、第1V相電流I1vにより励磁される2つの第1V相モータコイル37Va及び第1V相モータコイル37Vbと、第1W相電流I1wにより励磁される2つの第1W相モータコイル37Wa及び第1W相モータコイル37Wbと、を含む。第1U相モータコイル37Ubは、第1U相モータコイル37Uaに対して直列に接続されている。第1V相モータコイル37Vbは、第1V相モータコイル37Vaに対して直列に接続されている。第1W相モータコイル37Wbは、第1W相モータコイル37Waに対して直列に接続されている。第1モータコイル37のティース931bに対する巻き方向は、全て同じ方向である。また、第1U相モータコイル37Ub、第1V相モータコイル37Vb及び第1W相モータコイル37Wbは、スター結線（Y結線）で接合されている。

[0050] 図5に示すように、6つの第2モータコイル38は、第2U相電流 I_{2u} により励磁される2つの第2U相モータコイル38Ua及び第2U相モータコイル38Ubと、第2V相電流 I_{2v} により励磁される2つの第2V相モータコイル38Va及び第2V相モータコイル38Vbと、第2W相電流 I_{2w} により励磁される2つの第2W相モータコイル38Wa及び第2W相モータコイル38Wbと、を含む。第2U相モータコイル38Ubは、第2U相モータコイル38Uaに対して直列に接続されている。第2V相モータコイル38Vbは、第2V相モータコイル38Vaに対して直列に接続されている。第2W相モータコイル38Wbは、第2W相モータコイル38Waに対して直列に接続されている。第2モータコイル38のティース931bに対する巻き方向は、全て同じ方向であり、第1モータコイル37の巻き方向と同じである。また、第2U相モータコイル38Ub、第2V相モータコイル38Vb及び第2W相モータコイル38Wbは、スター結線（Y結線）で接合されている。

[0051] 図4に示すように、3つの第1コイルグループGr1は、第1UVコイルグループGr1UVと、第1VWコイルグループGr1VWと、第1UWコイルグループGr1UWと、からなる。第1UVコイルグループGr1UVは、周方向で互いに隣接する第1U相モータコイル37Ub及び第1V相モータコイル37Vaを含む。第1VWコイルグループGr1VWは、周方向で互いに隣接する第1V相モータコイル37Vb及び第1W相モータコイル37Waを含む。第1UWコイルグループGr1UWは、周方向で互いに隣接する第1U相モータコイル37Ua及び第1W相モータコイル37Wbを含む。

[0052] 図4に示すように、3つの第2コイルグループGr2は、第2UVコイルグループGr2UVと、第2VWコイルグループGr2VWと、第2UWコイルグループGr2UWと、からなる。第2UVコイルグループGr2UVは、周方向で互いに隣接する第2U相モータコイル38Ub及び第2V相モータコイル38Vaを含む。第2VWコイルグループGr2VWは、周方向

で互いに隣接する第2 V相モータコイル38 V b及び第2 W相モータコイル38 W aを含む。第2 UWコイルグループG r 2 UWは、周方向で互いに隣接する第2 U相モータコイル38 U a及び第2 W相モータコイル38 W bを含む。

[0053] 第1 U相電流I_{1u}により励磁される第1モータコイル37は、第2 U相電流I_{2u}により励磁される第2モータコイル38に、モータステータ931の径方向で対向している。以下の説明において、モータステータ931の径方向は、単に径方向と記載される。例えば、図4に示すように、径方向で第1 U相モータコイル37 U aが第2 U相モータコイル38 U aに対向し、第1 U相モータコイル37 U bが第2 U相モータコイル38 U bに対向している。

[0054] 第1 V相電流I_{1v}により励磁される第1モータコイル37は、第2 V相電流I_{2v}により励磁される第2モータコイル38に、径方向で対向している。例えば、図4に示すように、径方向で第1 V相モータコイル37 V aが第2 V相モータコイル38 V aに対向し、第1 V相モータコイル37 V bが第2 V相モータコイル38 V bに対向している。

[0055] 第1 W相電流I_{1w}により励磁される第1モータコイル37は、第2 W相電流I_{2w}により励磁される第2モータコイル38に、径方向で対向している。例えば、図4に示すように、径方向で第1 W相モータコイル37 W aが第2 W相モータコイル38 W aに対向し、第1 W相モータコイル37 W bが第2 W相モータコイル38 W bに対向している。

[0056] 図6は、実施形態に係るモータとECUとの関係を示す模式図である。図6に示すように、ECU10は、検出回路23と、制御回路24と、第1パワー回路25 Aと、第2パワー回路25 Bと、を備える。検出回路23は、回転角度センサ23 aと、モータ回転数演算部23 bと、を有する。制御回路24は、制御演算部24 1と、ゲート駆動回路24 2と、遮断駆動回路24 3と、を有する。第1パワー回路25 Aは、インバータ回路25 1と、電流遮断回路25 5と、を有する。第2パワー回路25 Bは、インバータ回路

251と、電流遮断回路255と、を有する。また、インバータ回路251は、複数のスイッチング素子252と、電流値を検出するためのシャント抵抗SRと、を有する。シャント抵抗SRは、電流検出回路254のオペアンプOPに接続されている。なお、図6において、説明が不要な回路については、適宜省略している。3つのシャント抵抗SRは、3つのスイッチング素子252にそれぞれ接続されている。1つのシャント抵抗SRのみとし、1つのシャント抵抗SRに3つのスイッチング素子252が接続されていてもよい。

[0057] 制御演算部241は、モータ電流指令値を演算する。モータ回転数演算部23bは、モータ電気角 θ_m を演算し、制御演算部241に出力する。ゲート駆動回路242は、制御演算部241から出力されるモータ電流指令値が入力される。ゲート駆動回路242は、モータ電流指令値に基づいて、第1パワー回路25A及び第2パワー回路25Bを制御する。ゲート駆動回路242は、電源ラインに、後述するコンデンサ256を含む。

[0058] ECU10は、図6に示すように、回転角度センサ23aを備えている。回転角度センサ23aは、例えば、磁気センサである。回転角度センサ23aの検出値がモータ回転数演算部23bに供給される。モータ回転数演算部23bは、回転角度センサ23aの検出値に基づいてモータ電気角 θ_m を演算し、制御演算部241に出力する。

[0059] 制御演算部241には、トルクセンサ194で検出された操舵トルク信号Tと、車速センサ182で検出された車速信号SVと、モータ回転数演算部23bから出力されるモータ電気角 θ_m と、が入力される。制御演算部241は、操舵トルク信号T、車速信号SV及びモータ電気角 θ_m に基づいてモータ電流指令値を算出し、ゲート駆動回路242に出力する。

[0060] ゲート駆動回路242は、モータ電流指令値に基づいて第1パルス幅変調信号を演算し、第1パワー回路25Aのインバータ回路251に出力する。インバータ回路251は、第1パルス幅変調信号のデューティ比に応じて、3相の電流値となるようにスイッチング素子252をスイッチングして第1

U相電流 I_{1u} 、第1V相電流 I_{1v} 及び第1W相電流 I_{1w} を含む3相交流を生成する。第1U相電流 I_{1u} が第1U相モータコイル37Ua及び第1U相モータコイル37Ubを励磁し、第1V相電流 I_{1v} が第1V相モータコイル37Va及び第1V相モータコイル37Vbを励磁し、第1W相電流 I_{1w} が第1W相モータコイル37Wa及び第1W相モータコイル37Wbを励磁する。

[0061] ゲート駆動回路242は、モータ電流指令値に基づいて第2パルス幅変調信号を演算し、第2パワー回路25Bのインバータ回路251に出力する。インバータ回路251は、第2パルス幅変調信号のデューティ比に応じて、3相の電流値となるようにスイッチング素子252をスイッチングして第2U相電流 I_{2u} 、第2V相電流 I_{2v} 及び第2W相電流 I_{2w} を含む3相交流を生成する。第2U相電流 I_{2u} が第2U相モータコイル38Ua及び第2U相モータコイル38Ubを励磁し、第2V相電流 I_{2v} が第2V相モータコイル38Va及び第2V相モータコイル38Vbを励磁し、第2W相電流 I_{2w} が第2W相モータコイル38Wa及び第2W相モータコイル38Wbを励磁する。

[0062] インバータ回路251は、直流電力を交流電力に変換する電力変換回路である。上記のように、インバータ回路251は、複数のスイッチング素子252を有する。スイッチング素子252は、例えば、電界効果トランジスタである。インバータ回路251には、コンデンサ253が並列に接続される。第1回路基板60は、並列に接続された複数のコンデンサ253を備える。

[0063] また、上記のように、インバータ回路251に電流検出回路254が接続される。電流検出回路254は、例えば、シャント抵抗SRと接続されている。電流検出回路254で検知した電流値は、制御演算部241に送出される。なお、電流検出回路254は、モータ30の各相の電流値を検出するように接続してもよい。

[0064] 電流遮断回路255は、インバータ回路251と、第1モータコイル37

又は第2モータコイル38との間に配置されている。電流検出回路254で検知した電流値が異常と判断される場合は、制御演算部241は、遮断駆動回路243を介して電流遮断回路255を駆動し、インバータ回路251から第1モータコイル37へ流れる電流を遮断できる。また、制御演算部241は、遮断駆動回路243を介して電流遮断回路255を駆動し、インバータ回路251から第2モータコイル38へ流れる電流を遮断できる。このように、第1モータコイル37へ流れる電流と、第2モータコイル38へ流れる電流は、制御演算部241にそれぞれ独立して制御される。また、制御演算部241には、操舵トルク信号T、車速信号SV等の入出力信号が、コネクタCNTを介して伝送される。

[0065] 図7は、実施形態に係る電動駆動装置の構成例を示す分解斜視図である。図8は、実施形態に係るECUの構成例を示す斜視図である。図7に示すように、電動駆動装置1は、モータ30と、モータ30の反負荷側に配置されるECU10とを備える。

[0066] シャフト31の反負荷側の端部には、磁石フォルダ32Aを介して磁石32が取り付けられている。磁石32は、半分がS極、半分がN極に着磁されている。あるいは、磁石32は、周方向にみて交互に配置されたS極及びN極を外周面に有するようにしてもよい。

[0067] 図7に示すように、ECU10は、第1回路基板60と、第2回路基板20と、第2ハウジング11と、蓋体40と、電源配線モジュール90と、コネクタCNTとを有する。第2ハウジング11は、放熱性の高いアルミニウム、銅などの金属で構成されている。第2ハウジング11は、第1回路基板60及び第2回路基板20が発する熱を放熱するヒートシンクとして作用する。蓋体40は、放熱性の高いアルミニウム、銅などの金属で構成されており、第2ハウジング11と接合されている。これにより、第1回路基板60及び第2回路基板20が発する熱が第2ハウジング11から伝わっても、蓋体40から外部に効率よく放熱する。

[0068] 第2ハウジング11は、底部115と、底部115の周りを囲む側壁部1

16とを有する。側壁部116の内側には、收容空間11Rがある。蓋体40が、封止部材12を介して、第2ハウジング11の收容空間11Rを覆うことにより、第2ハウジング11の收容空間11Rが密閉される。封止部材OR2は、ゴムやエラストマーで形成された、いわゆるOリングである。底部115の反負荷側には、電子部品を收容する凹部117がある。

[0069] 蓋体40の負荷側の一方の面には、第2回路基板20と、電源配線モジュール90とが取り付けられ、蓋体40の反負荷側の他方の面には、コネクタCNTが取り付けられている。蓋体40が第2ハウジング11に取り付けられると、第2回路基板20及び電源配線モジュール90が、第2ハウジング11の收容空間11Rに收容される。これにより、ECU10の軸方向Axの大きさが小さくなる。

[0070] モータ30の第1ハウジング930の反負荷側の端部には、フランジ39が設けられている。フランジ39には、軸方向Axに雌ねじ部39Hが設けられている。第2ハウジング11の負荷側の端部には、フランジ111が設けられている。フランジ111には、軸方向Axに貫通孔111Hが設けられている。ネジなどの固定部材B1は、貫通孔111Hを通り、雌ねじ部39Hに締結することにより、第1ハウジング930と、第2ハウジング11とを固定する。

[0071] 第2ハウジング11の反負荷側の端部には、複数のフランジ131、132、141、142、143が設けられている。フランジ131には、軸方向Axに貫通孔131Hが設けられている。フランジ132には、軸方向Axに貫通孔132Hが設けられている。フランジ141には、軸方向Axに雌ねじ部141Hが設けられている。フランジ142には、軸方向Axに雌ねじ部142Hが設けられている。フランジ142には、軸方向Axに雌ねじ部142Hが設けられている。

[0072] 図8に示すように、第2ハウジング11は、支持体70との間で、第1回路基板60を挟む。支持体70は、放熱性の高いアルミニウム、銅などの金属で構成されており、放熱性に優れるヒートシンクである。支持体70の側

面には、２つのターミナルブロック８０が取り付けられている。

[0073] 図９は、実施形態に係るＥＣＵの構成例を示す分解斜視図である。図１０Ａは、実施形態に係るターミナルブロックをパワー基板に取り付ける構成例を示す分解斜視図である。図９及び図１０Ａに示すように、ターミナルブロック８０は、基台８１と、取付金具８２と、導電端子８３とを有している。基台８１は、絶縁性の材料で形成され、端子間の絶縁性を確保する。導電端子８３の一端部は、第１回路基板６０に挿入され、第１回路基板６０と電氣的に接続される。

[0074] 図１０Ｂは、実施形態に係るターミナルブロックにモータコイル配線を取り付ける構成例を示す分解斜視図である。導電端子８３の他端部は、取付金具８２と電氣的に接続されている。図１０Ａ及び図１０Ｂに示すように、取付金具８２には、図７及び図１０Ｂに示すネジなどの固定部材ＢＭが貫通する貫通孔８２Ｈを備える。モータ３０の第１モータコイル配線３２１又は第２モータコイル配線３２２は、貫通孔３２Ｈを有している。第１モータコイル配線３２１又は第２モータコイル配線３２２は、基台８１の挿入穴８１Ｈに挿入され、貫通孔８２Ｈと貫通孔３２Ｈとが連通する位置で、固定部材ＢＭが貫通し、第１モータコイル配線３２１又は第２モータコイル配線３２２の裏面にあるナット（不図示）と締結する。これにより、一方のターミナルブロック８０は、第１回路基板６０とモータ３０の第１モータコイル配線３２１とを電氣的に接続し、他方のターミナルブロック８０は、第１回路基板６０とモータ３０の第２モータコイル配線３２２とを電氣的に接続する。なお、取付金具８２は、導電端子８３と密着固定されていてもよく、取付金具８２が導電端子８３と一体となり、１つの部品となってもよい。

[0075] 支持体７０は、高さの異なる第１天板７１と第２天板７９とを有している。第１天板７１及び第２天板７９は、第１回路基板６０との間にあるコンデンサ２５３、２５６の高さに応じて大きさが異なっている。コンデンサ２５３、２５６と、第１天板７１及び第２天板７９との間には、放熱材を介在させており、コンデンサ２５３、２５６の熱が第１天板７１及び第２天板７９

へ伝達されるので、コンデンサ 253、256 の劣化が抑制される。コンデンサ 253、256 は、例えば、電解コンデンサである。

[0076] 図 9 に示すように、第 2 ハウジング 11 の負荷側には、平坦な放熱面 112 と、凹部 113 と、凸部 114 とがある。第 2 ハウジング 11 には、第 1 貫通孔 119 と第 2 貫通孔 118 とが軸方向 A x に貫通している。第 2 貫通孔 118 には、電源配線モジュール 90 の一部が挿入され、第 1 電源端子 93 が第 1 回路基板 60 へ到達する。第 1 貫通孔 119 には、基板間コネクタのプラグ 62 が挿入され、第 2 回路基板 20 のレセプタクル 61（図 12 参照）へ到達する。この基板間コネクタは、第 1 回路基板 60 と第 2 回路基板 20 との間で信号を伝達する。また、プラグ 62 と、レセプタクル 61 とを有する基板間コネクタは、フローティングコネクタと呼ばれ、可動部を備えており、プラグ 62 とレセプタクル 61 とが結合した嵌合時の位置ずれを吸収できる。

[0077] 凸部 114 には、負荷側の上面から軸方向 A x に開けられた雌ねじ部 114H がある。複数の凸部 114 のうち、一部の凸部 114 は、第 1 回路基板 60 の切欠き 60N の中で、支持体 70 に対向する。他の一部の凸部 114 は、図 10A に示す第 1 回路基板 60 の貫通孔 60H2 に対向する。支持体 70 には、軸方向 A x に貫通する貫通孔 72H がある。ネジなどの固定部材 B2 は、貫通孔 72H、第 1 回路基板 60 の切欠き 60N 又は貫通孔 60H2 を通り、雌ねじ部 114H に締結される。

[0078] 図 10A に示すように、支持体 70 は、基部 72 と、基部 72 から負荷側に突出した第 1 天板 71 を有する。また、支持体 70 は、2 つの第 1 側面 74 と、2 つの第 2 側面 75 と、を有している。第 1 側面 74 及び第 2 側面 75 は、基部 72 と第 1 天板 71 との間をそれぞれ接続している。支持体 70 は、2 つの第 2 側面 75 からそれぞれ遠ざかるように、第 2 方向に延びている 2 つの第 2 天板 79 を有している。

[0079] 支持体 70 の第 1 天板 71 には、軸方向 A x に貫通する貫通孔 76 が開けられている。貫通孔 76 には、シャフト 31 の反負荷側の端部にある、磁石

32（図7参照）が挿入される。その結果、磁石32が、第1回路基板60に実装された回転角度センサ23aの近傍に配置される。また、支持体70の側面にも、貫通孔77が開けられている。ターミナルブロック80が支持体70に取り付けられると、貫通孔77が塞がれる。貫通孔77の大きさの分、支持体70が軽量化される。

[0080] 図11は、実施形態に係るターミナルブロックをパワー基板に取り付ける構成例を示す斜視図である。図11に示す支持体70には、反負荷側に開口する雌ねじ部78が4つ設けられている。ネジなどの固定部材B3が第1回路基板60の貫通孔60H1を貫通して、雌ねじ部78に締結されると、図11に示すように、支持体70と第1回路基板60とが密着した状態で固定される。対角に位置する反負荷側に開口する雌ねじ部78が、それぞれ点対称であることが望ましい。これにより、支持体70と第1回路基板60とが組み付け易くなる。

[0081] 図10A及び図11に示すように、第1回路基板60は、基板本体の両面に実装された複数の電子部品と、を有する。第1回路基板60の基板本体は、例えば、樹脂等で形成されたプリント基板である。1枚の基板本体に実装された複数の電子部品には、電界効果トランジスタ（FET：Field Effect Transistor）、磁気センサ、電解コンデンサ、抵抗素子、ダイオード、サーミスタ、特定用途向け集積回路（ASIC：Application Specific Integrated Circuit）等が含まれる。これら複数の電子部品により、図6に示した検出回路23、第1パワー回路25A及び第2パワー回路25Bが構成されている。

[0082] 図10Aに示すように、第1回路基板60の第1面60Aには、コンデンサ253、256が実装されている。図9に示すように、第1回路基板60に支持体70が取り付けられると、コンデンサ253、256は、支持体70に覆われる。

[0083] 図10Aに示すように、第1回路基板60の第1面60Aには、回転角度

センサ 23 a が実装されている。回転角度センサ 23 a は、例えば、スピンバルブセンサである。スピンバルブセンサは、反強磁性層等で磁化の向きが固定された強磁性体のピン層と、強磁性体のフリー層とで非磁性層を挟んだ素子で、磁束の向きの変化を検出できるセンサである。スピンバルブセンサには、GMR (Giant Magneto Resistance) センサ、TMR (Tunnel Magneto Resistance) センサがある。なお、回転角度センサ 23 a は、磁石 32 の回転を検出可能なセンサであればよい。回転角度センサ 23 a は、例えば、AMR (Anisotropic Magneto Resistance) センサ、又はホールセンサでもよい。

[0084] 図 10 A に示すように、第 1 回路基板 60 の第 2 面 60 B には、発熱する電子部品である電界効果トランジスタ TR、シャント抵抗 SR が配置されている。電界効果トランジスタ TR は、図 6 に示すスイッチング素子 252 のみならず、電流遮断回路 255、遮断駆動回路 243 や、電源電圧 Vdc を供給する配線上にも設けられる。図 6 に示すように、シャント抵抗 SR は、電流検出回路 254 に接続されている。

[0085] 電界効果トランジスタ TR は、TIM (Thermal Interface Material) と呼ばれる放熱材を介して、図 9 に示す第 2 ハウジング 11 の放熱面 112 に接している。放熱材は、例えば、シリコンポリマーに熱伝導性フィラーを混合した材料であり、第 1 回路基板 60 の基板本体よりも熱伝導率が大きい材料であれば、上記材料以外の他の材料でもよい。シャント抵抗 SR は、図 9 に示す第 2 ハウジング 11 の凹部 113 の中に配置される。凹部 113 の中には、放熱材がある。

[0086] 図 10 A に示すように、ターミナルブロック 80 の基台 81 の両側には、脚部 84 が支持体 70 側に延びており、脚部 84 の端部 85 には、貫通孔 85 H が開けられている。ネジなどの固定部材 B4 が貫通孔 85 H を通して、第 1 側面 74 の当接面 73 にある雌ねじ部 73 H に締結される。

[0087] ここで、図 10 A に示す第 1 側面 74 の当接面 73 と、図 10 B に示す取付金具 82 の固定部材 BM の当接面とは、平行である。このため、ターミナ

ルブロック 80 がネジなどの固定部材 BM で押圧されても、押圧に伴う応力が、脚部 84 の端部 85 を介して、第 1 側面 74 の当接面 73 で受け止められる。その結果、導電端子 83 の変形や、第 1 回路基板 60 に加わる応力が抑制される。

[0088] 以上説明したように、ECU 10 は、第 1 回路基板 60 と、第 2 ハウジング 11 と、ヒートシンクとなる支持体 70 と、ターミナルブロック 80 とを含む。第 1 回路基板 60 には、第 1 モータコイル 37 又は第 2 モータコイル 38 を励磁する電流を出力する電界効果トランジスタ TR と、シャフト 31 の軸方向 Ax の延長線上に配置された回転角度センサ 31a とが実装されている。第 2 ハウジング 11 は、第 1 回路基板 60 の反負荷側に設けられている。支持体 70 は、第 1 回路基板 60 の負荷側に設けられ、第 2 ハウジング 11 との間で第 1 回路基板 60 を挟む。ターミナルブロック 80 は、ヒートシンクである支持体 70 の第 1 側面 74 の当接面 73 に固定され、第 1 モータコイル配線 321 又は第 2 モータコイル配線 322 と、第 1 回路基板 60 とを電氣的に接続する。

[0089] これにより、第 1 回路基板 60 は、第 2 ハウジング 11 とヒートシンクである支持体 70 とで軸方向 Ax に挟まれる。このため、モータ 30 のシャフト 31 に平行な軸方向 Ax の大きさが抑制され、電動駆動装置 1 が小さくなる。ターミナルブロック 80 は、支持体 70 の第 1 側面 74 の当接面 73 に固定され、支持されている。このため、ターミナルブロック 80 がネジなどの固定部材 BM で押圧されても、押圧に伴う応力が、支持体 70 にかかり、第 1 回路基板 60 へかかる応力が低減する。その結果、第 1 回路基板 60 の寿命が延び、電動駆動装置 1 の信頼性が向上する。

[0090] 第 1 ハウジング 930 には工具挿入孔 36H がある。そして、モータ 30 は、工具挿入孔 36H を塞ぎ、第 1 ハウジング 930 に着脱可能な側面カバー 36 を備える。これにより、モータ 30 と ECU 10 との電氣的な接続又は切断は、側面カバー 36 の着脱により、容易に可能となる。

[0091] 第 1 回路基板 60 は、第 2 ハウジング 11 側の第 2 面 60B に電界効果ト

ランジスタTRが実装され、支持体70側の第1面60Aに電解コンデンサであるコンデンサ253、256が実装されている。これにより、第1回路基板60の両面が有効活用され、第1回路基板60の径方向も小型にできる。

[0092] 支持体70は、コンデンサ253を覆う第1天板71を有し、コンデンサ253とは重なり合わない位置の天板に開けられた軸方向の貫通孔76には、磁石32が挿入される。これにより、コンデンサ253の冷却が第1天板71への熱伝導で促進される。そして、コンデンサ253の軸方向Axの大きさに生じる支持体70の第1側面74をターミナルブロック80との当接面73として利用することができる。また、コンデンサ253とは重なり合わない位置も、磁石32が挿入されることで、磁石32の径方向外側の空間もコンデンサ253の配置領域として利用することができる。その結果、電動駆動装置1の軸方向Axの大きさが小さくなる。

[0093] 第1天板71及び第2天板79との間には段差がある。これにより、支持体70は、各コンデンサ253、256の大きさに応じた最小限の容積のヒートシンクとなり、電動駆動装置1の軽量化に寄与する。

[0094] 図12は、実施形態に係る制御基板を配線モジュールに取り付ける構成例を示す分解斜視図である。図12に示すようにECU10は、それぞれ電界効果トランジスタTRを有する第1パワー回路25A、第2パワー回路25Bを制御する制御回路24を有する第2回路基板20を有する。第2回路基板20は、第2ハウジング11の反負荷側に配置される。第2ハウジング11に開けられた軸方向Axの第1貫通孔119に挿入された基板間コネクタにより、第1回路基板60と第2回路基板20とは電氣的に接続されている。これにより、第2ハウジング11の軸方向の両面が放熱面として利用され、第2ハウジングは、ヒートシンクとして作用する。

[0095] 第2回路基板20は、第2ハウジング11に設けられた収容空間11Rに収容される。これにより、電動駆動装置1の軸方向Axの大きさが小さくなる。

[0096] モータステータ931は、第1コイルグループGr1に接続される第1モータコイル配線321と、第2コイルグループGr2に接続される第2モータコイル配線322とを備える。ターミナルブロック80は、2つあり、一方のターミナルブロック80と、他方のターミナルブロック80とは、支持体70を挟む位置に配置される。ここで、一方のターミナルブロック80は、第1モータコイル配線321と第1回路基板60とを電氣的に接続し、他方のターミナルブロック80は、第2モータコイル配線322と第1回路基板60とを電氣的に接続する。これにより、モータコイル配線が冗長化されても、支持体70の複数の側面を利用することにより、モータ30の径方向の大きさは抑制される。

[0097] 第2ハウジング11と支持体70とは、ネジなどの固定部材B2で連結されている。これにより、ターミナルブロック80がネジなどの固定部材BMで押圧されても、押圧に伴う応力が、支持体70、固定部材B2、第2ハウジング11へ伝達される。その結果、第1回路基板60へかかる応力がさらに低減する。

[0098] 図13Aは、実施形態に係るヒートシンクの上面斜視図である。図13Bは、実施形態に係るヒートシンクの放熱面と第2回路基板との位置関係を説明するための説明図である。図13Cは、実施形態に係る第2回路基板の上面斜視図である。図14は、実施形態に係る第2回路基板が取り付けられたカバー及びコネクタの上面を示す平面図である。図15は、図14のXV-XV断面を示す断面図である。図16は、図14のXVI-XVI断面を示す断面図である。図17は、実施形態に係るカバー及びコネクタの構成例を示す分解斜視図である。

[0099] 図12に示すように、第2回路基板20は、基板本体の両面に実装された複数の電子部品と、を有する。第2回路基板20の基板本体は、例えば、樹脂等で形成されたプリント基板である。1枚の基板本体に実装された複数の電子部品には、例えば、中央処理装置（CPU：Central Processing Unit）、特定用途向け集積回路（ASIC：Appli

cation Specific Integrated Circuit)、電力制御用集積回路(Power Management Integrated Circuit)、コンデンサ、抵抗素子、ダイオード、サーミスタ、レセプタクル61等が含まれる。これら複数の電子部品により、図6に示した制御回路24が構成されている。

[0100] 第2回路基板20には、貫通孔CONTIN1、貫通孔CONTIN3、貫通孔PWCHが開けられている。

[0101] 電源配線モジュール90と、第2回路基板20とは、ヒートシンク29を挟む。ヒートシンク29は、金属製であり、電源配線モジュール90のノイズ除去用のチョークコイル91及びコンデンサ92の熱を放熱するとともに、第2回路基板20に生じる熱を放熱する。

[0102] 図12に示すように、ヒートシンク29は、第2回路基板20側の第1ベース面291と、第1ベース面291から第2回路基板側に突出する突起部292、放熱面293、及び放熱面294がある。ヒートシンク29には、軸方向に貫通する貫通孔29Hがある。貫通孔29Hの中にコネクタCNT2の端子が配置される。これにより、コネクタCNT2の端子がヒートシンク29に接触して、短絡することを防止できる。

[0103] 突起部292は、円錐台形状を有している。突起部292は、放熱面293及び放熱面294よりも第2回路基板20側に突出している。

[0104] 図13Aに示すように、ヒートシンク29は、電源配線モジュール90側の第2ベース面295と、第2ベース面295から第2回路基板側に凹む凹部296及び凹部297がある。

[0105] 図12に示すように、電源配線モジュール90は、コネクタCNT2(図17参照)に接続された電源装置183から電力を送る電力配線PW(図2参照)をモジュール内のリードフレーム配線に接続し、第1回路基板60及び第2回路基板20へ伝送する。リードフレーム配線は、例えば、銅合金で形成されている。電源配線モジュール90には、チョークコイル91、コンデンサ92が取り付けられ、電源装置183からの電力配線PWの高周

波成分を除去する。電源配線モジュール90の樹脂は、例えば、ポリブチレンテレフタレート（PBT: Polybutylene terephthalate）である。

[0106] モータを駆動する電力が大きくなればなるほど、基板内の電源配線は、大きくする必要があり、基板の面積が大きくなってしまう。そこで、基板内の電源配線を少なくすることが望まれている。電源配線モジュール90内のリードフレーム配線があるので、第1回路基板60にある電源配線の面積が抑制される。その結果、第1回路基板60の面積が抑制され、ECU10は、径方向の大きさが小さくなる。

[0107] 蓋体40の負荷側では、コネクタCNT1の入出力端子、コネクタCNT2の電源入力端子PWCH1及び電源入力端子PWCH2、コネクタCNT3の入出力端子が、蓋体40を軸方向に貫通し、蓋体40の本体より突出している。

[0108] コネクタCNT1の入出力端子は、電源配線モジュール90の外側、ヒートシンク29の外側を通り、第2回路基板20の貫通孔CNTIN1に挿入され、電氣的に接続される。同様に、コネクタCNT3の入出力端子は、電源配線モジュール90の外側、ヒートシンク29の外側を通り、第2回路基板20の貫通孔CNTIN1に挿入され、電氣的に接続される。

[0109] 蓋体40の負荷側の基準面490に対し、凹ませた位置決め穴421Hと、負荷側に突出する支持凸部422、423、424が配置されている。

[0110] 蓋体40の負荷側の基準面490より凹む凹部491には、チョークコイル91が挿入される。凹部491の底面は、TIM (Thermal Interface Material) と呼ばれる放熱材を介して、チョークコイル91及び1つのコンデンサ92の放熱面となる。

[0111] 図12及び図13Aに示すように、第2ベース面295は、第1ベース面291の軸方向の反対側の面である。凹部296には、チョークコイル91及び1つのコンデンサ92が挿入される。凹部296の底面は、TIM (Thermal Interface Material) と呼ばれる放熱材を介して、チョークコイル9

1 及び1つのコンデンサ92の放熱面となる。凹部297には、2つのコンデンサ92が挿入される。凹部297の底面は、TIM (Thermal Interface Material) と呼ばれる放熱材を介して、2つのコンデンサ92の放熱面となる。これにより、ノイズ除去用のチョークコイル91の冷却がヒートシンク29により、促進されるとともに、電子制御装置の軸方向の大きさが小さくなる。

[0112] 以上説明したように、ヒートシンクは、第1の凹部296を有し、蓋体40は、第2の凹部491を有する。チョークコイル91の第1面は、電源配線モジュール90の第1面90Aから突出し、第1の凹部296に挿入されている。チョークコイル91の第2面は、第1面90Aとは反対側の第2面90Bから突出し、第2の凹部491に挿入されている。これにより、チョークコイル91の両面の放熱性が高くなる。

[0113] 図13B及び図13Cに示すように、第2回路基板20には、集積回路241C1と、電力制御用の集積回路1C241C2とが実装されている。そして、放熱面293は、集積回路241C1と軸方向に重なる位置にある。また放熱面294は、集積回路241C4と軸方向に重なる位置にある。これにより、集積回路241C1及び集積回路1C241C2の発熱が効率よくヒートシンク29に伝達される。集積回路241C1及び電力制御用の集積回路1C241C2は、図6に示す制御演算部241（制御回路24）を構成する。集積回路241C1と、電力制御用の集積回路1C241C2とが2つずつあるのは、図6に示すように、制御演算部241が独立して2つずつあるからである。仮に、一方の制御演算部241が動作しなくても、他方の制御演算部241が機能するので、機能継続性が高くなる。

[0114] 図13Cに示すように、第2回路基板20には、ヒートシンク29の突起部292に対向する位置に、突起部292が入る大きさの凹部20Hがある。

[0115] 図14に示すように、蓋体40は、貫通孔131H、132H（図7参照）と軸方向に重なる位置に、貫通孔401H、402Hを有している。貫通

孔４０１Ｈは、丸孔であるのに対し、貫通孔４０２Ｈは、長孔である。蓋体は、雌ねじ部１４１Ｈ、１４２Ｈ、１４３Ｈと軸方向に重なる位置に、貫通孔４１１Ｈ、４１２Ｈ、４１３Ｈを有している。

[0116] 図１５に示すように、ボルトなどの固定部材Ｂ６で、電源配線モジュール９０は、蓋体４０に締結され、固定されている。図１５に示すように、ボルトなどの固定部材Ｂ７で、第２回路基板２０は、蓋体４０に締結され、固定されている。図１６に示すように、ヒートシンク２９は、ボルトなどの固定部材Ｂ８で、蓋体４０に締結され、固定されている。これにより、電源配線モジュール９０、ヒートシンク２９、第２回路基板２０は、蓋体４０を介して組み合わされ、上部組み立て体となる。

[0117] 図１２から図１６に示すように、集積回路２４１Ｃ１及び集積回路２４１Ｃ２は、第１ベース面２９１と対向し、電源配線モジュール９０のノイズ除去用のチョークコイル９１及びコンデンサ９２は、第２ベース面２９５と対向する。これにより、集積回路２４１Ｃ１及び集積回路２４１Ｃ２の発熱は、ヒートシンク２９へ伝熱され、集積回路２４１Ｃ１及び集積回路２４１Ｃ２の温度上昇が抑制される。また、ノイズ除去用のチョークコイル９１及びコンデンサ９２の発熱は、ヒートシンク２９へ伝熱される。

[0118] 図１２、図１５及び図１６に示すように、第２回路基板２０と、ヒートシンク２９と、電源配線モジュール９０とは、蓋体４０に組み付けられる。軸方向にみて、第２回路基板２０と、ヒートシンク２９と、電源配線モジュール９０とは、蓋体４０の外形の内側に配置可能な大きさである。蓋体４０が、第２ハウジング１１の収容空間１１Ｒを塞ぐように組み付けると、第２回路基板２０と、ヒートシンク２９と、電源配線モジュール９０とは、収容空間１１Ｒに収容される。

[0119] コネクタＣＮＴ３（図１７参照）に接続されたＣＡＮ通信を行う通信用端子と、コネクタＣＮＴ１（図１７参照）に接続されたトルクセンサ１９４（図２参照）のデータを入出力する入出力端子とは、電源配線モジュール９０を介さず、直接第２回路基板２０へ接続される。

[0120] 図17に示すように、コネクタCNTは、機能別に、コネクタCNT1と、コネクタCNT2と、コネクタCNT3とに分割されている。コネクタCNT1、コネクタCNT2、コネクタCNT3は、それぞれ、リングなどの封止部材CNO1、CNO2、CNO3を介して、蓋体40に取り付けられる。コネクタCNT1、コネクタCNT2、コネクタCNT3には、それぞれ、軸方向Axに貫通する貫通孔CNTHが開けられている。蓋体40には、雌ねじ部44Hが開けられている。ボルトなどの固定部材B5は、貫通孔CNTHを通り、雌ねじ部44Hとそれぞれ締結される。その結果、コネクタCNT1、コネクタCNT2、コネクタCNT3は、それぞれ、蓋体40に固定される。コネクタCNT1、コネクタCNT2、コネクタCNT3の端子は、それぞれ、蓋体40に軸方向Axに開けられた貫通孔41H、42H、43Hを通り、蓋体40の反対側に到達する。

[0121] 電源配線モジュール90と、第2回路基板20との間には、ヒートシンク29が挟まれる。ヒートシンク29は、放熱性の高いアルミニウム、銅などの金属で構成されており、第2回路基板20、チョークコイル91及びコンデンサ92の熱を放熱することができる。

[0122] 図18は、実施形態に係る第2ハウジングに蓋体を組み付ける治具を示す説明図である。図7、図9、図18を参照して、電子制御装置の製造方法を説明する。

[0123] (準備工程)

準備工程では、上述した第1回路基板60、第2回路基板20、第2ハウジング11及び蓋体40を準備する。

[0124] (第1工程)

図9に示すように、準備工程の後、第1工程では、固定部材B2で、第2ハウジング11に第1回路基板60を固定する。基板間コネクタのレセプタクル61は、第1貫通孔119に挿入され、第1貫通孔119の内部にレセプタクル61が配置される。

[0125] (第2工程)

図18に示す治具Jを準備し、第1工程で、第1回路基板60が固定された第2ハウジングを治具Jに取り付ける。治具Jには、2つのピンJPが突出しており、各ピンJPは、図7に示す貫通孔131H、132Hにそれぞれ挿入されている。ここで、2つのピンJPは、フランジ131、132から突出する長さを有している。貫通孔131H、132Hの直径は、ピンJPの直径とほぼ等しい。このため、治具Jに対して、ピンJPにより第2ハウジング11が位置決めされる。

[0126] (第3工程)

図15、図16に示すように、準備工程の後、第3工程では、蓋体40に第2回路基板20を固定する。図19Aは、実施形態に係る電源配線モジュールの反負荷側を示す平面図である。図19Bは、実施形態に係る電源配線モジュールの負荷側を示す平面図である。図19Cは、実施形態の電源配線モジュールの斜視図である。

[0127] 具体的には、図12に示す蓋体40に電源配線モジュール90が組み付けられる。図19A、図19B及び図19Bに示すように、電源配線モジュール90には、支持凸部422を覆う円柱体94が一体成形されている。円柱体94の中心には、貫通孔が空いており、円柱体94の内部には中空空間94Hがある。円柱体94は、電源配線モジュール90の第1面90Aから突出しており、第2面90Bからは突出していない。

[0128] 図12、図19A、図19B及び図19Bに示すように、電源配線モジュール90は、第1面90Aから突出する第2位置決め凸部95PUと、第2面90Bから突出する第1位置決め凸部95PDとを有している。

[0129] 図12に示すように、3つの円柱体94の内部の中空空間94H（図19B）に支持凸部422を挿入する。次に2つの第1位置決め凸部95PD（図19B、図19C）が2つの位置決め穴421Hに挿入され、蓋体40に対する電源配線モジュール90の位置が定まる。これにより、電源配線モジュール90が電源入力端子PWCH1などに接触しにくくなる。図15に示すように、ボルトなどの固定部材B6が円柱体94を貫通し、支持凸部42

2の頂部に設けられた雌ねじ部に締結される。

[0130] 図12、図19Aに示すように、電源配線モジュール90は、第1面90Aから突出する第1電源端子93及び第2電源端子96を備える。電源配線モジュール90において、第1電源端子93及び第2電源端子96の基部97の樹脂が、基部97の周囲よりも肉厚である。これにより、第1電源端子93及び第2電源端子96が軸方向に対して、傾きにくくなる。

[0131] 図19Aに示すように、リードフレーム配線の電力入力部PW i n 1、電力入力部PW i n 2に隣接する空間には、樹脂に電力入力用の貫通孔I N Hが開けられている。蓋体40に電源配線モジュール90が取り付けられると、貫通孔I N Hに、電源入力端子PW C H 1、電源入力端子PW C H 2が差し込まれる。電力入力部PW i n 1と電源入力端子PW C H 1とをハンダや溶接で電氣的に接続し、電力入力部PW i n 2と電源入力端子PW C H 1とをハンダや溶接で電氣的に接続する。これにより、絶縁性を確保し、かつ軸方向A xの厚みを抑制しつつ、コネクタC N T 2と電源配線モジュール90とが電氣的に接続できる。

[0132] 次に、蓋体40にヒートシンク29を固定する。図12に示すように、ヒートシンク29は、取付部298と、取付部298の軸方向A xに開けられた貫通孔298 Hと、位置決め部299と、位置決め部299の軸方向A xに開けられた貫通穴299 Hとを有する。

[0133] 電源配線モジュール90の2つの第2位置決め凸部95 P Uがヒートシンク29の2つの貫通穴299 Hに挿入されると、電源配線モジュール90に対するヒートシンク29の位置が定まる。取付部298は、支持凸部424に当接し、貫通孔298 Hと、支持凸部424の雌ねじ部424 Hとが一直線上に並ぶ。図16に示すボルトなどの固定部材B 8が、支持凸部424の雌ねじ部424 H（図12参照）に締結されると、蓋体40と、ヒートシンク29とが固定される。貫通孔29 Hの内側には、電源入力端子PW C H 1、電源入力端子PW C H 2、電力入力部PW i n 1、PW i n 2が配置され、ヒートシンク29と、電源配線との短絡が抑制される。

[0134] 次に、第2回路基板20が電源配線モジュール90に取り付けられる。第2電源端子96が貫通孔PWCHに挿入され、電氣的に接続される。また、コネクタCNT1の入出力端子は、第2回路基板20の貫通孔CNTIN1に挿入され、電氣的に接続される。同様に、コネクタCNT3の入出力端子は、第2回路基板20の貫通孔CNTIN1に挿入され、電氣的に接続される。

[0135] 第2回路基板20は、支持凸部423に当接し、支持される。図15及び図16に示すように、ボルトなどの固定部材B7が第2回路基板20を貫通し、支持凸部423の頂部に設けられた雌ねじ部に締結される。

[0136] (第4工程)

図18に示すように、第2工程と第3工程の後に、蓋体40の貫通孔401H、402Hにフランジ131、132から突出するピンJPを貫通させる。第2ハウジング11に蓋体40を近づけていくと、第1貫通孔119から露出するレセプタクル61に、基板間コネクタのプラグ62が接近し、レセプタクル61に、基板間コネクタのプラグ62が接続する。同様に、第2貫通孔118から露出する第1回路基板60の貫通孔PWPH(図11参照)に第1電源端子93が挿入される。ピンJPが第2ハウジング11及び蓋体40の位置を規制しているので、第2ハウジング11の貫通孔131H、132H、蓋体40の貫通孔401H、402Hが位置決めの基準となる。このため、作業者は、第2ハウジング11と蓋体40との組み立てを容易にする。

[0137] 第1電源端子93は、第2電源端子96よりも長い。これにより、電源配線モジュール90から軸方向Axに位置が異なる第1回路基板60及び第2回路基板20の両方に電力が供給される。

[0138] (第5工程)

図18に示すように、ネジなどの固定部材BT1は、貫通孔411H、412H、413Hを通り、雌ねじ部141H、142H、143Hに締結することにより、第1ハウジング930と、第2ハウジング11とを固定する

。基板間コネクタは、レセプタクル61に対するプラグ62の位置の変位を許容するが、レセプタクル61に対するプラグ62の位置のばらつきを抑制して組み付けられる。底部115に設けられた凹部117には、第2回路基板20に実装された、図15及び図16に示すコンデンサ等の電子部品69が挿入される。

[0139] 図20は、実施形態の電源配線モジュールの等価回路を示す回路図である。図19A及び図20に示すように、異なる電力入力部PW i n 1、電力入力部PW i n 2から、それぞれ独立した第1電源回路90Rと第2電源回路90Lとで電力を受け入れる。チョークコイル91及びコンデンサ92の回路も、第1電源回路90Rと第2電源回路90Lのそれぞれで別にある。そして、ノイズ除去された電極は、電源配線モジュール90内で、第1回路基板60へ電力を供給する第1電源端子93と、第2回路基板20へ電力を供給する第2電源端子96とに分岐する。

[0140] 第1電源回路90Rの第1電源端子93が、第1パワー回路25A（図6参照）に接続される。第2電源回路90Lの第1電源端子93が、第2パワー回路25B（図6参照）に接続される。

[0141] 第1電源回路90Rの第2電源端子96が、一方の制御演算部241（図6参照）に接続される。第2電源回路90Lの第1電源端子93が、他方の制御演算部241（図6参照）に接続される。

[0142] このように、実施形態の電動駆動装置1は、2系統の電力を独立して受け入れ、第1コイルグループg r 1と、第2コイルグループG r 2の2系統に分けて駆動するので、機能継続性が高くなる。

[0143] 図21は、図14のXX I—XX Iの矢視部分断面を示す断面図である。図22は、図14のXX I I—XX I Iの矢視部分断面を示す断面図である。図23は、図14のXX I I I—XX I I Iの矢視部分断面を示す断面図である。電動駆動装置では、車両101の足回りに配置されることを想定して、外部から塵や水分がハウジング内に侵入しないように、防塵性及び防水性を高める必要がある。そこで、図21から図23に示すように、第1ハウ

ジング930の内周面と、第2ハウジング11の外周面とは、封止部材OR1（第1封止部材）を介して封止されている。封止部材OR1は、ゴムやエラストマーで形成された、いわゆるリングである。第2ハウジング11の反負荷側端部と、蓋体40の負荷側端部とは、封止部材OR2（第2封止部材）を介して封止されている。これにより、電動駆動装置の密閉性が高まる。密閉性が高まると、第1回路基板60の電子部品及び第2回路基板20の電子部品の熱が外部へ放出されにくくなり、電動駆動装置内の温度上昇を抑制する必要がある。

[0144] ヒートシンクである支持体70は、軸方向にみて第1封止部材OR1の内側に入る外形を有している。これにより、支持体70は、第1ハウジング930の内側に收容可能になる。ヒートシンク29は、軸方向にみて第2封止部材OR2の内側に入る外形を有している。これにより、ヒートシンク29は、第2ハウジング11の内側に收容可能になる。その結果、電動駆動装置内の温度上昇を抑制しつつ、電動駆動装置が小型化される。

[0145] ここで、支持体70及びヒートシンク29には、第1ハウジング930の内側又は第2ハウジング11の内側に收容されるため、体積の上限がある。そこで、第2ハウジング11（ヒートシンク）の体積は、支持体70（ヒートシンク）の体積よりも大きくし、第2ハウジング11（ヒートシンク）の熱容量を大きくしている。支持体70は、第2ハウジング11（ヒートシンク）と金属製の固定部材B2（第1固定部材）で固定されている。第1回路基板60及び第2回路基板20においては、電子部品が両面実装可能である。図21に示すように、第1回路基板60の一方の面に実装された電子部品の熱は、支持体70及び固定部材B2を介する第1伝熱経路HTP1で第2ハウジング11（ヒートシンク）に伝熱される。その結果、支持体70は、熱飽和しにくくなる。また、第1回路基板60の他方の面に実装された電子部品の熱は、第2伝熱経路HTP2で第2ハウジング11（ヒートシンク）に伝熱される。

[0146] 図22に示すように、電源配線モジュール90のノイズ除去用のチョーク

コイル 9 1 及びコンデンサ 9 2 の熱は、ヒートシンク 2 9 へ伝わる第 3 伝熱経路 H T P 3 と、蓋体 4 0 へ伝わる第 4 伝熱経路 H T P 4 へ放熱される。第 2 回路基板 2 0 の一方の電子部品の熱がヒートシンク 2 9 へ伝わる第 3 伝熱経路 H T P 3 へ伝熱され（図 2 2 参照）、第 2 回路基板 2 0 の他方の電子部品の熱が第 2 ハウジング 1 1 へ伝わる第 5 伝熱経路 H T P 5 へ伝熱される（図 2 3 参照）。

[0147] また、蓋体 4 0 の体積は、ヒートシンク 2 9 の体積よりも大きくし、蓋体 4 0 の熱容量を大きくしている。図 2 3 に示すように、ヒートシンク 2 9 の熱は、金属製の固定部材 B 8（第 2 固定部材）を介する第 3 伝熱経路 H T P 3 で蓋体 4 0 に伝熱される。その結果、ヒートシンク 2 9 は、熱飽和しにくくなる。

[0148] 以上説明したように、実施形態に係る電動駆動装置 1 は、モータ 3 0 と、モータ 3 0 を駆動制御するために、シャフト 3 1 の反負荷側に設けられた E C U 1 0 と、を備える。モータ 3 0 は、シャフト 3 1 と、モータロータ 9 3 2 と、モータステータ 9 3 1 と、第 1 ハウジング 9 3 0 とを有する。シャフト 3 1 は、負荷側から反負荷側へ軸方向 A x に延びている。モータロータ 9 3 2 の回転は、シャフト 3 1 の回転と連動する。モータステータ 9 3 1 は、第 1 モータコイル 3 7 及び第 2 モータコイル 3 8 と、第 1 モータコイル 3 7 及び第 2 モータコイル 3 8 のそれぞれに給電するための第 1 モータコイル配線 3 2 1 及び第 2 モータコイル配線 3 2 2 を有し、モータロータ 9 3 2 を回転させる。第 1 ハウジング 9 3 0 は、モータロータ 9 3 2、及びモータステータ 9 3 1 を内側に収容する。シャフト 3 1 の反負荷側には、モータ 3 0 を駆動制御するために、設けられた磁石 3 2 がある。

[0149] E C U 1 0 は、第 1 回路基板 6 0 と、第 2 ハウジング 1 1 と、第 2 ヒートシンクとなる支持体 7 0 と、ターミナルブロック 8 0 とを含む。第 1 回路基板 6 0 には、第 1 モータコイル 3 7 又は第 2 モータコイル 3 8 を励磁する電流を出力する電界効果トランジスタ T R と、シャフト 3 1 の軸方向 A x の延長線上に配置された回転角度センサ 3 1 a とが実装されている。第 2 ハウジ

ング 11 は、第 1 回路基板 60 の反負荷側に設けられている。支持体 70 は、第 1 回路基板 60 の負荷側に設けられ、第 2 ハウジング 11 との間で第 1 回路基板 60 を挟む。ターミナルブロック 80 は、第 2 ヒートシンクである支持体 70 の第 1 側面 74 の当接面 73 に固定され、第 1 モータコイル配線 321 又は第 2 モータコイル配線 322 と、第 1 回路基板 60 とを電氣的に接続する。

[0150] これにより、第 1 回路基板 60 は、第 2 ハウジング 11 と第 2 ヒートシンクである支持体 70 とで軸方向 A x に挟まれる。このため、モータ 30 のシャフト 31 に平行な軸方向 A x の大きさが抑制され、電動駆動装置 1 が小さくなる。ターミナルブロック 80 は、支持体 70 の第 1 側面 74 の当接面 73 に固定され、支持されている。このため、ターミナルブロック 80 がネジなどの固定部材 BM で押圧されても、押圧に伴う応力が、支持体 70 にかかり、第 1 回路基板 60 へかかる応力が低減する。その結果、第 1 回路基板 60 の寿命が延び、電動駆動装置 1 の信頼性が向上する。

[0151] 第 1 ハウジング 930 には工具挿入孔 36H がある。そして、モータ 30 は、工具挿入孔 36H を塞ぎ、第 1 ハウジング 930 に着脱可能な側面カバー 36 を備える。これにより、モータ 30 と ECU 10 との電氣的な接続又は切断は、側面カバー 36 の着脱により、容易に可能となる。

[0152] 第 1 回路基板 60 は、第 2 ハウジング 11 側の第 2 面 60B に電界効果トランジスタ TR が実装され、支持体 70 側の第 1 面 60A に電解コンデンサであるコンデンサ 253、256 が実装されている。これにより、第 1 回路基板 60 の両面が有効活用され、第 1 回路基板 60 の径方向も小型にできる。

[0153] 支持体 70 は、コンデンサ 253 を覆う第 1 天板 71 を有し、コンデンサ 253 とは重なり合わない位置の天板に開けられた軸方向の貫通孔 76 には、磁石 32 が挿入される。これにより、コンデンサ 253 の冷却が第 1 天板 71 への熱伝導で促進される。そして、コンデンサ 253 の軸方向 A x の大きさに生じる支持体 70 の第 1 側面 74 をターミナルブロック 80 との当接

面 7 3 として利用することができる。また、コンデンサ 2 5 3 とは重なり合わない位置も、磁石 3 2 が挿入されることで、磁石 3 2 の径方向外側の空間もコンデンサ 2 5 3 の配置領域として利用することができる。その結果、電動駆動装置 1 の軸方向 A x の大きさが小さくなる。

[0154] 第 1 天板 7 1 及び第 2 天板 7 9 との間には段差がある。これにより、支持体 7 0 は、各コンデンサ 2 5 3、2 5 6 の大きさに応じた最小限の容積のヒートシンクとなり、電動駆動装置 1 の軽量化に寄与する。

[0155] それぞれ電界効果トランジスタ T R を有する第 1 パワー回路 2 5 A、第 2 パワー回路 2 5 B を制御する制御回路 2 4 を有する第 2 回路基板 2 0 を有し、第 2 回路基板 2 0 は、第 2 ハウジング 1 1 の反負荷側に配置され、第 2 ハウジング 1 1 に開けられた軸方向 A x の第 1 貫通孔 1 1 9 に挿入された基板間コネクタにより、第 1 回路基板 6 0 と第 2 回路基板 2 0 とは電氣的に接続されている。これにより、第 2 ハウジング 1 1 の軸方向の両面を放熱面として利用することができる。

[0156] 第 2 回路基板 2 0 は、第 2 ハウジング 1 1 に設けられた凹部 1 1 R に収容される。これにより、電動駆動装置 1 の軸方向 A x の大きさが小さくなる。

[0157] モータステータ 9 3 1 は、第 1 コイルグループ G r 1 に接続される第 1 モータコイル配線 3 2 1 と、第 2 コイルグループ G r 2 に接続される第 2 モータコイル配線 3 2 2 とを備える。ターミナルブロック 8 0 は、2 つあり、一方のターミナルブロック 8 0 と、他方のターミナルブロック 8 0 とは、支持体 7 0 を挟む位置に配置される。ここで、一方のターミナルブロック 8 0 は、第 1 モータコイル配線 3 2 1 と第 1 回路基板 6 0 とを電氣的に接続し、他方のターミナルブロック 8 0 は、第 2 モータコイル配線 3 2 2 と第 1 回路基板 6 0 とを電氣的に接続する。これにより、コイル配線が冗長化されても、支持体 7 0 の複数の側面を利用することにより、モータ 3 0 の径方向の大きさは抑制される。

[0158] 第 2 ハウジング 1 1 と支持体 7 0 とは、ネジなどの固定部材 B 2 で連結されている。これにより、ターミナルブロック 8 0 がネジなどの固定部材 B M

で押圧されても、押圧に伴う応力が、支持体 70、固定部材 B2、第2ハウジング 11へ伝達される。その結果、第1回路基板 60へかかる応力がさらに低減する。

[0159] ECU10は、第1回路基板 60と、第2回路基板 20と、第2回路基板 20を收容し、軸方向 Axに貫通する第1貫通孔 119を有する第2ハウジング 11と、第2ハウジング 11を覆う蓋体 40と、基板間コネクタを含む。第1回路基板 60は、モータコイルを励磁する電流を出力する電界効果トランジスタである複数のスイッチング素子 252と、シャフト 31の軸方向 Axの延長線上に配置された回転角度センサ 23aとが実装されている。第1回路基板は、シャフト 31の反負荷側に配置されている。第2回路基板 20は、複数のスイッチング素子 252に供給する電流を制御する制御回路 24を有する。基板間コネクタは、第2ハウジング 11の反負荷側に配置されている第2回路基板 20と、第2ハウジング 11の負荷側に配置されている第1回路基板 60とを接続し、第1貫通孔 119に配置される。

[0160] これにより、基板間コネクタが制御信号の伝送を確保しつつ、第2のヒートシンクが第1回路基板及び第2回路基板の放熱性を高める。

[0161] 第2ハウジング 11は、第2回路基板 20を收容し、かつ第1回路基板 60と第2回路基板 20とに挟まれ、第1回路基板 60の電子部品及び第2回路基板 20の電子部品の熱を受熱するヒートシンクとなる。支持体 70は、第1回路基板 60の反負荷側に設けられ、第1回路基板 60の電子部品の熱を受熱するヒートシンクとなっている。ヒートシンク 29は、第2回路基板 20の負荷側に設けられ、第2回路基板 20の電子部品の熱を受熱する。蓋体 40は、第2ハウジング 11の反負荷側を覆い、蓋体 40と第2ハウジング 11とは、第2回路基板 20、ヒートシンク 29及び電源配線モジュール 90を取り囲む。

[0162] これにより、軸方向に、ヒートシンクである支持体 70、第1回路基板 60、ヒートシンクである第2ハウジング 11、第2回路基板 20、ヒートシンク 29、電源配線モジュール 90、蓋体 40が順に配置されている。その

結果、ハウジング内の容積を抑制しつつ、ハウジング内の密閉性を高め、ハウジング内の温度上昇を抑制することができる。

[0163] ECU10は、第1回路基板60と、第2回路基板20と、第2回路基板20を収容する第2ハウジング11と、第2ハウジング11を覆う金属製の蓋体40と、蓋体40を貫通する電源入力端子PWCH1及び電源入力端子PWCH2を有するコネクタCNT2と、電源配線モジュール90と、ヒートシンク29と、を含む。第1回路基板60は、モータコイルを励磁する電流を出力する電界効果トランジスタである複数のスイッチング素子252と、シャフト31の軸方向Axの延長線上に配置された回転角度センサ23aとが実装されている。第1回路基板は、シャフト31の反負荷側に配置されている。第2回路基板20は、複数のスイッチング素子252に供給する電流を制御する制御回路24を有する。電源配線モジュール90は、ノイズ除去用のチョークコイル91及びコンデンサ92と、一端が前記電源入力端子PWInに接続され、第1回路基板60及び第2回路基板に電力を供給するリードフレーム配線と、前記第1回路基板へ接続する第1電源端子と、前記第2回路基板へ接続する第2電源端子とが樹脂でモールドされている。ヒートシンク29は、電源配線モジュール90と第2回路基板20とに挟まれ、蓋体40との間に、電源配線モジュール90を挟む。

[0164] これにより、電源配線モジュール90内の電源配線があるので、第1回路基板60にある電源配線の面積が抑制される。その結果、第1回路基板60の面積が抑制され、ECU10は、径方向の大きさが小さくなる。また、電源配線モジュール90が第2ハウジング11及びヒートシンク29に挟まれるので、チョークコイル91の放熱性を高めることができる。その結果、第2ハウジング11内の温度上昇が抑制される。

[0165] また、電動パワーステアリング装置100は、上述の電動駆動装置1を備え、電動駆動装置1が補助操舵トルクを生じさせる。これにより、モータ30のシャフト31に平行な軸方向Axの大きさが抑制され、電動パワーステアリング装置100の配置の自由度が向上する。ECU10の信頼性が向上

するので、電動パワーステアリング装置１００の信頼性も向上する。

符号の説明

[0166] １ 電動駆動装置

１０ ＥＣＵ

１１ 第２ハウジング（ヒートシンク）

１１Ｒ 収容空間

１２ 封止部材

２０ 第２回路基板

２３ 検出回路

２３ａ 回転角度センサ

２４ 制御回路

２５Ａ 第１パワー回路

２５Ｂ 第２パワー回路

２９ 第３ヒートシンク

３０ モータ

３０Ｇ 歯車

３１ シャフト

３２ 磁石

３２Ａ 磁石フォルダ

３６ 側面カバー

３６Ｈ 工具挿入孔

３７ 第１モータコイル

３８ 第２モータコイル

４０ 蓋体

６０ 第１回路基板

６１ レセプタクル

６２ プラグ

７０ 支持体（ヒートシンク）

- 9 0 電源配線モジュール
- 9 1 チョークコイル
- 9 2 コンデンサ
- 9 3 第1電源端子
- 9 3 0 第1ハウジング（モータハウジング）
- 1 0 0 電動パワーステアリング装置
- 1 0 1 車両
- 1 1 2 放熱面
- 1 1 3 凹部
- 1 1 4 凸部
- 1 1 4 H 雌ねじ部
- 1 1 8 第2貫通孔
- 1 1 9 第1貫通孔

請求の範囲

- [請求項1] モータと、前記モータの回転を制御する電子制御装置と、を備えた電動駆動装置であって、
- 前記モータは、
- 負荷側から反負荷側へ軸方向に延びるシャフトと、
- 前記シャフトと連動するモータロータと、
- モータコイルと、前記モータコイルに給電するためのモータコイル配線を有し、前記モータロータを回転させるモータステータと、
- 前記モータロータ、及び前記モータステータを内側に収容する第1ハウジングと、
- 前記シャフトの前記反負荷側に設けられた磁石と、を含み、
- 前記電子制御装置は、
- 前記モータコイルを励磁する電流を出力するトランジスタと、前記シャフトの前記軸方向の延長線上に配置された回転角度センサとが実装され、前記シャフトの前記反負荷側に配置された第1回路基板と、
- 前記第1回路基板の前記反負荷側に設けられた第1のヒートシンクと、
- 前記第1回路基板の前記負荷側に設けられ、前記第1のヒートシンクとの間で前記第1回路基板を挟む第2のヒートシンクと、
- 前記第2のヒートシンクの側面に固定され、前記モータコイル配線と前記第1回路基板とを電氣的に接続するターミナルブロックと、を含む、
- 電動駆動装置。
- [請求項2] 前記第1ハウジングには工具挿入孔があり、前記モータは、前記工具挿入孔を塞ぎ、前記第1ハウジングに着脱可能な側面カバーを備える、請求項1に記載の電動駆動装置。
- [請求項3] 前記第1回路基板は、前記第1のヒートシンク側に前記トランジスタが実装され、前記第2のヒートシンク側に電解コンデンサが実装さ

れている、請求項 2 に記載の電動駆動装置。

[請求項4] 前記第 2 のヒートシンクは、前記電解コンデンサを覆う天板を有し、前記電解コンデンサとは重なり合わない位置の前記天板に開けられた前記軸方向の貫通孔には、前記磁石が挿入される、請求項 3 に記載の電動駆動装置。

[請求項5] 前記天板は、複数の前記電解コンデンサの高さに応じて、段差がある、請求項 4 に記載の電動駆動装置。

[請求項6] 前記トランジスタを有するパワー回路を制御する制御回路を有する第 2 回路基板を有し、前記第 2 回路基板は、前記第 1 のヒートシンクの前記反負荷側に配置され、前記第 1 のヒートシンクに開けられた前記軸方向の貫通孔に挿入された基板間コネクタにより、前記第 1 回路基板と電氣的に接続されている、請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置。

[請求項7] 前記トランジスタに供給する電流を制御する制御回路を有する第 2 回路基板をさらに備え、

前記第 2 回路基板は、前記第 1 のヒートシンクに設けられた収容空間に収容される、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置。

[請求項8] 前記モータステータは、第 1 コイルグループに接続される第 1 モータコイル配線と、第 2 コイルグループに接続される第 2 モータコイル配線とを備え、

前記第 1 モータコイル配線と前記第 1 回路基板とを電氣的に接続する一方のターミナルブロックと、前記第 2 モータコイル配線と前記第 1 回路基板とを電氣的に接続する他方のターミナルブロックとは、前記第 2 のヒートシンクを挟む位置に配置される、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置。

[請求項9] 前記第 1 のヒートシンクと前記第 2 のヒートシンクとは、固定部材で連結されている、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電動駆動

装置。

[請求項10]

前記第1のヒートシンクを覆う金属製の蓋体と、
前記蓋体を貫通する電源入力端子を有するコネクタと、
ノイズ除去用のチョークコイル及びコンデンサと、一端が前記電源入力端子に接続され、前記第1回路基板及び前記第2回路基板に電力を供給するリードフレーム配線と、前記第1回路基板へ接続する第1電源端子と、前記第2回路基板へ接続する第2電源端子とが樹脂でモールドされた電源配線モジュールと、
前記蓋体との間に、前記電源配線モジュールを挟む第3のヒートシンクと、
をさらに備える、
請求項7に記載の電動駆動装置。

[請求項11]

前記電源配線モジュールは、複数の第1位置決め凸部が前記蓋体側に突出し、前記第1位置決め凸部が前記蓋体の位置決め穴に挿入されている、請求項10に記載の電動駆動装置。

[請求項12]

前記第3のヒートシンクは、第1凹部を有し、
前記蓋体は、第2凹部を有し、
前記チョークコイルの第1面は、前記電源配線モジュールの第1面から突出し、前記第1凹部に挿入され、
前記チョークコイルの第2面は、前記電源配線モジュールの第1面とは反対側の前記電源配線モジュールの第2面から突出し、前記第2凹部に挿入されている、請求項10又は11に記載の電動駆動装置。

[請求項13]

前記第1電源端子は、前記第2電源端子よりも長い、請求項10から12のいずれか1項に記載の電動駆動装置。

[請求項14]

前記電源配線モジュールにおいて、前記第1電源端子及び前記第2電源端子の基部の樹脂が、前記基部の周囲よりも肉厚である、請求項10から13のいずれか1項に記載の電動駆動装置。

[請求項15]

前記モータコイルは、第1コイル系統と、第2コイル系統を含み、

前記第 1 回路基板は、前記第 1 コイル系統に電流を供給する第 1 パワー回路と、前記第 2 コイル系統に電流を供給する第 2 パワー回路とを含み、

前記電源配線モジュールは、前記リードフレーム配線が第 1 電源回路と、第 2 電源回路とを含み、

前記第 1 電源回路の第 1 電源端子が、前記第 1 パワー回路に接続され、

前記第 2 電源回路の第 1 電源端子が、前記第 2 パワー回路に接続される、

請求項 10 から 14 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置。

[請求項16] 前記リードフレーム配線の電力入力部に隣接する空間には、前記樹脂に電力入力用の貫通孔が開けられており、

前記蓋体を貫通した前記コネクタの前記電源入力端子が前記電力入力用の貫通孔に挿入され、前記電力入力部と前記電源入力端子とが電氣的に接続されている、請求項 10 から 15 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置。

[請求項17] 前記第 3 のヒートシンクは、第 1 ベース面と、前記第 1 ベース面とは反対側の第 2 ベース面とを有し、

前記第 2 回路基板は、集積回路を有し、前記集積回路は、前記第 1 ベース面と対向し、

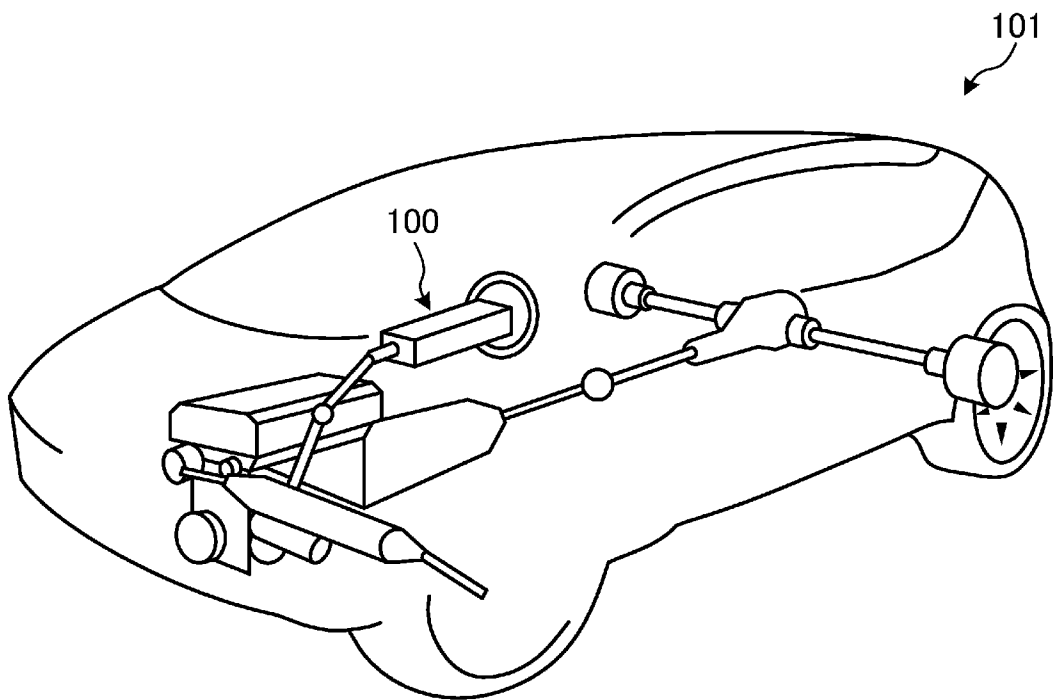
前記電源配線モジュールの前記ノイズ除去用のチョークコイル及び前記コンデンサは、前記第 2 ベース面と対向する、請求項 10 又は 11 に記載の電動駆動装置。

[請求項18] 前記第 3 のヒートシンクは、前記第 1 ベース面より前記第 2 回路基板側に突出する放熱面を有し、前記放熱面は、前記集積回路に前記軸方向で重なる位置にある、請求項 17 に記載の電動駆動装置。

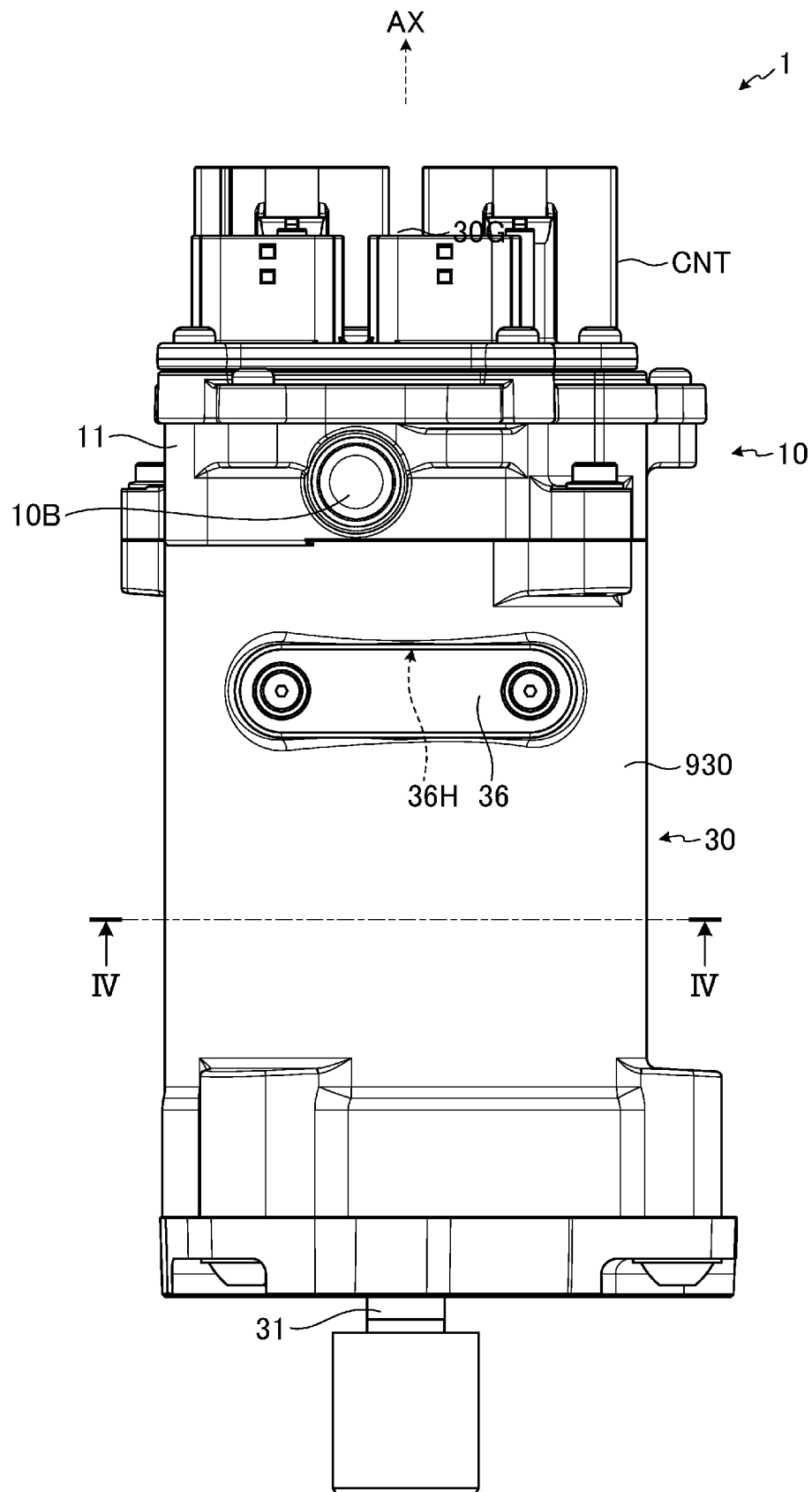
[請求項19] 請求項 1 から 18 のいずれか 1 項に記載の電動駆動装置を備え、前記電動駆動装置が補助操舵トルクを生じさせる電動パワーステア

リング装置。

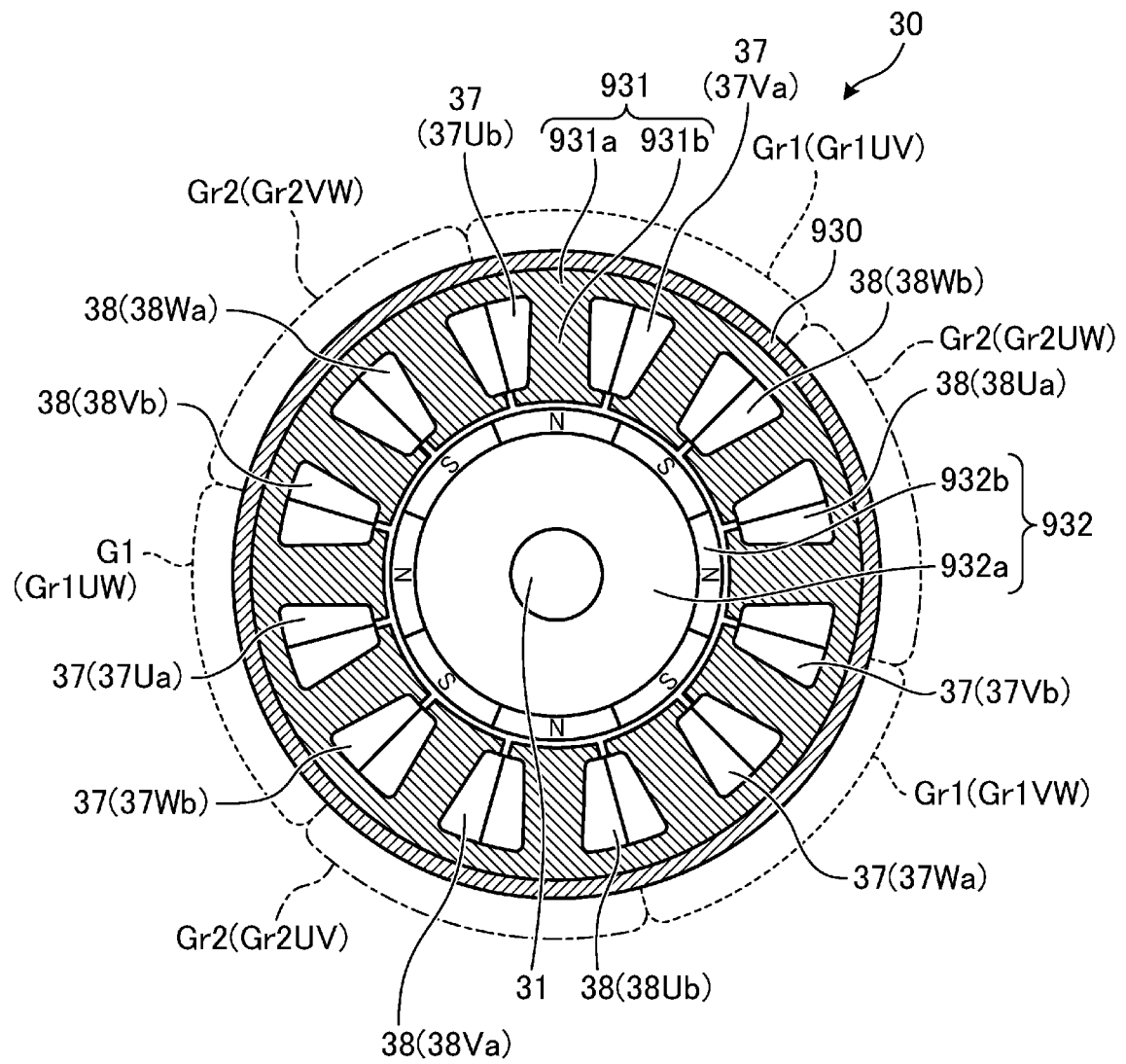
[図1]



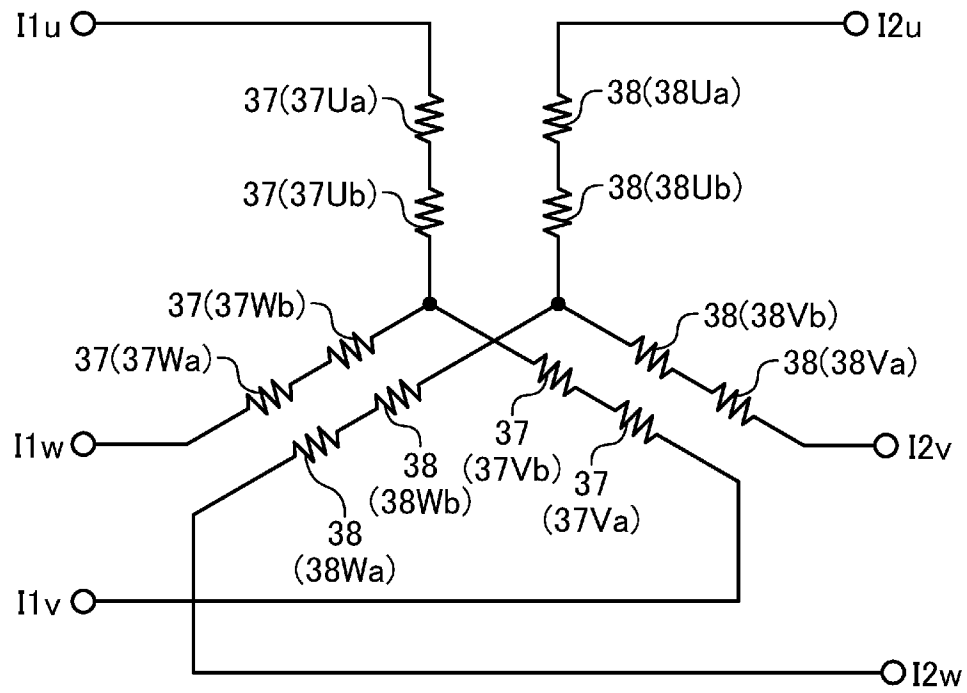
[図3]



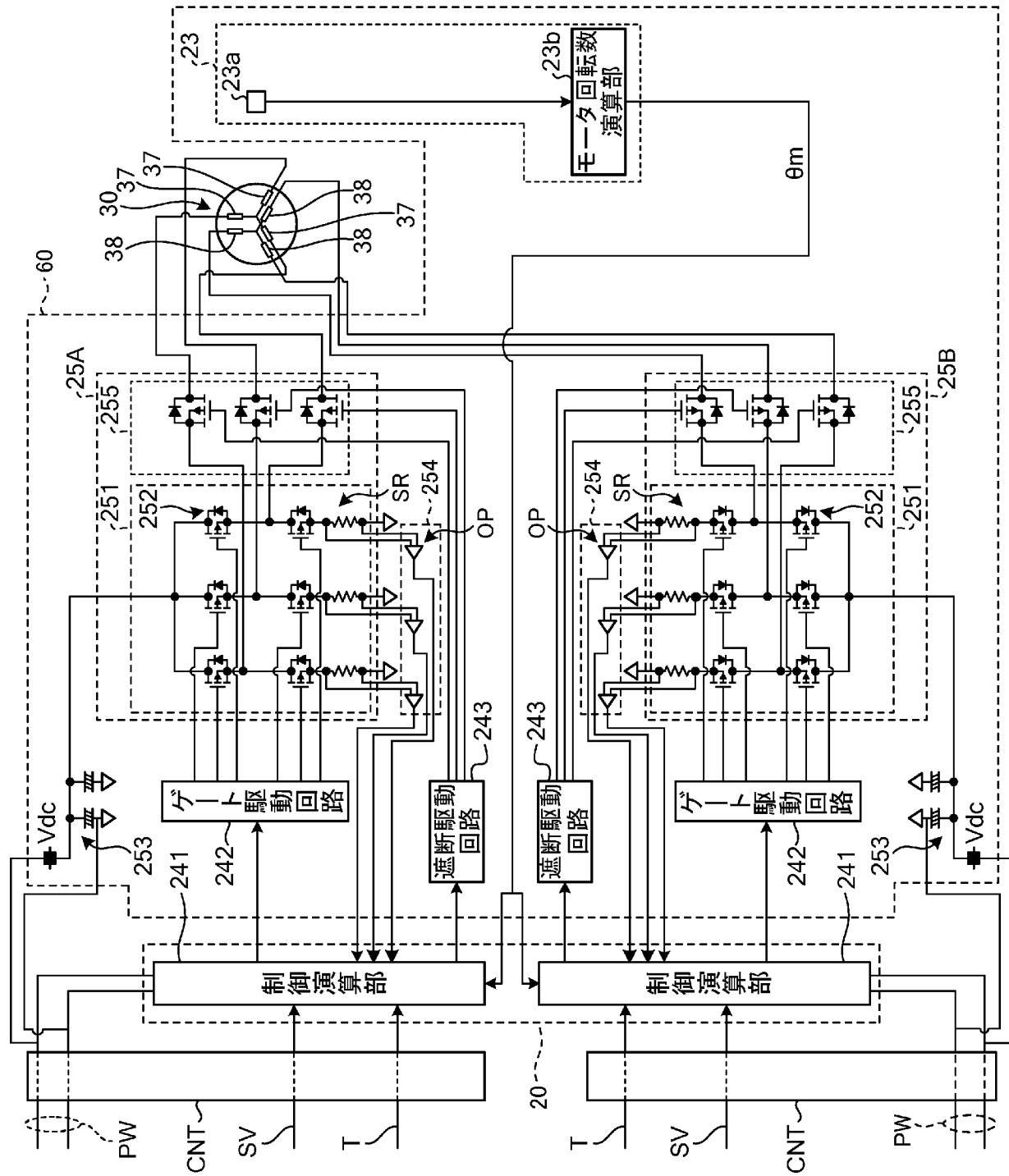
[図4]



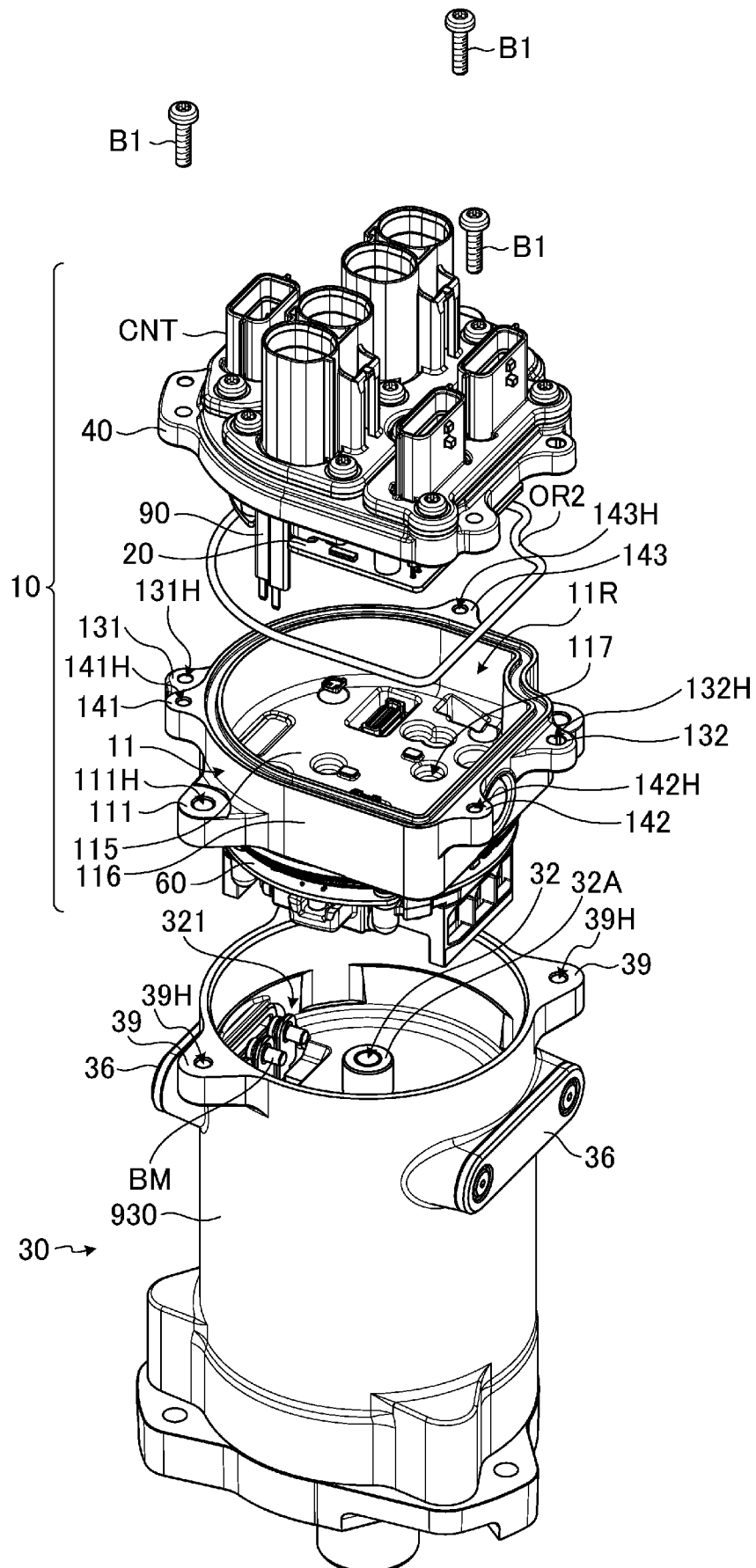
[図5]



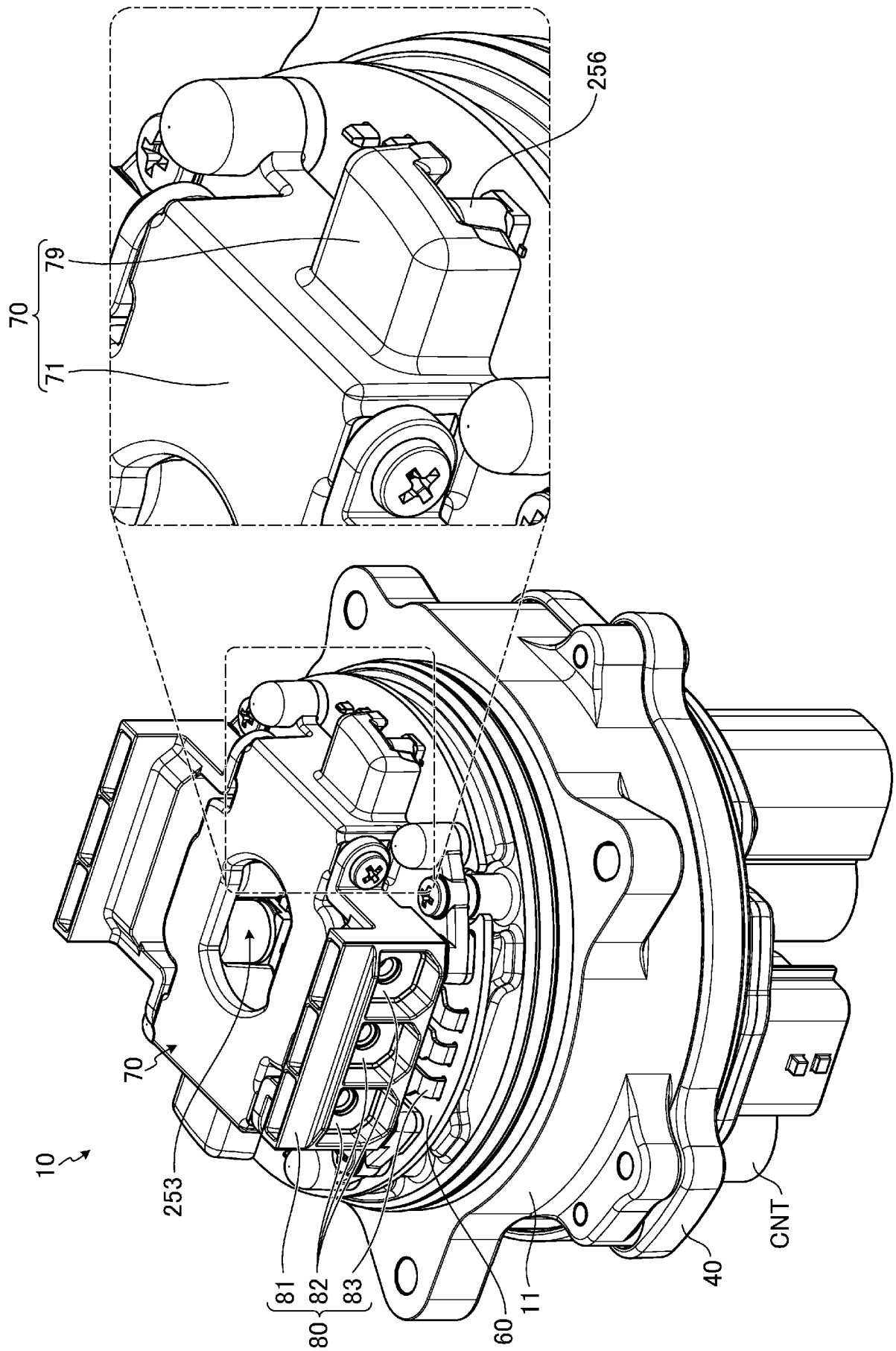
[図6]



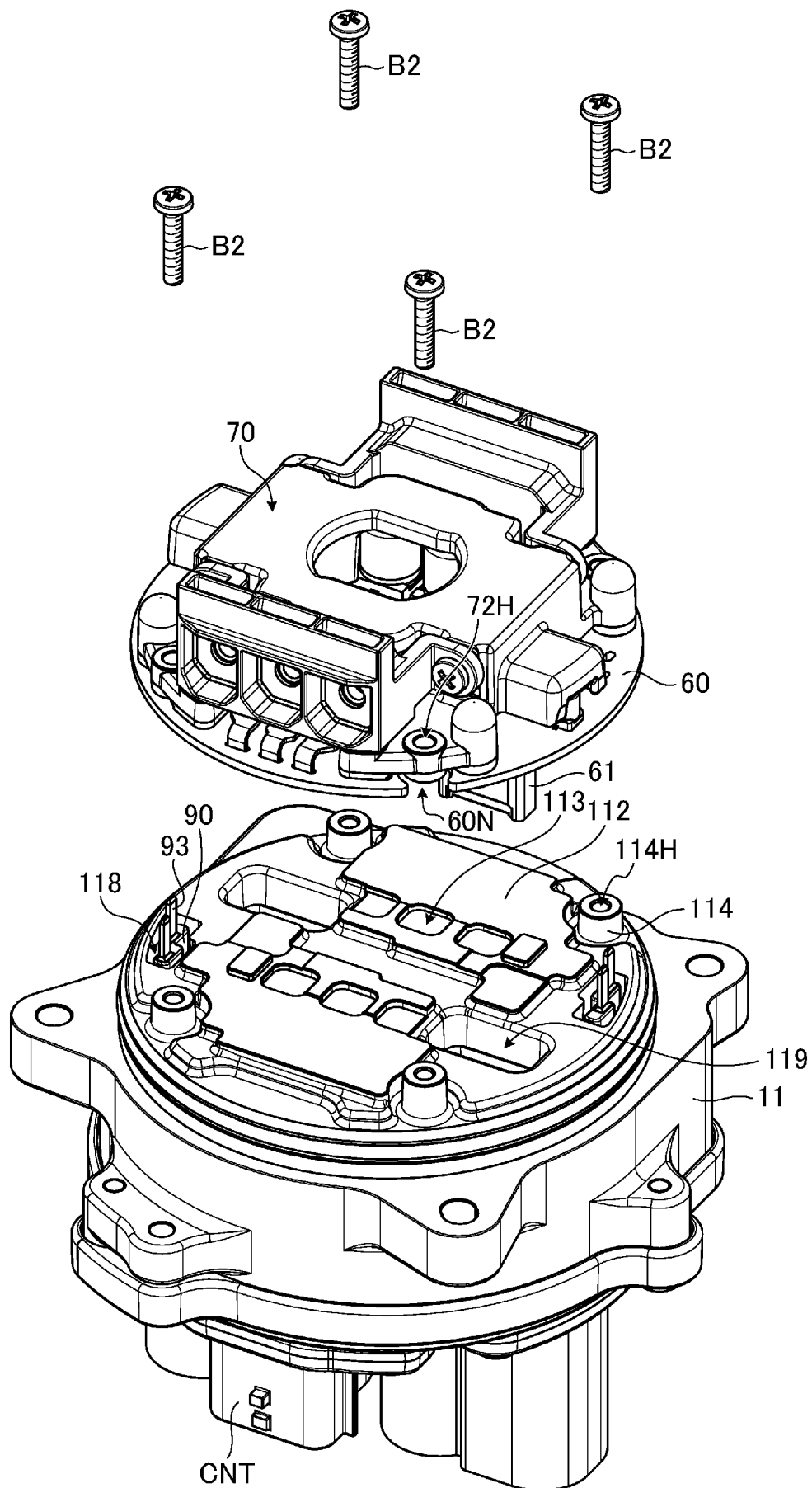
[図7]



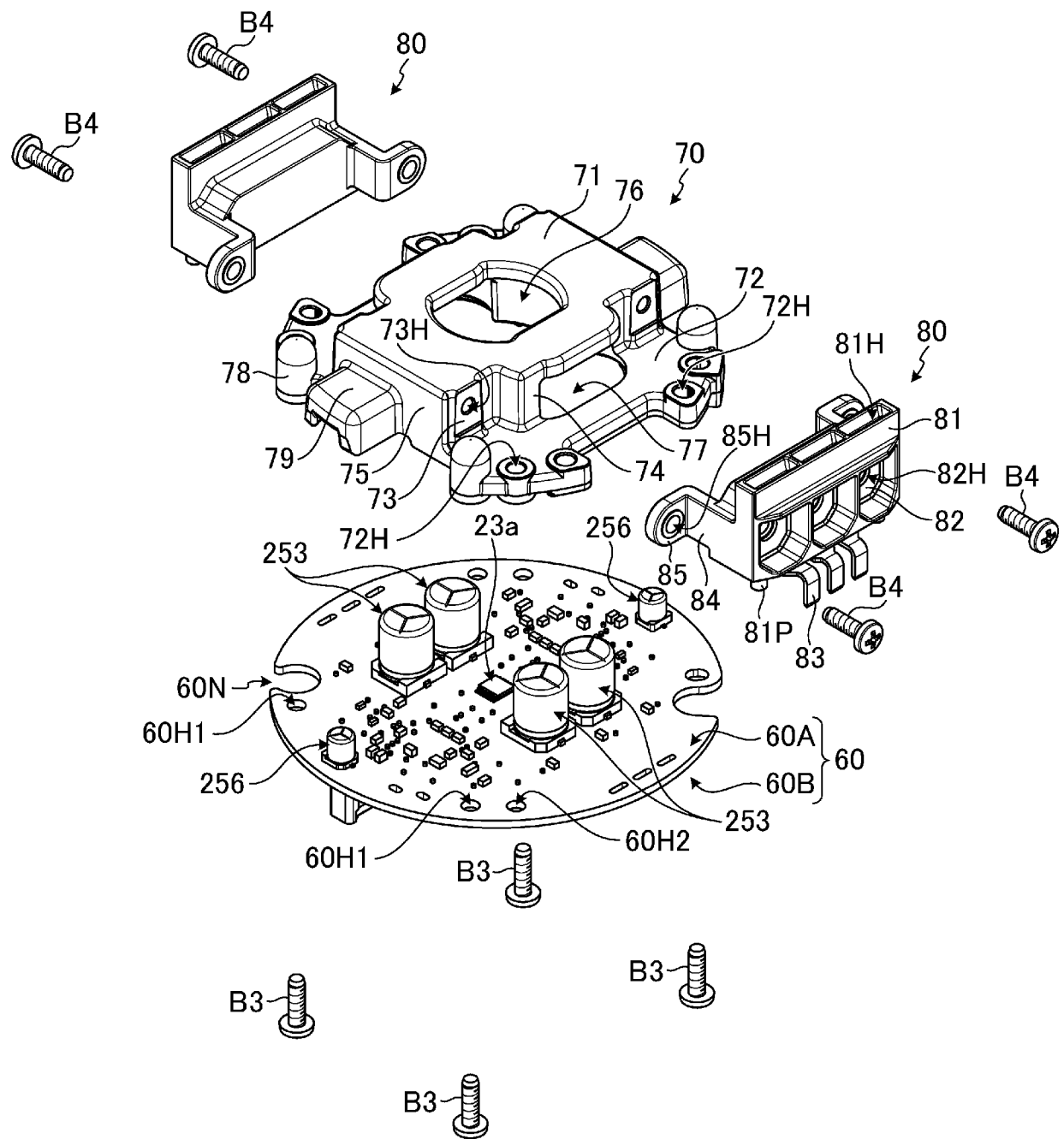
[図8]



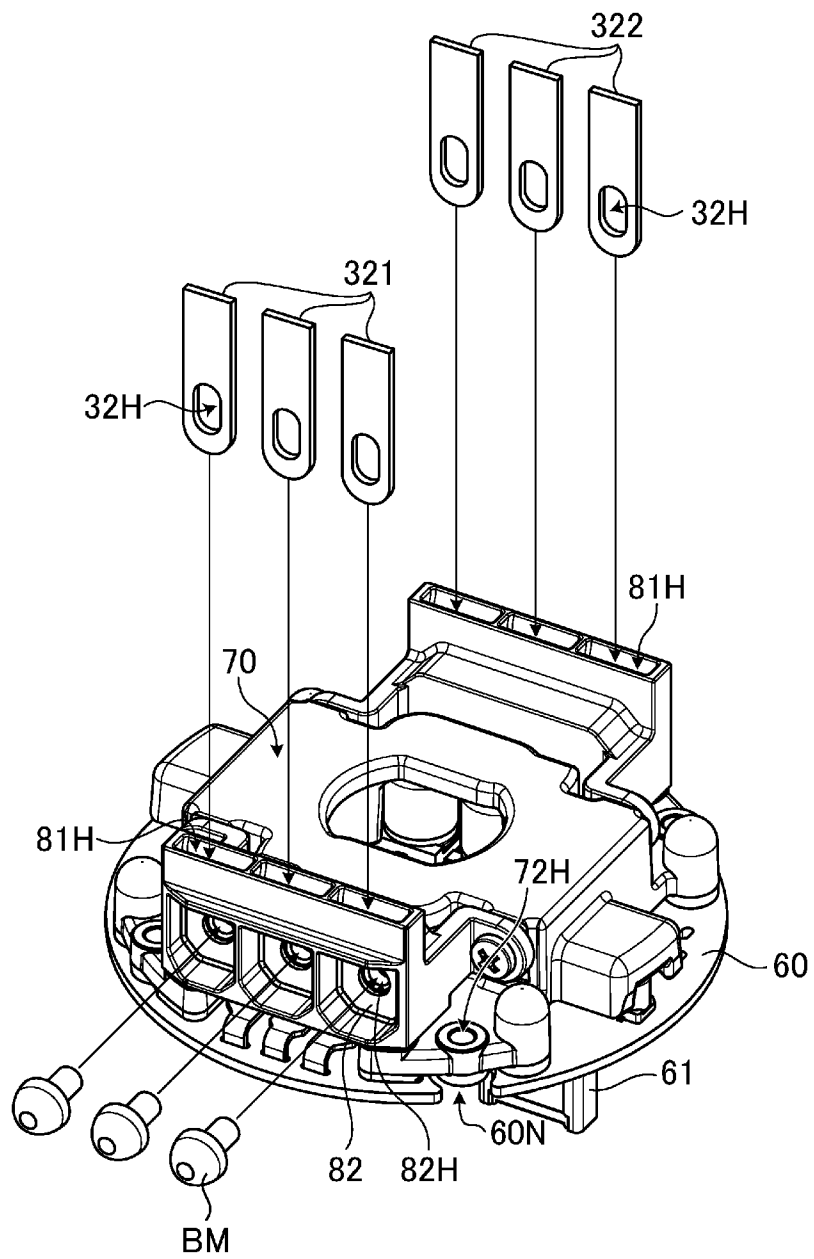
[図9]



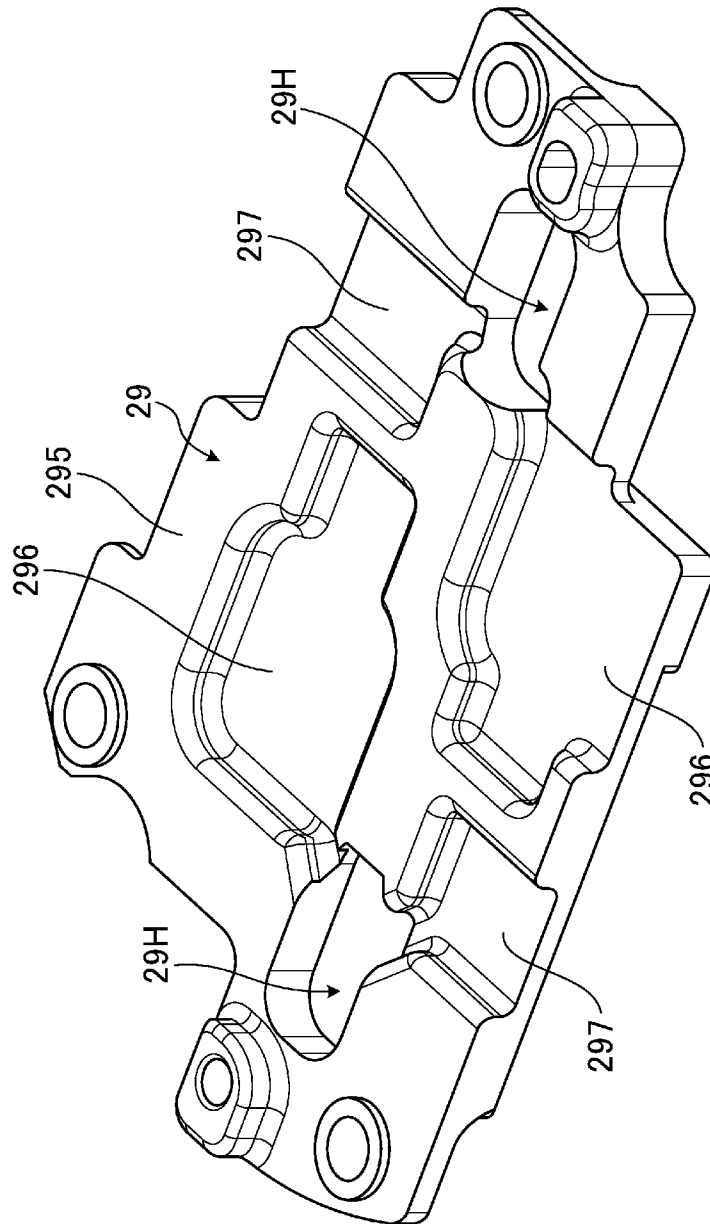
[図10A]



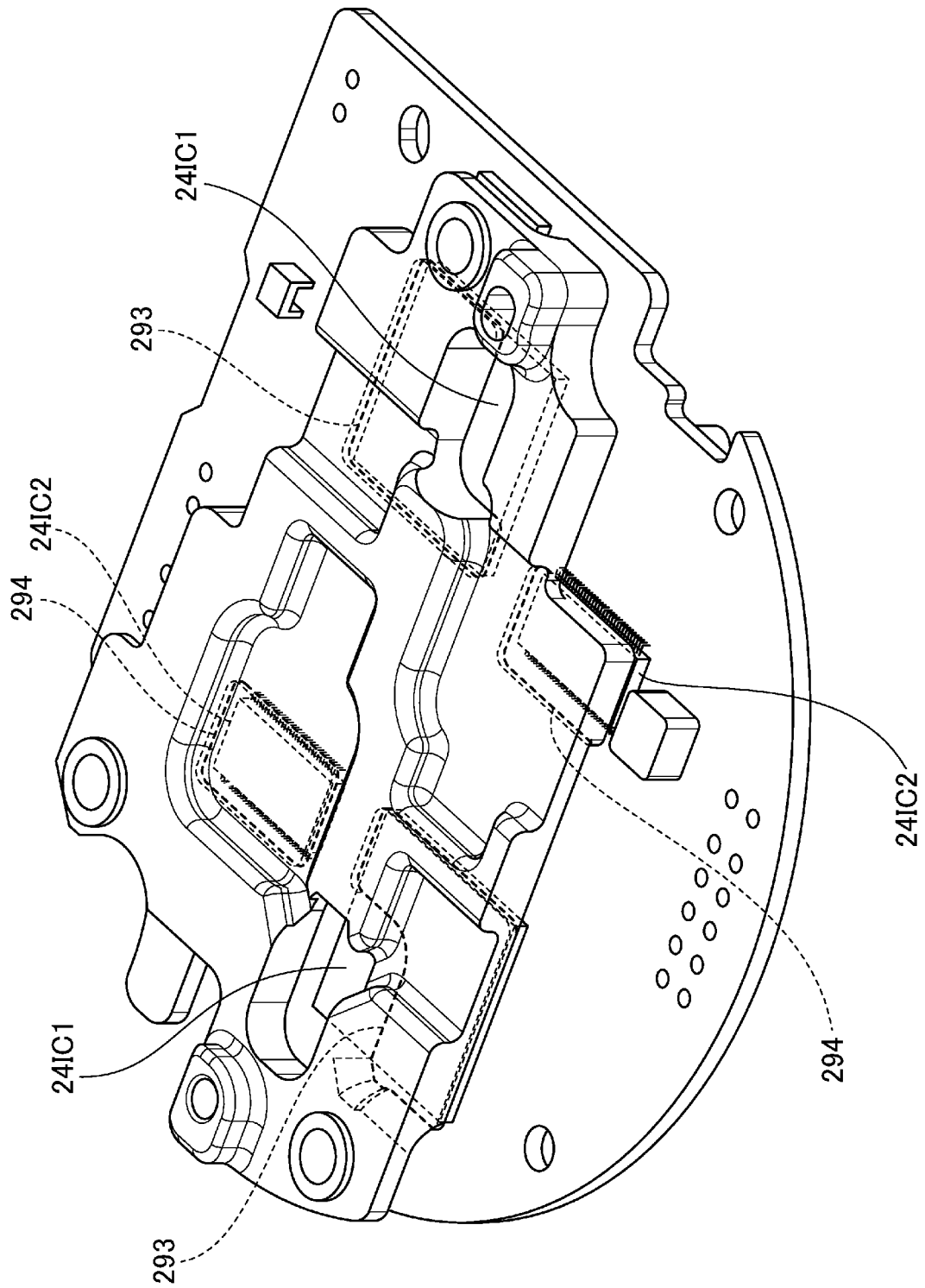
[図10B]



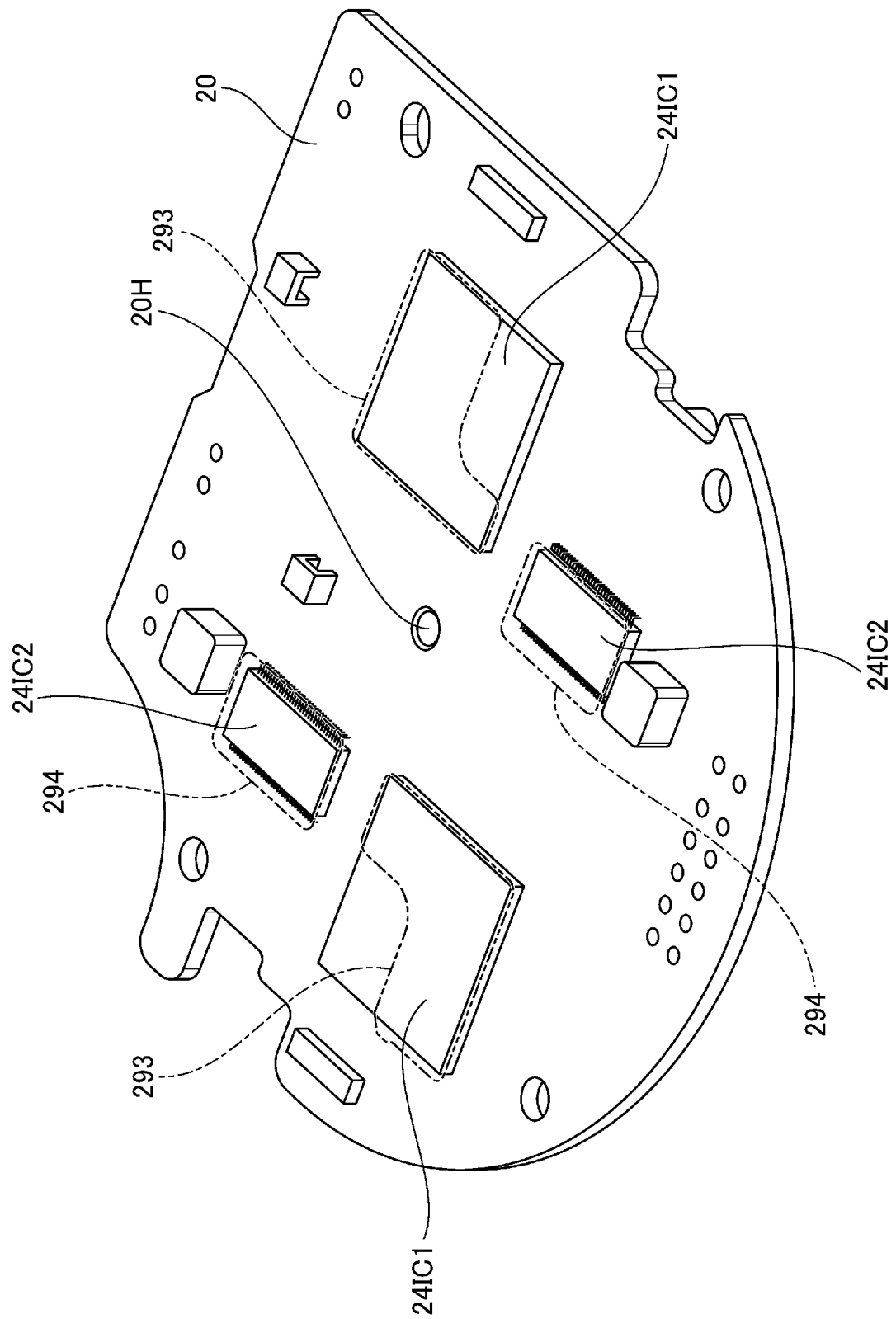
[図13A]



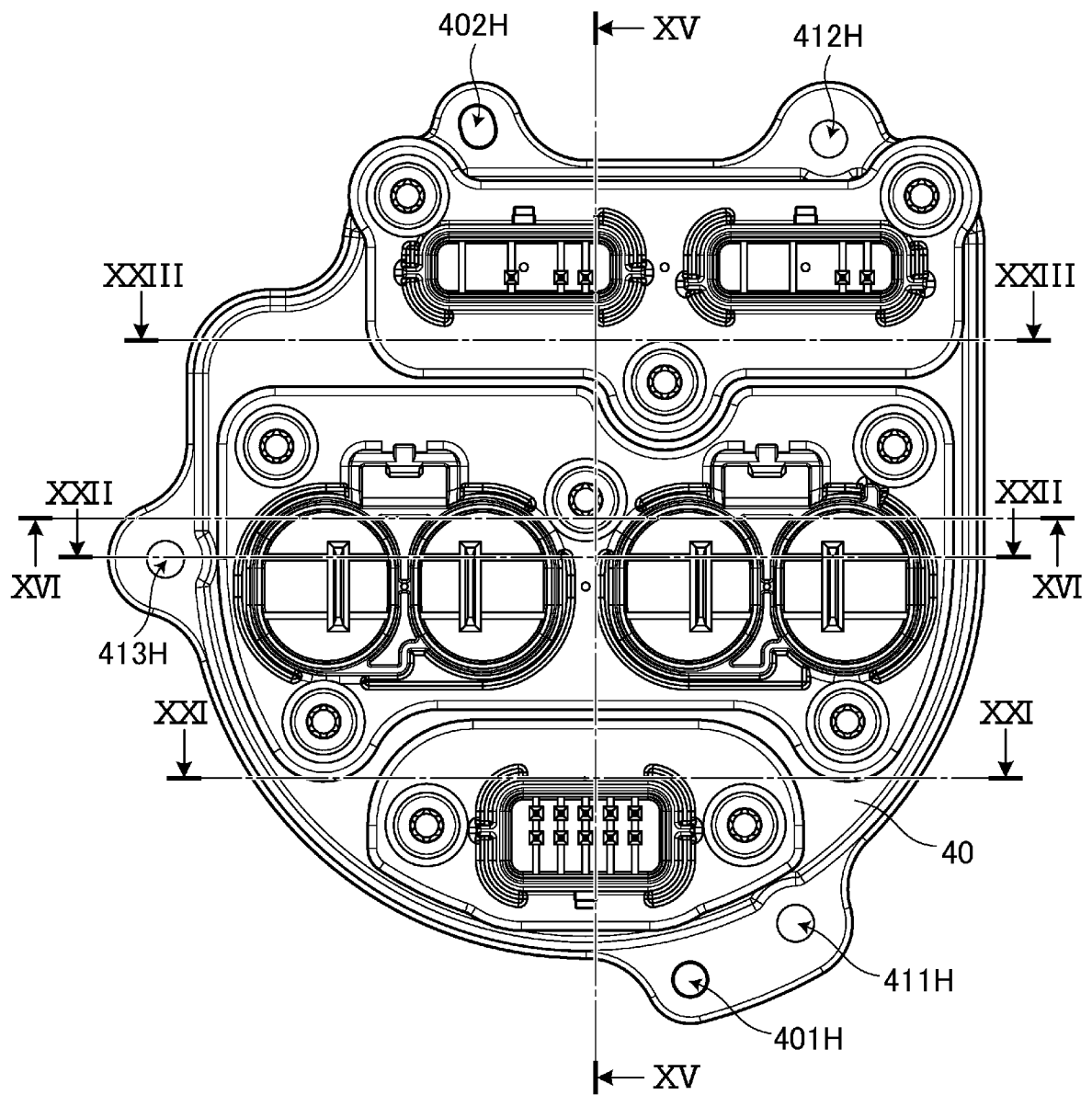
[図13B]



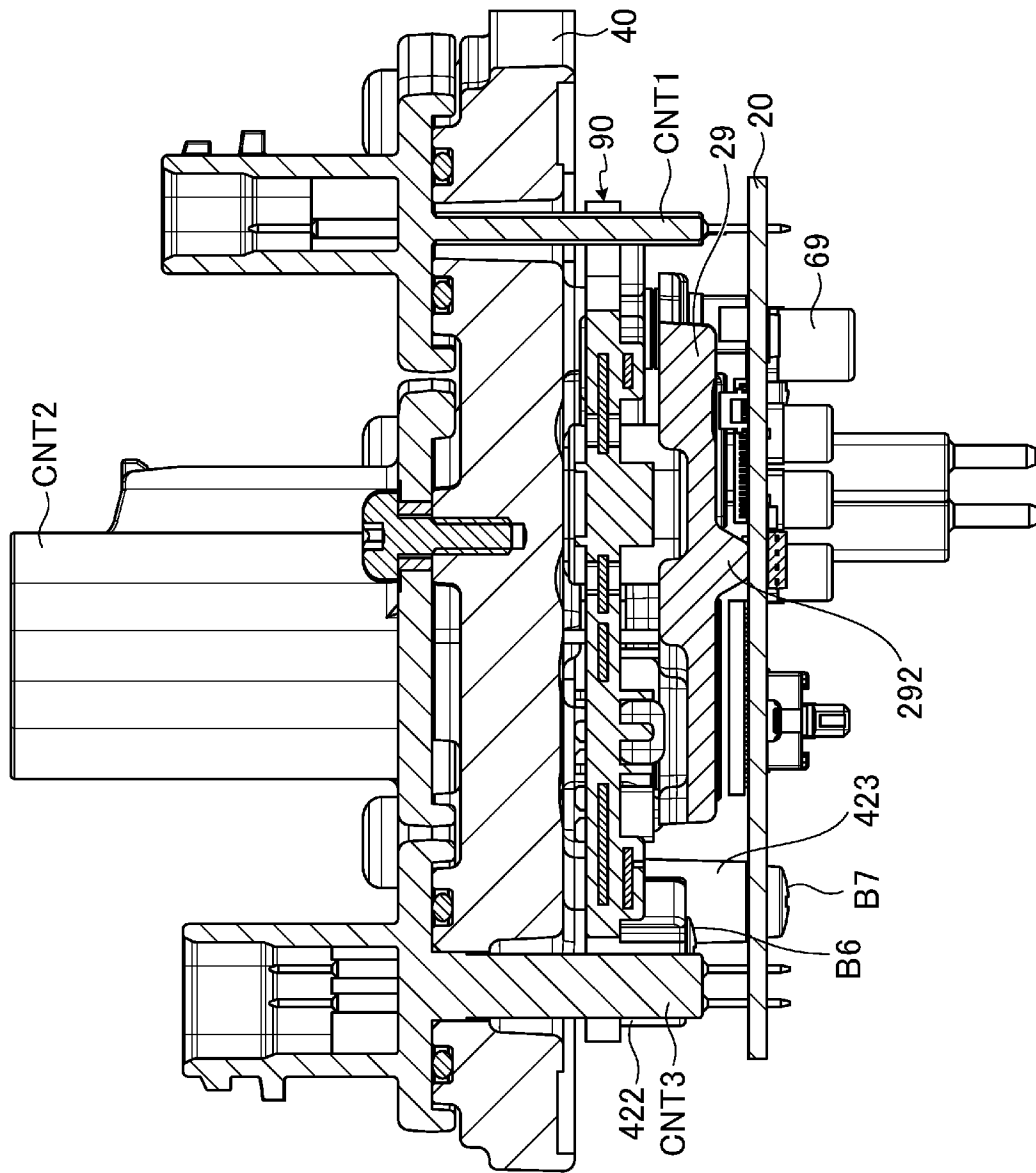
[図13C]



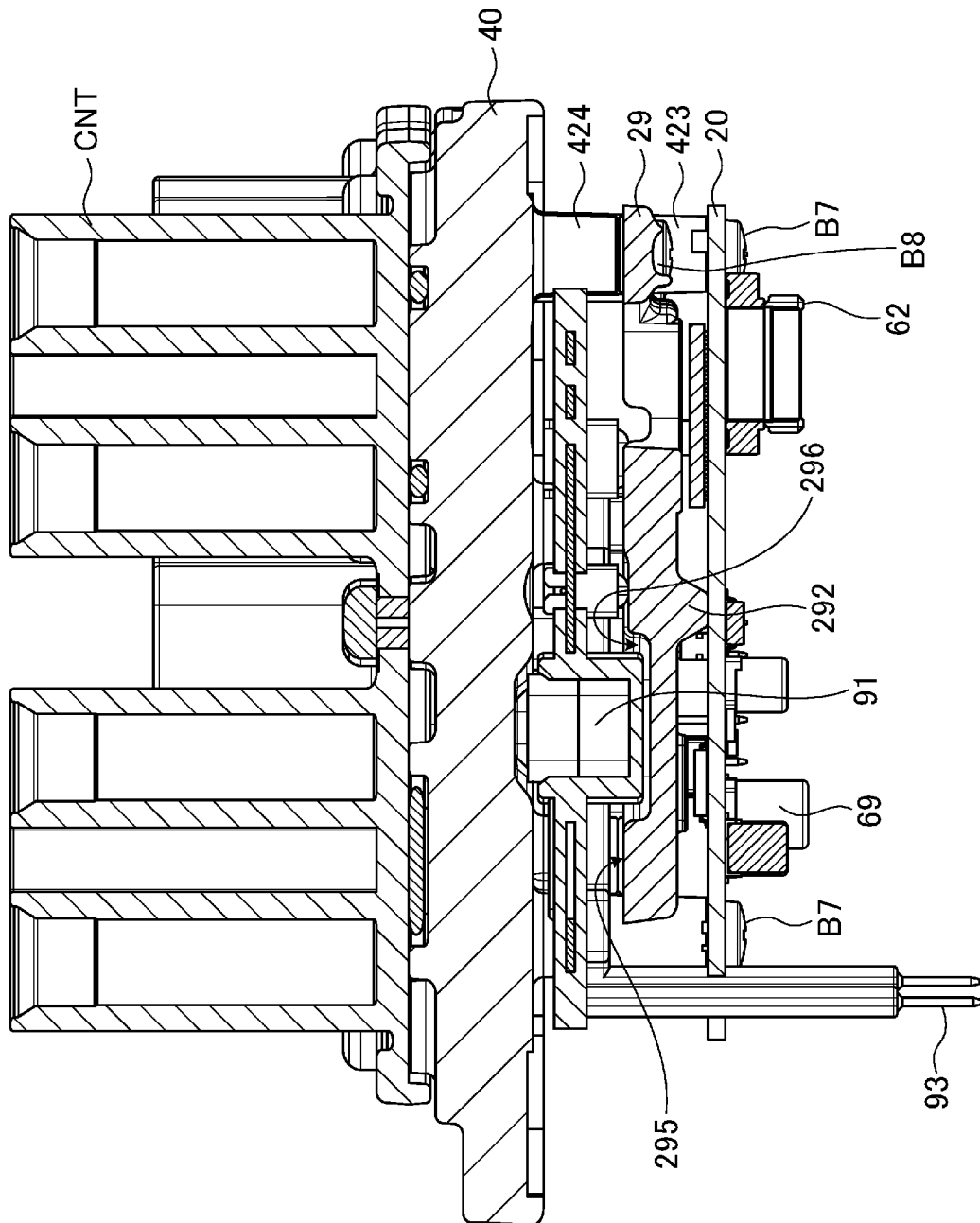
[図14]



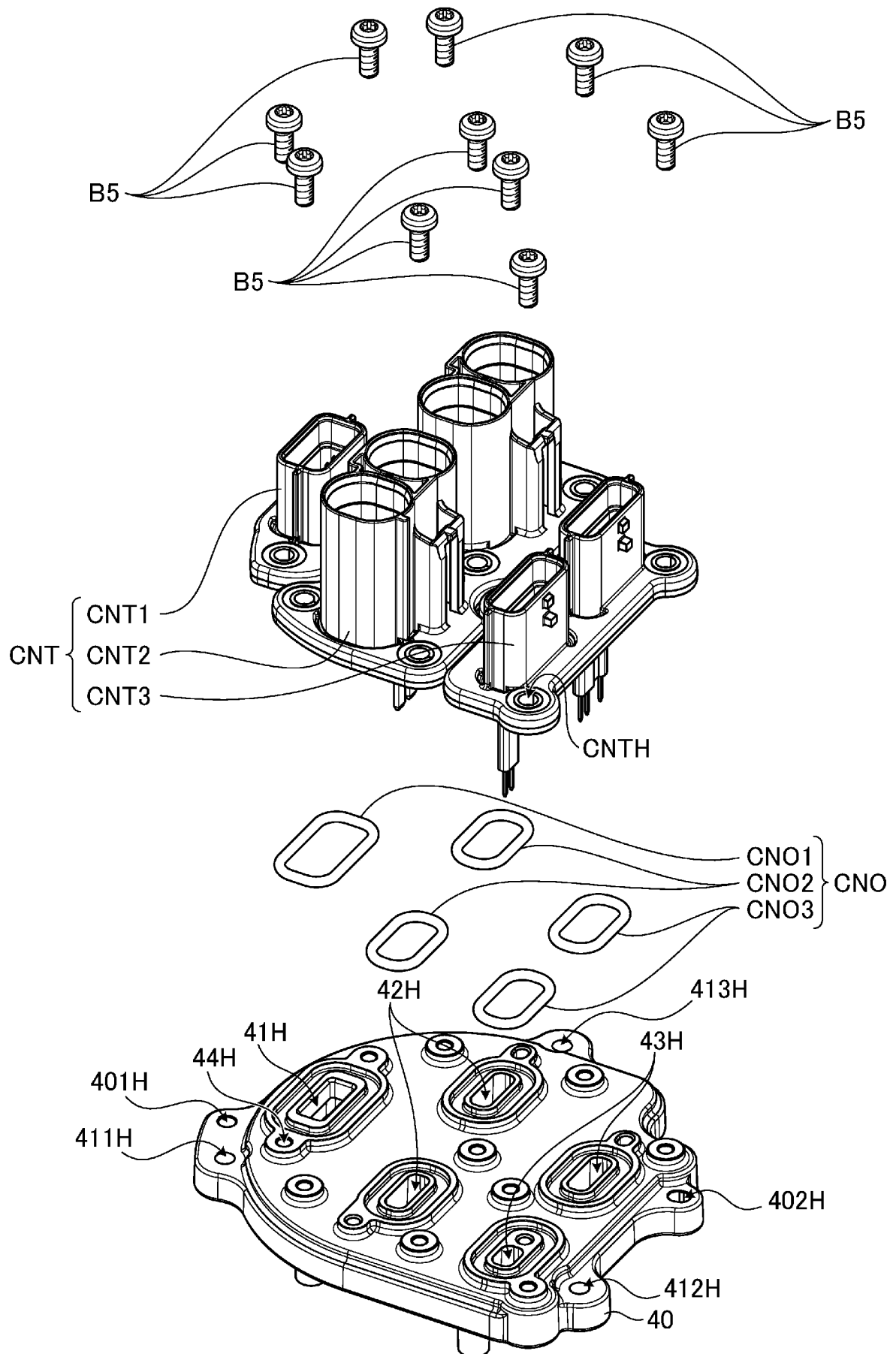
[図15]



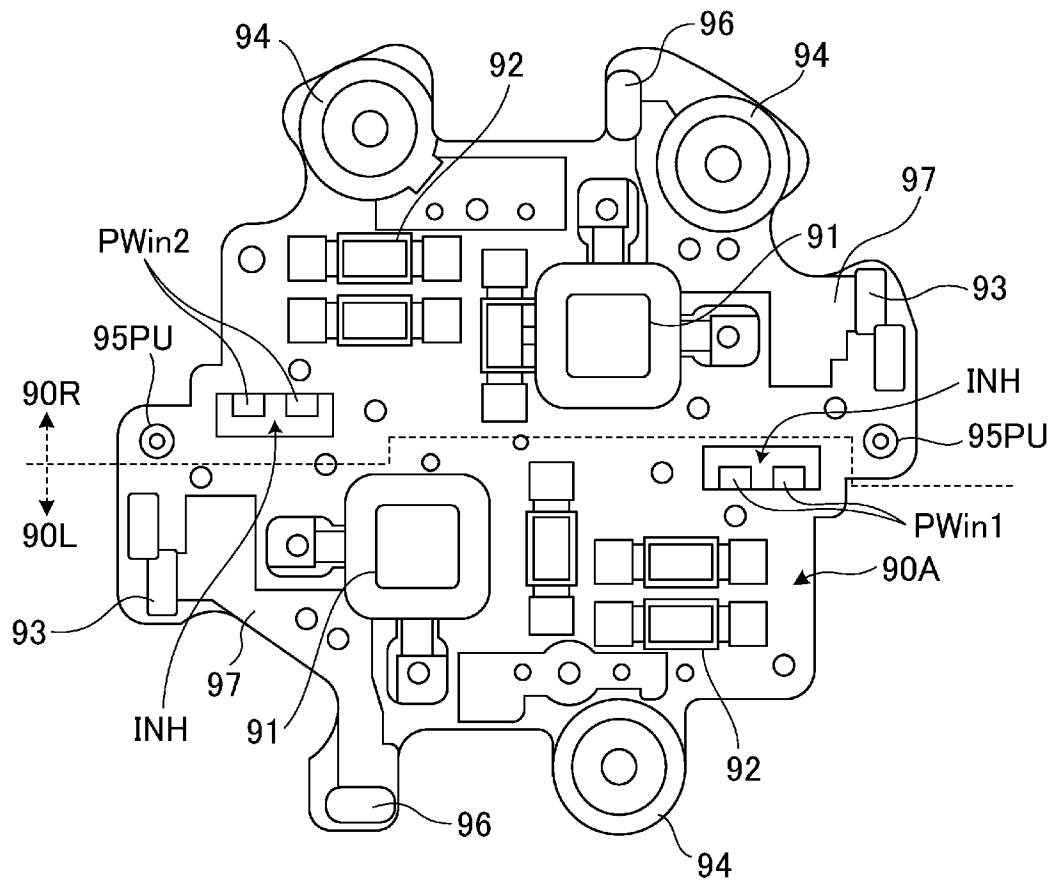
[図16]



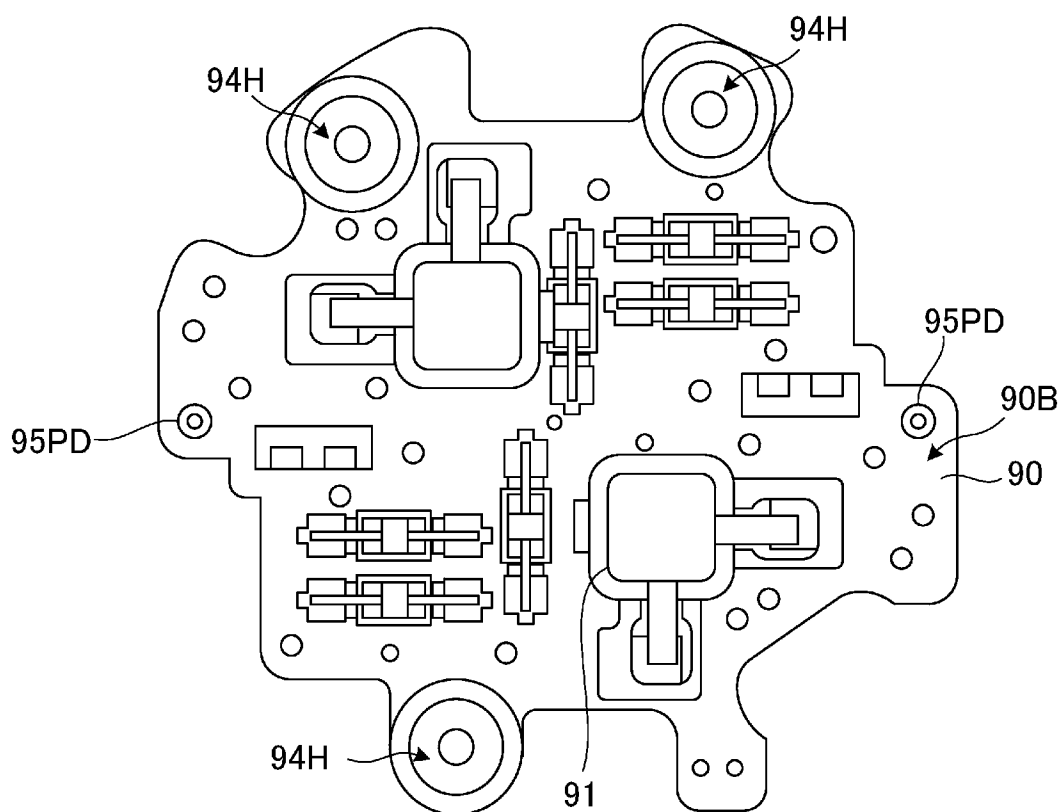
[図17]



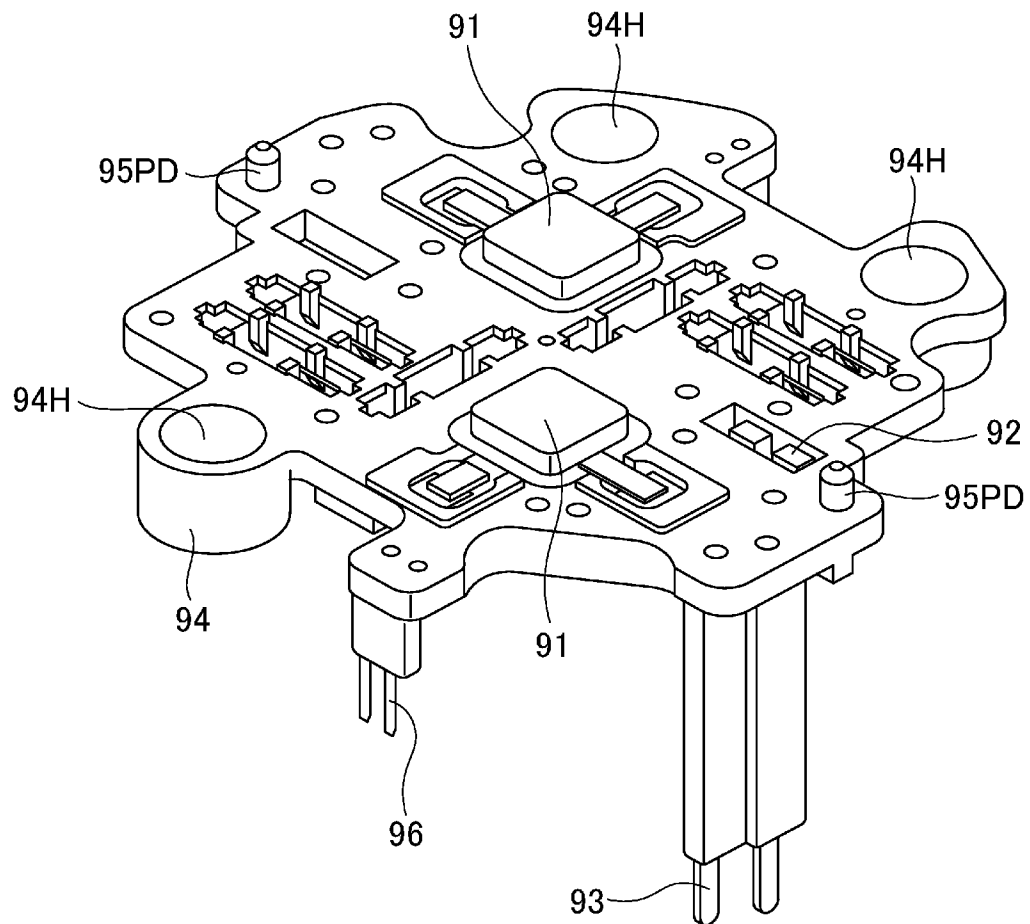
[図19A]



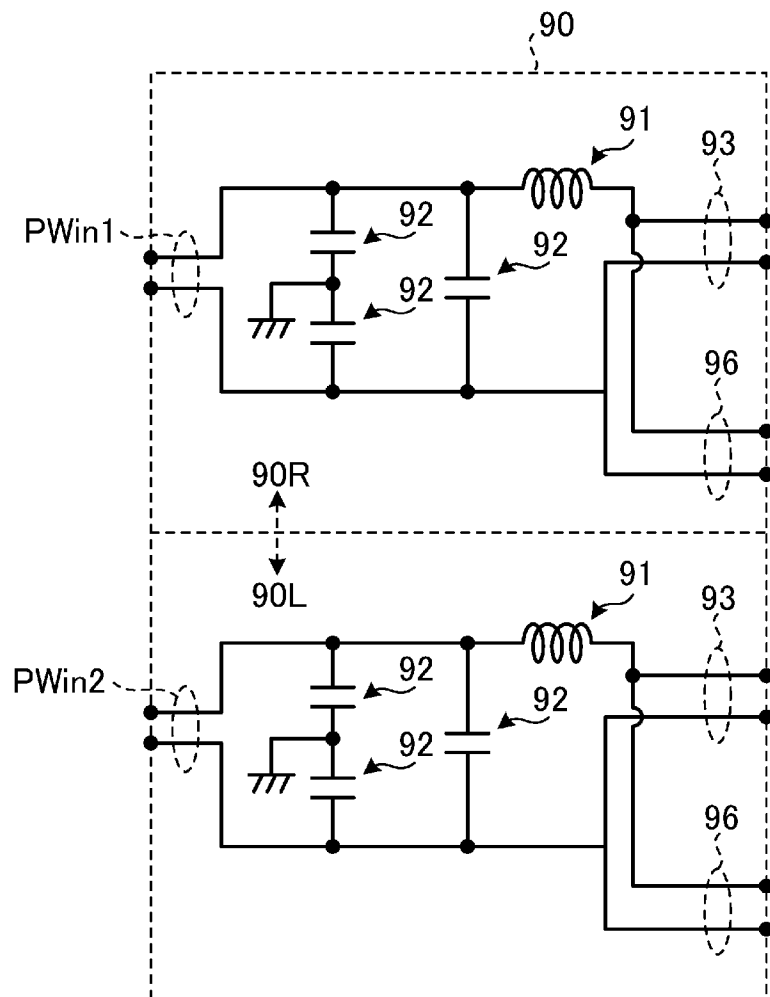
[図19B]



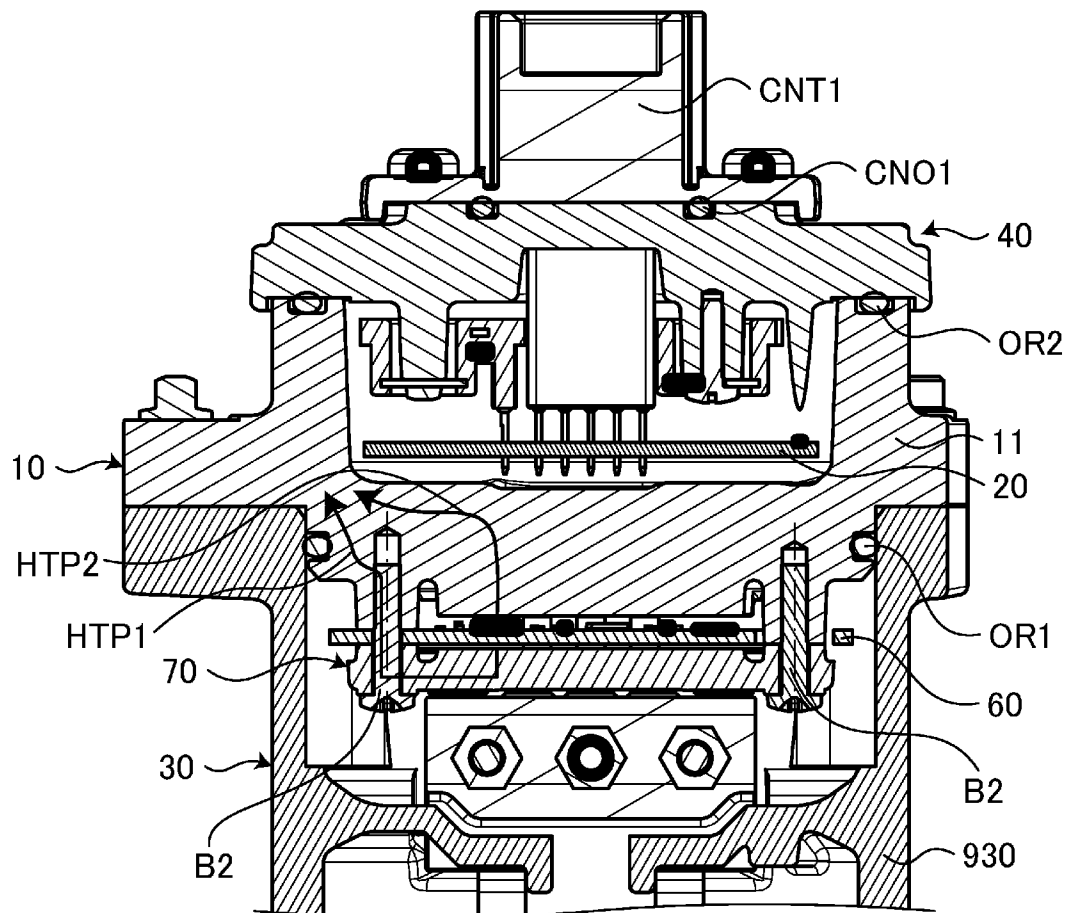
[図19C]



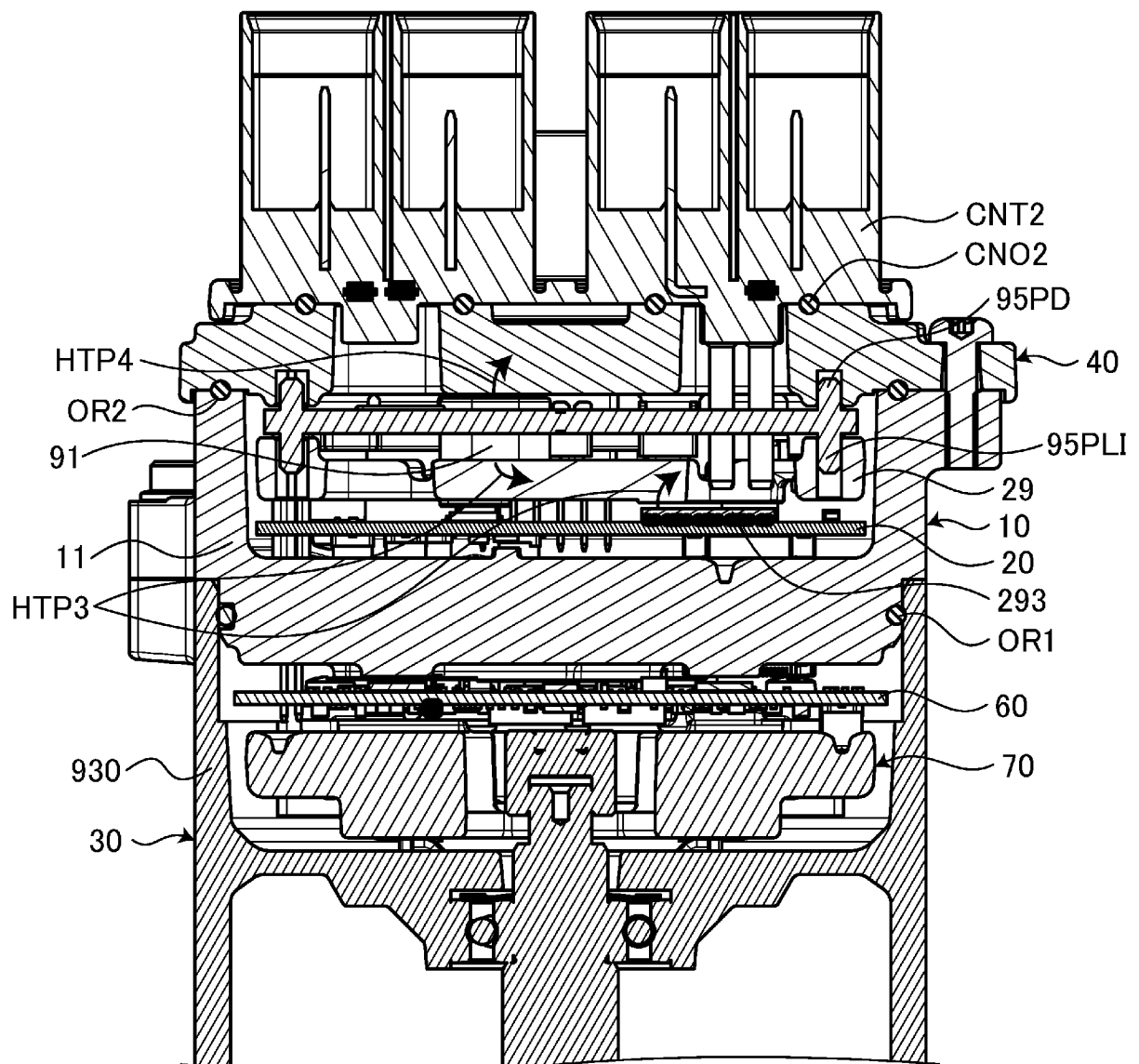
[図20]



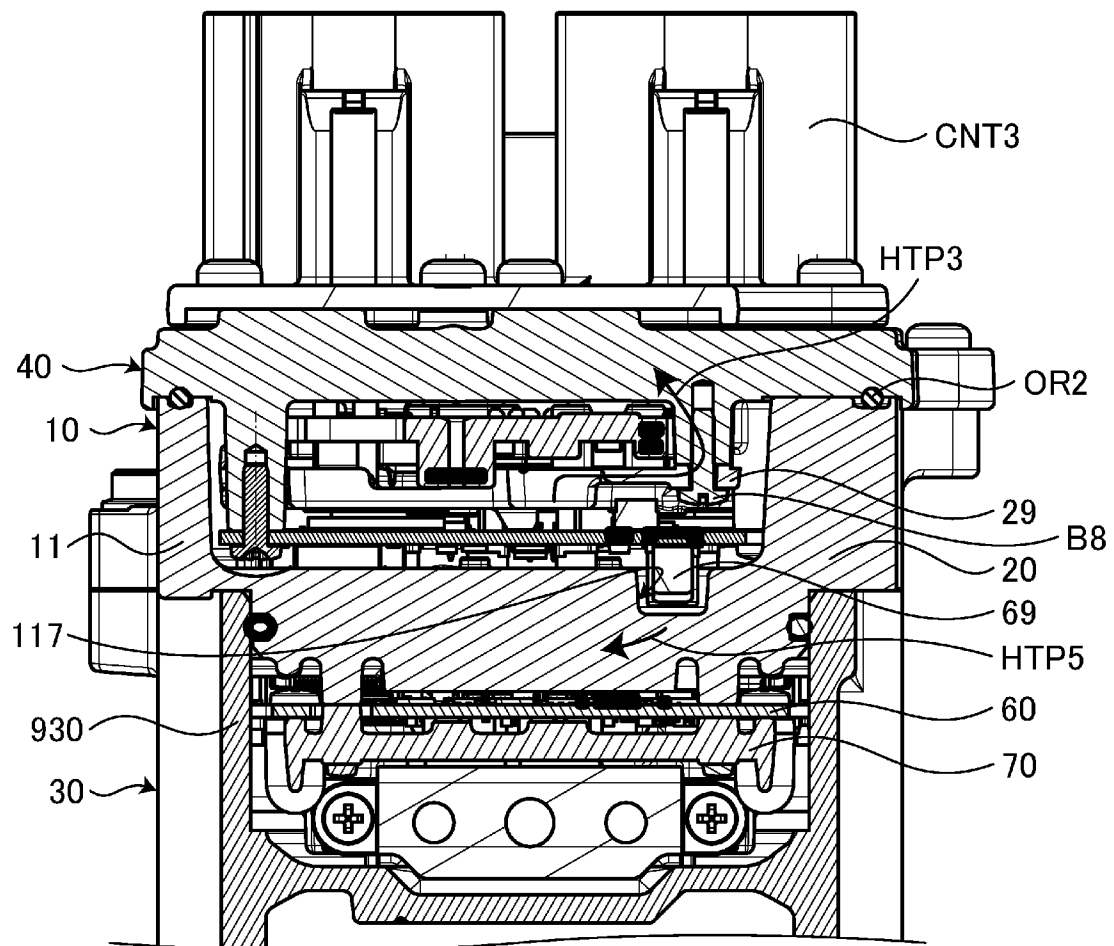
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/005266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 5/18(2006.01)i; **H02K 5/22**(2006.01)i; **H02K 11/215**(2016.01)i; **H02K 11/30**(2016.01)i; **H02K 11/33**(2016.01)i;
B62D 5/04(2006.01)i

FI: H02K11/30; B62D5/04; H02K5/18; H02K11/215; H02K5/22; H02K11/33

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)

H02K5/18; H02K5/22; H02K11/215; H02K11/30; H02K11/33; B62D5/04

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2020/130107 A1 (NSK LTD) 25 June 2020 (2020-06-25) paragraphs [0007], [0029]-[0030], [0041], [0062]-[0065], [0115], [0118], [0121]-[0122], fig. 1-16	1, 9
Y		2-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2019-193453 A (NIHON DENSAN KK) 31 October 2019 (2019-10-31) paragraphs [0055], [0059], [0061], fig. 3-4	2-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2016-140150 A (DENSO CORP) 04 August 2016 (2016-08-04) paragraphs [0018]-[0020], fig. 2, 7C, 7D	3-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2014-75866 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 24 April 2014 (2014-04-24) paragraphs [0040]-[0043], fig. 3	4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2012-152091 A (DENSO CORP) 09 August 2012 (2012-08-09) paragraph [0041], fig. 10	7, 10, 13, 15, 19
Y	WO 2018/047342 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 15 March 2018 (2018-03-15) paragraphs [0036]-[0045], fig. 4	10, 13, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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

05 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/005266**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-207641 A (NSK LTD) 27 December 2018 (2018-12-27) paragraphs [0036]-[0045], fig. 4-6	15
A	JP 2012-239296 A (DENSO CORP) 06 December 2012 (2012-12-06)	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/005266

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020/130107	A1	25 June 2020	JP	6881695	B2	
				CN	112640270	A	
JP	2019-193453	A	31 October 2019	CN	209593164	U	
JP	2016-140150	A	04 August 2016	US	2016/0218596	A1	
				paragraphs [0039]-[0045], fig. 2, 7C, 7D			
				CN	105827068	A	
JP	2014-75866	A	24 April 2014	JP	5414869	B1	
JP	2012-152091	A	09 August 2012	US	2012/0161590	A1	
				paragraph [0051], fig. 10			
				DE	102011056365	A1	
				CN	102545518	A	
WO	2018/047342	A1	15 March 2018	US	2019/0207488	A1	
				paragraphs [0040]-[0050], fig. 4			
				EP	3512078	A1	
				CN	109690921	A	
JP	2018-207641	A	27 December 2018	(Family: none)			
JP	2012-239296	A	06 December 2012	US	2012/0286605	A1	
				CN	102780323	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 5/18(2006.01)i; H02K 5/22(2006.01)i; H02K 11/215(2016.01)i; H02K 11/30(2016.01)i; H02K 11/33(2016.01)i; B62D 5/04(2006.01)i FI: H02K11/30; B62D5/04; H02K5/18; H02K11/215; H02K5/22; H02K11/33		
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）） H02K5/18; H02K5/22; H02K11/215; H02K11/30; H02K11/33; B62D5/04		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	WO 2020/130107 A1（日本精工株式会社）25.06.2020（2020-06-25） [0007], [0029]-[0030], [0041], [0062]-[0065], [0115], [0118], [0121]-[0122], 図1-16	1, 9
Y		2-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2019-193453 A（日本電産株式会社）31.10.2019（2019-10-31） [0055], [0059], [0061], 図3-4	2-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2016-140150 A（株式会社デンソー）04.08.2016（2016-08-04） [0018]-[0020], 図2, 7C, 7D	3-4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2014-75866 A（三菱電機株式会社）24.04.2014（2014-04-24） [0040]-[0043], 図3	4, 7, 10, 13, 15, 19
Y	JP 2012-152091 A（株式会社デンソー）09.08.2012（2012-08-09） [0041], 図10	7, 10, 13, 15, 19
Y	WO 2018/047342 A1（三菱電機株式会社）15.03.2018（2018-03-15） [0036]-[0045], 図4	10, 13, 15
☒ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 05.04.2022		国際調査報告の発送日 19.04.2022
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） 三澤 哲也 3V 9827 電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2018-207641 A (日本精工株式会社) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0036]-[0045], 図 4 - 6	15
A	JP 2012-239296 A (株式会社デンソー) 06.12.2012 (2012 - 12 - 06)	1-19

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/JP2022/005266

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/130107	A1	25.06.2020	JP	6881695	B2	
				CN	112640270	A	
JP	2019-193453	A	31.10.2019	CN	209593164	U	
JP	2016-140150	A	04.08.2016	US	2016/0218596	A1	
				[0039]-[0045], 図 2, 7			
				CN	105827068	A	
JP	2014-75866	A	24.04.2014	JP	5414869	B1	
JP	2012-152091	A	09.08.2012	US	2012/0161590	A1	
				[0051], 図 1 O			
				DE	102011056365	A1	
				CN	102545518	A	
WO	2018/047342	A1	15.03.2018	US	2019/0207488	A1	
				[0040]-[0050], 図 4			
				EP	3512078	A1	
				CN	109690921	A	
JP	2018-207641	A	27.12.2018	(ファミリーなし)			
JP	2012-239296	A	06.12.2012	US	2012/0286605	A1	
				CN	102780323	A	