

(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
2016年7月21日(21.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/113929 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 11/00 (2006.01) H02K 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068695
- (22) 国際出願日: 2015年6月29日(29.06.2015)
- (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:
PCT/JP2015/050779 2015年1月14日(14.01.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社安川電機(KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: 香月 陽介(KATSUKI Yosuke); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 片山 寛(KATAYAMA Hiroshi); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 小熊 清典(KOGUMA Kiyonori); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 中道 徳馬(NAKAMICHI Tokuma); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 貫 剛司(NUKI Koji); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番

1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 樋口 雅人(HIGUCHI Masato); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 氏田 祐(UJITA Yu); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 佐々木 亮(SA-SAKI Akira); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 益田 博文, 外(MASUDA Hirofumi et al.); 〒1100015 東京都台東区東上野1-7-13 東上野上村ビル2階 Tokyo (JP).

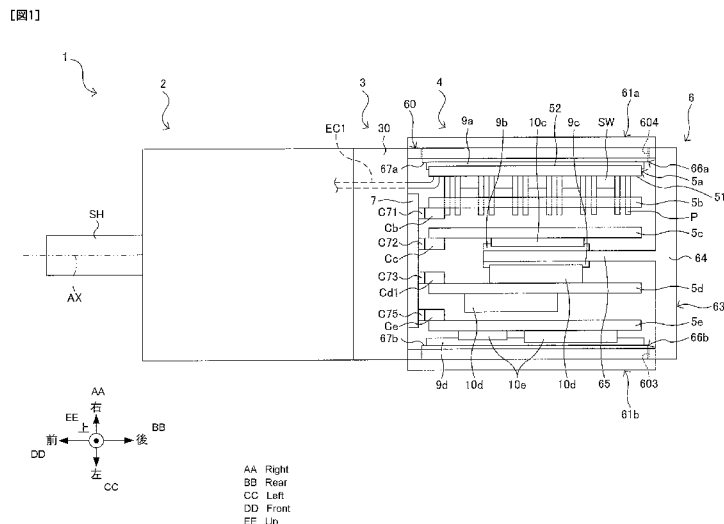
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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,

[続葉有]

(54) Title: MOTOR, AND MOTOR PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: モータ及びモータの製造方法



(57) Abstract: [Problem] To improve heat dissipation properties of an amplifier unit. [Solution] This motor (1) is provided with: a motor unit (2) provided with a stator and a rotor; and an amplifier unit (4) which is provided with substrates (5a-5e) respectively disposed such that the surface direction is along the direction of the axis (AX) of the motor unit (2), and which supplies power to the motor unit (2). Furthermore, the amplifier unit (4) is provided with a frame (6) for accommodating the substrates (5a-5e). The frame (6) is provided with: a heat-dissipation-plate part (61a) for dissipating the heat from the power substrate (5a) among the substrates (5a-5e) which is disposed at one end; and a heat-dissipation-plate part (61b) for dissipating the heat from the control substrate (5e) among the substrates (5a-5e) which is disposed at another end.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/113929 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロシア (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))

【課題】アンプ部の放熱性を高める。【解決手段】モータ 1 は、固定子及び回転子を備えたモータ部 2 と、面方向がモータ部 2 の軸心 A X 方向に沿うように配置された基板 5 a ～ 5 e を備えモータ部 2 に電力を供給するアンプ部 4 とを有する。また、アンプ部 4 は、基板 5 a ～ 5 e を収容するフレーム 6 を有し、フレーム 6 は、基板 5 a ～ 5 e の一端に配置されたパワー基板 5 a の熱を放熱する放熱板部 6 1 a、及び、基板 5 a ～ 5 e の他端に配置された制御基板 5 e の熱を放熱する放熱板部 6 1 b を有する。

明 細 書

発明の名称： モータ及びモータの製造方法

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、モータ及びモータの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、モータ駆動基板とセンサ回路用基板とをセンサカバー内に並設した駆動回路内蔵型サーボモータが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 4 - 2 7 4 8 3 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術では、モータ駆動基板とセンサ回路用基板は、基板の面方向がモータの回転軸方向に垂直となるように並設されている。このため、内側に配置されたセンサ回路用基板の熱がセンサカバー内にこもりやすく、放熱性が低いという課題があった。

[0005] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、アンプ部の放熱性を高めることが可能なモータ及びモータの製造方法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] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、固定子及び回転子を備えたモータ部と、面方向が前記モータ部の回転軸方向に沿うように配置された複数の基板を備え、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、を有するモータが適用される。

[0007] また、本発明の別の観点によれば、固定子及び回転子を備えたモータ部と、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、を有するモータの製造方法であって、前記アンプ部の複数の基板を前記アンプ部のフレ

ームに前記モータ部の回転軸方向に沿って挿入すること、を有するモータの製造方法が適用される。

[0008] また、本発明のさらに別の観点によれば、固定子及び回転子を備えたモータ部と、複数の基板を備え、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、前記複数の基板の間に配置され前記基板の熱を受ける受熱部、及び、前記受熱部に接続され外壁を構成する放熱部を備え、前記複数の基板を収容するフレームと、を有するモータの製造方法であって、前記受熱部の両側に前記複数の基板を順次取り付けを有するモータの製造方法が適用される。

[0009] また、本発明のさらに別の観点によれば、固定子及び回転子を備えたモータ部と、複数の基板を備え、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、前記複数の基板を収容するフレームと、前記フレームの少なくとも対向する2面を用いて前記基板の熱を放熱する手段と、を有するモータが適用される。

発明の効果

[0010] 本発明のモータ等によれば、アンプ部の放熱性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1実施形態のモータの概略構成及びアンプ部の構成の一例を表す、フレームの上面部を透視した模式的な上面図である。

[図2]アンプ部の構成の一例を表す模式的な分解斜視図である。

[図3]アンプ部の構成の一例を表す、放熱板部を透視した模式的な左面図である。

[図4]アンプ部の構成の一例を表す、フレーム壁部を透視した模式的な後面図である。

[図5]基板の具体例及び基板・バックボードの接続関係の一例を表す模式図である。

[図6]パワー基板の放熱性を高める構成の具体例を表す模式図である。

[図7]ユニット化されたバックボードの構成の一例を表す模式的な平面図であ

る。

[図8A]動力系のバックボードの構成の一例を表す模式的な平面図である。

[図8B]制御系のバックボードの構成の一例を表す模式的な平面図である。

[図9]モータの製造方法の一例を表す工程図である。

[図10]比較例の構成を表す模式図である。

[図11]フレーム内面の凸部により伝熱する変形例における、パワー基板の放熱性を高める構成の具体例を表す模式図である。

[図12]ガイド部材の段差に基板を嵌合する変形例のガイド部材の構成の一例を表す、フレーム壁部を透視した模式的な後面図である。

[図13]コネクタにより基板同士を直接的に電氣的に接続する変形例における、基板・バックボードの接続関係の一例を表す模式図である。

[図14]第2実施形態のモータの概略構成及びアンプ部の構成の一例を表す、フレームの上面部を透視した模式的な上面図である。

[図15]アンプ部の構成の一例を表す模式的な分解斜視図である。

[図16]アンプ部の構成の一例を表す、フレーム壁部を透視した模式的な後面図である。

[図17]モータの製造方法の一例を表す工程図である。

[図18]受熱部と放熱部が別体である変形例におけるアンプ部の構成の一例を表す、フレーム壁部を透視した模式的な後面図である。

[図19]放熱部が四角筒体を半割りにした形状である変形例におけるアンプ部の構成の一例を表す、組み付け前の模式的な後面図である。

[図20]放熱部が四角筒体を半割りにした形状である変形例におけるアンプ部の構成の一例を表す、組み付け後の模式的な後面図である。

[図21]四角筒体を半割りにした形状の放熱部の内部に封止材が充填されている変形例におけるアンプの構成の一例を表す、組み付け前の模式的な後面図である。

[図22]四角筒体を半割りにした形状の放熱部の内部に封止材が充填されている変形例におけるアンプの構成の一例を表す、組み付け後の模式的な後面図

である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能を有する構成要素については、原則として同一の符号で表し、これらの構成要素についての重複説明は、適宜省略する。また、図面中に注記された「前」「後」「左」「右」「上」「下」の方向は、本明細書の説明において「前」「後」「左」「右」「上」「下」と記述される方向にそれぞれ対応する。但し、モータ等の各構成要素の位置関係は、「前」「後」「左」「右」「上」「下」の概念に限定されるものではない。

[0013] <第1実施形態>

<1. モータの概略構成の例>

まず、図1を参照しつつ、第1実施形態のモータの概略構成の一例について説明する。

[0014] 図1に示すように、本実施形態のモータ1は、モータ部2と、エンコーダ部3と、アンプ部4とを有する、アンプ一体型のエンコーダ付きモータである。

[0015] モータ部2は、固定子及び回転子（どちらも図示せず）を備え、回転子が固定子に対し回転する回転型（ロータリタイプ）のモータ部である。モータ部2は、シャフトSHを軸心AX（「回転軸」の一例に相当）周りに回転させることで、回転力を出力する。軸心AX方向は、この例では前後方向となっている。本明細書では、モータ部2の回転力出力側、つまりモータ部2に対しシャフトSHが突出する側（この例では前側）を「負荷側」、その反対側（この例では後側）を「反負荷側」という。

[0016] なお、モータ部2を、固定子及び可動子を備え、可動子が固定子に対し直線移動する直線型（リニアタイプ）のモータ部としてもよい。

[0017] エンコーダ部3は、モータ部2の反負荷側（後側）に連結されている。エンコーダ部3は、モータ部2の位置（「回転位置」や「回転角度」等ともい

う)を検出し、その位置を表す位置データを出力する。

[0018] なお、エンコーダ部3をモータ部2の反負荷側に例えば減速機やブレーキ、回転方向変換機等の他の構成要素を介して連結してもよい。また、エンコーダ部3をモータ部2の負荷側に連結してもよい。また、エンコーダ部3は、モータ部2の位置に加え又は代え、モータ部2の速度(「回転速度」や「角速度」等ともいう)及び加速度(「回転加速度」や「角加速度」等ともいう)の少なくとも一方を検出してもよい。

[0019] アンプ部4は、エンコーダ部3の反負荷側(後側)に連結されている。アンプ部4は、モータ部2に電力を供給する。この際、アンプ部4は、エンコーダ部3から位置データを取得し、その位置データに基づいてモータ部2に印加する電流又は電圧等を制御することで、モータ部2の動作を制御する。また、アンプ部4は、上位制御装置(図示せず)から上位制御信号を取得し、その上位制御信号に表された位置等を実現可能な回転力がシャフトSHから出力されるように、モータ部2の動作を制御することもできる。

[0020] なお、アンプ部4をエンコーダ部3の反負荷側に他の構成要素を介して連結してもよい。また、アンプ部4を、モータ部2の反負荷側で、且つエンコーダ部3の負荷側、つまりモータ部2とエンコーダ部3との間に配置してもよい。また、アンプ部4をモータ部2の負荷側に連結してもよい。また、アンプ部4は、モータ部2に電力を供給するように構成されていればよく、必ずしもモータ部2を位置等の目標値に追従するよう制御するように構成されていなくてもよい。

[0021] なお、上記で説明したモータ1の構成は、あくまで一例であり、モータ1の構成は、上記構成に限定されるものではない。例えば、エンコーダ部3をモータ1とは別の装置により実装してもよい。

[0022] <2. アンプ部の構成の例>

次に、図1～図8A、Bを参照しつつ、アンプ部4の構成の一例について説明する。また、必要に応じてモータ部2やエンコーダ部3の構成の一例についても適宜説明する。なお、各図中では、アンプ部4の構成要素の図示を

適宜省略している。

[0023] 図2に示すように、アンプ部4は、エンコーダ部3が備えるエンコーダカバー30の反負荷側（後側）の外面に例えば4つのねじS1により固定されている。

[0024] エンコーダカバー30の後面部の例えば四隅には、上記ねじS1が締結されるねじ穴31が形成されている。また、エンコーダカバー30の後面部の例えば右下隅部近傍には、後述の電力ケーブルEC1（図1等参照）が挿通される挿通孔32が貫通形成されている。さらに、エンコーダカバー30の後面部の例えば右上隅部近傍には、後述のねじS2の頭部が挿入される凹部33が形成されている。またさらに、エンコーダカバー30の後面部の例えば中心部近傍には、後述のコネクタC76（後述の図7等参照）等の部品が挿入される挿入孔34が貫通形成されている。

[0025] 図1～図4に示すように、アンプ部4は、複数（この例では5つ）の基板5a, 5b, 5c, 5d, 5eと、バックボード7（「中継基板」の一例に相当）と、フレーム6と、2つのガイド部材8a, 8bとを有する。なお、図1及び図2中では、ガイド部材8a, 8bの図示を省略している。

[0026] （2-1. 基板及びバックボードの構成の例）

図1～図4に示すように、基板5a～5eは、フレーム6に収容されている。基板5a～5eは、各々の面方向が軸心AX方向に沿うように（例えば軸心AX方向と平行になるように）並設されている。

[0027] 基板5a（「第1基板」の一例に相当）は、基板5a～5eの一端、つまり右端部に配置されている。基板5e（「第2基板」の一例に相当）は、基板5a～5eの他端、つまり基板5aとは反対側に位置する左端部に配置されている。なお、基板5a, 5eは、「複数の基板の端部に配置された基板」の一例に相当する。基板5bは、基板5a～5eの中で基板5aの左側に隣接配置されている。基板5cは、基板5a～5eの中で基板5bの左側に隣接配置されている。基板5dは、基板5a～5eの中で基板5cの左側で、且つ基板5eの右側に隣接配置されている。なお、基板5a～5eの中で

左右両端を除く中間位置に配置された基板 5 b～5 d のうち基板 5 c, 5 d は、「第 3 基板」の一例に相当する。

[0028] なお、基板 5 の個数は、5 つに限定されるものではなく、他の個数であってもよい。

[0029] バックボード 7 は、面方向が軸心 A X 方向に垂直となるようにフレーム 6 のモータ部 2 側、つまり前側に配置されている。バックボード 7 は、上記基板 5 b～5 e を電氣的に接続し、データバスを構成する。

[0030] (2-1-1. 基板の具体例及び基板・バックボードの接続関係の例)

以下、図 5 を参照しつつ、基板 5 a～5 e の具体例及び基板 5 a～5 e ・バックボード 7 の接続関係の一例について説明する。

[0031] 図 5 に示すように、アンプ部 4 は、主電源（図示せず）から入力される直流電力を交流電力（この例では 3 相交流電力）に変換し、モータ部 2 に供給する。

[0032] 基板 5 d は、DC 入力回路 50 d を構成する部品を備えた DC 入力基板である。以下適宜、基板 5 d を「DC 入力基板 5 d」という。DC 入力基板 5 d には、2 つのコネクタ C d 1, C d 2 が設けられている（図 1、図 2、及び図 4 も参照）。DC 入力回路 50 d は、主電源から直流電力を入力する。

[0033] 基板 5 a は、インバータ回路 50 a（「電力変換回路」の一例に相当）を構成して通電時に発熱する複数のスイッチング素子 SW（「通電時に発熱する電子部品」の一例に相当。図 5 中では 1 つのみ図示）を含む部品を備えたパワー基板である。以下適宜、基板 5 a を「パワー基板 5 a」という。パワー基板 5 a には、複数のピン端子 P（図 1 及び図 4 参照）が設けられている。また、パワー基板 5 a は、電力ケーブル EC 2 を介して DC 入力基板 5 d と接続されると共に、電力ケーブル EC 1 を介してモータ部 2 と接続されている（図 1 及び図 4 も参照）。インバータ回路 50 a は、電力ケーブル EC 2 を介して DC 入力回路 50 d から入力される直流電力をスイッチング素子 SW 等により 3 相交流電力に変換し、電力ケーブル EC 1 を介してモータ部

2 に供給する。

[0034] 基板 5 b は、ゲート回路 5 0 b を構成する部品を備えたゲート基板である。以下適宜、基板 5 b を「ゲート基板 5 b」という。ゲート基板 5 b には、コネクタ C b が設けられている（図 1 及び図 4 も参照）。ゲート回路 5 0 b は、インバータ回路 5 0 a のスイッチング素子 SW を制御する。

[0035] なお、パワー基板 5 a 及びそのインバータ回路 5 0 a と、ゲート基板 5 b 及びそのゲート回路 5 0 b と、DC 入力基板 5 d 及びその DC 入力回路 5 0 d とは、モータ部 2 に 3 相交流電力を供給する主回路部 5 0 0 を構成する。

[0036] 基板 5 e は、制御回路 5 0 e を構成する部品を備えた制御基板である。以下適宜、基板 5 e を「制御基板 5 e」という。制御基板 5 e には、コネクタ C e が設けられている（図 1 ～図 4 も参照）。制御回路 5 0 e は、主回路部 5 0 0 を制御する。また、制御回路 5 0 e は、エンコーダ部 3 から位置データを入力する。

[0037] 基板 5 c は、電源回路 5 0 c を構成する部品を備えた電源基板である。以下適宜、基板 5 c を「電源基板 5 c」という。電源基板 5 c には、コネクタ C c が設けられている（図 1 及び図 4 も参照）。電源回路 5 0 c は、ゲート回路 5 0 b 及び制御回路 5 0 e 等に制御用の電力を供給する。

[0038] バックボード 7 には、コネクタ C 7 1, C 7 2, C 7 3, C 7 4, C 7 5 を含む複数のコネクタが設けられている（図 1 ～図 3 も参照）。

[0039] そして、パワー基板 5 a は、上記ピン端子 P がゲート基板 5 b に取り付けられている（図 1 及び図 4 参照）。これにより、パワー基板 5 a 及びゲート基板 5 b が、ピン端子 P を介して機械的及び電氣的に接続されている。

[0040] また、ゲート基板 5 b は、上記コネクタ C b がバックボード 7 のコネクタ C 7 1 と接続されており、電源基板 5 c は、上記コネクタ C c がバックボード 7 のコネクタ C 7 2 と接続されており、DC 入力基板 5 d は、上記コネクタ C d 1, C d 2 がそれぞれバックボード 7 のコネクタ C 7 3, C 7 4 と接続されており、制御基板 5 e は、上記コネクタ C e がバックボード 7 のコネクタ C 7 5 と接続されている（図 1 ～図 4 も参照）。これにより、ゲート基

板 5 b 及び電源基板 5 c、ゲート基板 5 b 及び制御基板 5 e、電源基板 5 c 及び制御基板 5 e、DC 入力基板 5 d 及び主電源、DC 入力基板 5 d 及び制御基板 5 e が、それぞれバックボード 7 を介して電氣的に接続されている。

[0041] なお、上記で説明した基板 5 a ～ 5 e の種類及び基板 5 a ～ 5 e ・バックボード 7 の接続関係は、あくまで一例であり、基板 5 a ～ 5 e の種類及び基板 5 a ～ 5 e ・バックボード 7 の接続関係は、上記以外の内容であってもよい。

[0042] (2-2. フレームの構成の例)

図 1 ～図 4 に示すように、フレーム 6 は、例えば略直方体状のフレーム筐体部 6 0 と、例えば略長方形板状の 2 つの放熱性を有する放熱板部 6 1 a、6 1 b (以下適宜「放熱板部 6 1」と総称) と、上下方向から見て略 T 字型の放熱性を有するフレームカバー部 6 3 (「放熱部材」及び「基板固定部材」の一例に相当) とを有する。

[0043] フレーム筐体部 6 0 には、上記基板 5 a ～ 5 e が並列された状態で収容されている。フレーム筐体部 6 0 の前面部、後面部、左面部、及び右面部には、それぞれ開口部 6 0 1、6 0 2、6 0 3、6 0 4 が形成されている。また、フレーム筐体部 6 0 の例えば前後方向から見た四隅には、上記ねじ S 1 が挿通される挿通孔 6 0 5 が貫通形成されている。さらに、フレーム筐体部 6 0 の例えば上面部の前端部近傍には、後述のコネクタ C 7 7 が挿入される挿入孔 6 0 6 が貫通形成されている。

[0044] 放熱板部 6 1 a (「第 1 放熱板材」の一例に相当) は、フレーム筐体部 6 0 の右面部の外面に例えばねじ等により着脱可能に取り付けられ、フレーム 6 の右壁部を構成する。放熱板部 6 1 a の内面には、フレーム筐体部 6 0 の開口部 6 0 4 に嵌合される例えば凸状の嵌合部 6 6 a が形成されている。また、放熱板部 6 1 a の内面、具体的には嵌合部 6 6 a の先端面 6 7 a の近傍には、上記パワー基板 5 a が配置されており、放熱板部 6 1 a は、伝熱されるパワー基板 5 a の熱を放熱する(詳細は後述)。

[0045] 放熱板部 6 1 b (「第 2 放熱板材」の一例に相当) は、フレーム筐体部 6

0の左面部の外面に例えばねじ等により着脱可能に取り付けられ、フレーム6の左壁部を構成する。放熱板部61bの内面には、フレーム筐体部60の開口部603に嵌合される例えば凸状の嵌合部66bが形成されている。また、放熱板部61bの内面、具体的には嵌合部66bの先端面67bの近傍には、上記制御基板5eが配置されており、放熱板部61bは、伝熱される制御基板5eの熱を放熱する（詳細は後述）。

[0046] フレームカバー部63は、フレーム筐体部60のモータ部2とは反対側に位置する後面部の外面に取り付けられている。フレームカバー部63は、例えば略長方形板状のフレーム壁部64と、延設部65とを有する。

[0047] フレーム壁部64の例えば四隅には、上記ねじS1が挿通される挿通孔641が貫通形成されている。各ねじS1は、フレーム壁部64の外側からフレーム壁部64の挿通孔641及びフレーム筐体部60の挿通孔605に挿通され、上記エンコーダカバー30のねじ穴31に締結されている。これにより、フレーム筐体部60は、エンコーダカバー30の後面部の外面に固定されており、フレーム壁部64は、フレーム筐体部60の後面部の外面に固定され、フレーム6の後側の壁部を構成する。

[0048] 延設部65は、フレーム筐体部60内においてフレーム壁部64の内面から軸心AX方向に沿って（例えば軸心AX方向と平行に）延設されている。延設部65には、上記基板5a～5eが並設された状態で固定されている。具体的には、パワー基板5aとゲート基板5bとの間、ゲート基板5bと電源基板5cとの間、電源基板5cとDC入力基板5dとの間、DC入力基板5dと制御基板5eとの間には、それぞれスペーサとなる例えば樹脂製のパレットPa1, Pa2, Pa3, Pa4が配置されている。なお、図1、図3、及び図4中では、パレットPa1～Pa4の図示を省略している。そして、延設部65には、基板5a～5eがパレットPa1～Pa4を介して積層された状態で固定されている。延設部65の近傍には、電源基板5c及びDC入力基板5dが配置されており、フレームカバー部63は、伝熱される電源基板5c及びDC入力基板5dの熱を放熱する（詳細は後述）。

[0049] なお、放熱板部 6 1 a, 6 1 b 及びフレームカバー部 6 3 は、「フレームの少なくとも対向する 2 面を用いて基板の熱を放熱する手段」の一例に相当する。

[0050] なお、上記で説明したフレーム 6 の構成は、あくまで一例であり、フレーム 6 は、基板 5 a ~ 5 e を収容可能な構成であれば、上記以外の構成であってもよい。例えば、放熱板部 6 1 a, 6 1 b の一方又は両方をフレーム筐体部 6 0 に着脱不能（フレーム筐体部 6 0 と一体の場合も含む）としてもよい。また、フレーム 6 は、放熱板部 6 1 a, 6 1 b のうち一方のみ備えてもよい。あるいは、フレーム 6 は、放熱板部 6 1 a, 6 1 b の両方を備えなくてもよい。また、フレームカバー部 6 3 が放熱する基板 5 は、基板 5 c, 5 d の両方に限定されるものではなく、基板 5 c のみ又は基板 5 d のみであってもよい。また、フレームカバー部 6 3 は、基板 5 c, 5 d に加え又は代え、基板 5 b の熱を放熱してもよい。また、フレームカバー部 6 3 は、基板 5 が固定される延設部を複数備えてもよい。

[0051] (2-3. ガイド部材の構成の例)

図 3 及び図 4 に示すように、ガイド部材 8 a, 8 b は、上記フレーム筐体部 6 0 の内側に固定されている。具体的には、ガイド部材 8 a, 8 b は、それぞれフレーム筐体部 6 0 の上面部の内面及び下面部の内面の対応する位置に固定されている。ガイド部材 8 a, 8 b の対向面の対応する複数（この例では 4 つ）の位置には、溝 8 1, 8 2, 8 3, 8 4（「凹部」の一例に相当）が軸心 A X 方向に沿って（例えば軸心 A X 方向と平行に）形成されている。

[0052] 溝 8 1 は、ガイド部材 8 a, 8 b の対向面の右端部に形成されている。溝 8 2 は、ガイド部材 8 a, 8 b の対向面における溝 8 1 の左側に所定距離を空けて形成されている。溝 8 3 は、ガイド部材 8 a, 8 b の対向面における溝 8 2 の左側に所定距離を空けて形成されている。溝 8 4 は、ガイド部材 8 a, 8 b の対向面における溝 8 3 の左側に所定距離を空けて、つまりガイド部材 8 a, 8 b の対向面の左端部に形成されている。ガイド部材 8 a, 8 b

の溝 8 1, 8 1、溝 8 2, 8 2、溝 8 3, 8 3、溝 8 4, 8 4 には、それぞれ上記ゲート基板 5 b の上下両端部、電源基板 5 c の上下両端部、DC 入力基板 5 d の上下両端部、制御基板 5 e の上下両端部が嵌合されている。このようにゲート基板 5 b、電源基板 5 c、DC 入力基板 5 d、制御基板 5 e を固定することで、ねじを用いずに固定することができる。

[0053] なお、上記で説明したガイド部材 8 a, 8 b の構成は、あくまで一例であり、ガイド部材は、基板 5 が嵌合される凹部が軸心 A X 方向に沿って形成された構成であれば、上記以外の構成であってもよい。例えば、ガイド部材に形成される、基板 5 が嵌合される凹部は、溝（スリット）に限定されるものではなく、他の形状の凹部（例えば段差等）であってもよい。また、ガイド部材の個数・形状は、上記個数・形状に限定されるものではなく、他の個数・形状であってもよい。また、ガイド部材を用いずに複数の基板 5 をフレーム 6 内に固定してもよく、この際、フレーム 6 の内面に軸心 A X 方向に沿って複数の凹部（例えば溝や段差等）を形成し、当該複数の凹部に複数の基板 5 を嵌合してもよい。

[0054] (2-4. 基板の放熱性を高める構成の例)

図 1 及び図 4 に示すように、パワー基板 5 a は、上記ピン端子 P がゲート基板 5 b に取り付けられ、上記放熱板部 6 1 a の先端面 6 7 a の近傍に配置されている。パワー基板 5 a の上記先端面 6 7 a とは反対側に位置する左表面 5 1（「第 1 表面」の一例に相当）には、比較的発熱量の大きな電子部品である上記複数のスイッチング素子 SW が配置されている。放熱板部 6 1 a の先端面 6 7 a とパワー基板 5 a の当該先端面 6 7 a 側に位置する右表面 5 2（「第 2 表面」の一例に相当）との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート 9 a（「熱伝導部材」の一例に相当）が配置されている。なお、図 2 及び図 3 中では、熱伝導性シート 9 a の図示を省略している。パワー基板 5 a は、熱伝導性シート 9 a を介して放熱板部 6 1 a の先端面 6 7 a に接触しており、放熱板部 6 1 a は、熱伝導性シート 9 a を介して伝熱されるパワー基板 5 a の熱を放熱する。

[0055] (2-4-1. パワー基板の放熱性を高める構成の具体例)

以下、図6を参照しつつ、パワー基板5aの放熱性を高める構成の具体例について説明する。

[0056] 図6に示すように、パワー基板5aは、両面基板であり、左表面51及び右表面52には、それぞれ部品が配置されている。

[0057] パワー基板5aの左表面51には、上記スイッチング素子SWが搭載されたスイッチ基板53や、当該パワー基板5aの厚み方向の寸法が比較的大きい部品10a2（以下適宜「高背部品10a2」という）が配置されている。すなわち、パワー基板5aと上記放熱板部61aとは、スイッチング素子SWに対し同一方向側（右側）に配置されている。

[0058] スwitchング素子SWは、ICチップがパッケージに封入されずそのままパワー基板5aに実装されている。すなわち、スイッチング素子SWは、パワー基板5aにベアチップ実装されている。スイッチ基板53は、例えばセラミック等の熱伝導性の高い材質で構成されている。スイッチ基板53には、スイッチング素子SWへの電力供給のためのボンディングワイヤWが設けられている。

[0059] パワー基板5aの左表面51側に配置されたスイッチ基板53、スイッチング素子SW、ボンディングワイヤW、高背部品10a2等は、樹脂59により封止されている。

[0060] パワー基板5aの右表面52には、当該パワー基板5aの厚み方向の寸法が比較的小さい、具体的には上記熱伝導性シート9aよりも小さい部品10a1（以下適宜「低背部品10a1」という）が配置されている。低背部品10a1は、パワー基板5aの右表面52のスイッチ基板53に対応する領域以外の領域に配置され、熱伝導性シート9aにより被覆されている。

[0061] パワー基板5aのスイッチ基板53に対応する領域には、複数のサーマルビア54が形成されている。サーマルビア54は、パワー基板5aに形成された貫通孔55に、例えば銅等の熱伝導性を有する熱伝導性材料56が充填されることで構成されている（図6中の部分拡大図参照）。パワー基板5a

のサーマルビア54形成部分は、当該パワー基板5aの厚み方向の熱抵抗が他の部分よりも小さくなっている。

[0062] 上記熱伝導性シート9aは、放熱板部61aの先端面67aとパワー基板5aの右表面52との間に、当該右表面52の少なくともスイッチ基板53に対応する領域（この例では右表面52の略全域）に接触するように配置されている。したがって、スイッチング素子SWの熱は、スイッチ基板53、パワー基板5a、及び熱伝導性シート9aを介して放熱板部61aに伝熱され、放熱板部61aにより放熱される。具体的には、熱伝導性シート9aは、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。この例では、熱伝導性シート9aは、添加するフィラーの配向が調整されることで、面方向の熱伝導率が厚み方向よりも高い異方性を有する。このような熱伝導性シート9aを用いることで、スイッチング素子SWの熱をスイッチ基板53の対応する領域から面方向に拡散させ（図6中の部分拡大図に示す太線矢印を参照）、効率良く放熱板部61aに伝熱させることができる。また、例えば放熱板部61aによる放熱性を高める場合等には、放熱板部61aの外面にフィン等を設けてもよい。

[0063] なお、サーマルビア54及び熱伝導性シート9aは、「電子部品の熱を第1基板を介してフレームに伝熱する手段」の一例に相当する。

[0064] なお、上記で説明したパワー基板5aの放熱性を高める構成は、あくまで一例であり、パワー基板5aは、上記以外の構成により放熱性が確保されてもよい。例えば、パワー基板5aにサーマルビア54を形成するのに加え又は代え、パワー基板5aを例えばセラミック等の熱伝導性の高い材料で構成したり、パワー基板5aの内部に金属板を作り込む（メタルコア）又は貼り合わせる（メタルベース）等してもよい。また、熱伝導性シート9aとして、熱伝導率に異方性を有していない樹脂製又は非樹脂製のシートを用いてもよい。

[0065] また、上記ではスイッチング素子SWのICチップをベアチップ実装したが、スイッチング素子SWのICチップを例えばQFN品等のような表面実

装パッケージ品としてもよい。また、スイッチング素子SWを構成するICチップのパッケージを放熱面と端子面とが同一方向となるように構成してもよく、この場合、パッケージのサイズを小型化できる。

[0066] 図1、図3、及び図4に示すように、制御基板5eは、上下両端部が上記ガイド部材8a、8bの溝84、84に嵌合され、上記放熱板部61bの先端面67bの近傍に配置されている。制御基板5eの上記先端面67b側に位置する左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子SWよりも小さい複数の電子部品10eが配置されている。放熱板部61bの先端面67bと制御基板5eの左表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート9d（「熱伝導部材」の一例に相当）が配置されている。なお、図2及び図3中では、熱伝導性シート9dの図示を省略している。熱伝導性シート9dは、上記熱伝導性シート9aと同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。制御基板5eの電子部品10eは、熱伝導性シート9dを介して放熱板部61bの先端面67bに接触しており、放熱板部61bは、熱伝導性シート9dを介して伝熱される電子部品10eの熱を放熱する。

[0067] ゲート基板5bは、上記ピン端子Pを介してパワー基板5aと固定されると共に、上下両端部が上記ガイド部材8a、8bの溝81、81に嵌合され、パワー基板5aの近傍に配置されている。ゲート基板5bのパワー基板5aと反対側に位置する左表面には、例えば発熱量が小さい電子部品10bが配置されている。ゲート基板5bの電子部品10b等は、樹脂（図示せず）により封止されている。

[0068] 電源基板5cは、上下両端部が上記ガイド部材8a、8bの溝82、82に嵌合され、上記フレームカバー部63の延設部65の右表面の近傍に配置されている。電源基板5cの上記延設部65の右表面側に位置する左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子SWよりも小さい電子部品10cが配置されている。延設部65の右表面と電源基板5cの左表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート9b（「熱伝導部材」の一例に相当）が配置されている。なお、図2中では、熱伝導性シート9bの図示を省略して

いる。熱伝導性シート 9 b は、上記熱伝導性シート 9 a と同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。電源基板 5 c の電子部品 10 c は、熱伝導性シート 9 b を介して延設部 6 5 の右表面に接触している。

[0069] DC 入力基板 5 d は、上下両端部が上記ガイド部材 8 a, 8 b の溝 8 3, 8 3 に嵌合され、上記フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 の左表面の近傍に配置されている。DC 入力基板 5 d の上記延設部 6 5 の左表面側に位置する右表面やその反対側である左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子 SW よりも小さい電子部品 10 d が配置されている。延設部 6 5 の左表面と DC 入力基板 5 d の右表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート 9 c (「熱伝導部材」の一例に相当) が配置されている。なお、図 2 中では、熱伝導性シート 9 c の図示を省略している。熱伝導性シート 9 c は、上記熱伝導性シート 9 a と同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。DC 入力基板 5 d の右表面側の電子部品 10 d は、熱伝導性シート 9 c を介して延設部 6 5 の左表面に接触している。

[0070] したがって、延設部 6 5 には、熱伝導性シート 9 b, 9 c を介して電源基板 5 c や DC 入力基板 5 d の電子部品 10 c, 10 d の熱が伝熱される。フレームカバー部 6 3 (フレーム壁部 6 4) は、熱伝導性シート 9 b, 9 c を介して伝熱される電子部品 10 c, 10 d の熱を放熱する。

[0071] なお、上記で説明した基板 5 a ~ 5 e の放熱性を高める構成は、あくまで一例であり、基板 5 a ~ 5 e は、上記以外の構成により放熱性が確保されてもよい。例えば、熱伝導性シート 9 a ~ 9 d の一部又は全部に代え、他の熱伝導性部材を用いてもよい。また、アンプ部 4 は、熱伝導性シート 9 a ~ 9 d の一部又は全部を備えていなくてもよい。

[0072] (2-5. バックボードの構成の例)

図 2、図 7、及び図 8 A, B に示すように、バックボード 7 は、複数(この例では 2 つ)のバックボード 7 a, 7 b (「中継基板」の一例に相当) が樹脂 3 2 1 により一体的に封止されることでユニット化され、基板ユニット 7 0 として構成されている。なお、図 1 及び図 3 ~ 図 5 中では、基板ユニッ

ト 7 0 としてではなく、1つの基板状のバックボード 7 として模式的に図示している。

[0073] 基板ユニット 7 0 は、上記フレーム筐体部 6 0 の開口部 6 0 1 に取り付けられ、フレーム筐体部 6 0 の前面部に例えば 1 つのねじ S 2 により固定されている。基板ユニット 7 0 の中では、バックボード 7 a, 7 b は、バックボード 7 a が後側、バックボード 7 b が前側となるように、軸心 A X 方向に並設されている。

[0074] バックボード 7 a の後表面には、上記コネクタ C 7 3 が設けられている。また、バックボード 7 a の例えば前表面には、上記主電源と接続されるコネクタ C 7 7 が設けられている。すなわち、バックボード 7 a には、高い電圧システムの動力線が配置されており、バックボード 7 a は、動力系のバックボードを構成する。

[0075] バックボード 7 b の後表面には、上記コネクタ C 7 1, C 7 2, C 7 4, C 7 5 が設けられている。また、バックボード 7 b の前表面には、エンコーダ部 3 と接続されるコネクタ C 7 6 が設けられている。すなわち、バックボード 7 b には、低い電圧システムの信号線が配置されており、バックボード 7 b は、制御系のバックボードを構成する。

[0076] また、バックボード 7 a には、上記ねじ S 2 が挿通される挿通孔 7 3 が形成された固定片部 7 2 が設けられている。ねじ S 2 は、基板ユニット 7 0 の前側からバックボード 7 a の挿通孔 7 3 に挿通され、フレーム筐体部 6 0 の前面部に締結されている。これにより、基板ユニット 7 0 は、上記フレーム筐体部 6 0 の開口部 6 0 1 に取り付けられ、フレーム筐体部 6 0 の前面部に固定されている。この際、上記コネクタ C 7 7 は、上記フレーム筐体部 6 0 の挿入孔 6 0 6 に挿入される。また、アンプ部 4 が上記エンコーダカバー 3 0 の後面部の外面に取り付けられる際、上記コネクタ C 7 6 等の部品及び上記ねじ S 2 の頭部は、それぞれ上記エンコーダカバー 3 0 の挿入孔 3 4 及び凹部 3 3 に挿入される。

[0077] なお、上記で説明したバックボード 7 の構成は、あくまで一例であり、バ

ックボード 7 は、基板 5 a ～ 5 e の少なくとも 1 枚を電氣的に接続可能な構成であれば、上記以外の構成であってもよい。例えば、バックボード 7 は、複数のバックボードにより構成されるが、複数のバックボードが樹脂 7 1 により一体的に封止された構成でなくてもよい。また、バックボード 7 を 1 枚のバックボードで構成してもよい。また、基板 5 a ～ 5 e をバックボード 7 を用いずに（例えばケーブルやコネクタ等により）電氣的に接続してもよい。

[0078] < 3. モータの製造方法の例 >

次に、図 9 を参照しつつ、モータ 1 の製造方法の一例について説明する。

[0079] 図 9 に示すように、モータ 1 の製造方法によるモータ 1 の製造工程（組立工程）では、主工程が実行される前に（又は主工程と並行して）、パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との接続工程、及び、基板ユニット 7 0 の製造工程が実行される。

[0080] パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との接続工程では、パワー基板 5 a のスイッチ基板 5 3、スイッチング素子 SW、ボンディングワイヤ W、高背部品 1 0 a 2 等が、樹脂 5 9 により封止される。また、ゲート基板 5 b の電子部品 1 0 b 等が、樹脂により封止される。そして、樹脂封止されたパワー基板 5 a と樹脂封止されたゲート基板 5 b との間にパレット P a 1 が介在された状態で、パワー基板 5 a のピン端子 P がゲート基板 5 b に取り付けられ、例えば半田等により接続（接合）される。これにより、パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との結合体が完成する。

[0081] また、基板ユニット 7 0 の製造工程では、バックボード 7 a, 7 b が、例えば半田等により接続（接合）された後、樹脂 7 1 により一体的に封止される。これにより、基板ユニット 7 0 が完成する。

[0082] また、主工程では、フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 に、熱伝導性シート 9 b を介して電源基板 5 c が組み付けられる。また、フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 に、熱伝導性シート 9 c 及びパレット P a 3 を介して DC 入力基板 5 d が組み付けられる。その後、電源基板 5 c 及び DC 入力基板 5 d

が固定されたフレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 における D C 入力基板 5 d 側に、パレット P a 4 を介して制御基板 5 e が組み付けられる。そして、電源基板 5 c、D C 入力基板 5 d、及び制御基板 5 e が固定されたフレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 における電源基板 5 c 側に、パレット P a 2 を介して上記パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との結合体におけるゲート基板 5 b 側が組み付けられる。以上により、フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 に、基板 5 a ～ 5 e が並設された状態で固定される。

[0083] その後、フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5、及び、延設部 6 5 に固定された基板 5 a ～ 5 e が、開口部 6 0 2 から軸心 A X 方向に沿ってフレーム筐体部 6 0 に挿入される。この際、延設部 6 5 及び各基板 5 a ～ 5 e は、ゲート基板 5 b、電源基板 5 c、D C 入力基板 5 d、制御基板 5 e の各々の上下両端部がフレーム筐体部 6 0 内のガイド部材 8 a、8 b の溝 8 1 ～ 8 4 にそれぞれ嵌合されるように挿入される。

[0084] そして、基板ユニット 7 0 が、バックボード 7 a、7 b の各コネクタがフレーム筐体部 6 0 内のゲート基板 5 b、電源基板 5 c、D C 入力基板 5 d、及び制御基板 5 e の対応する各コネクタと接続されるように、フレーム筐体部 6 0 の開口部 6 0 1 に組み付けられる。

[0085] その後、放熱板部 6 1 a が、嵌合部 6 6 a の先端面 6 7 a が熱伝導性シート 9 a を介してフレーム筐体部 6 0 内のパワー基板 5 a に接触されるように、フレーム筐体部 6 0 の右面部の外面（開口部 6 0 4）に組み付けられる。また、放熱板部 6 1 b が、嵌合部 6 6 b の先端面 6 7 b が熱伝導性シート 9 d を介してフレーム筐体部 6 0 内の制御基板 5 e の電子部品 1 0 e に接触されるように、フレーム筐体部 6 0 の左面部の外面（開口部 6 0 3）に組み付けられる。これにより、アンプ部 4 が完成する。

[0086] そして、アンプ部 4 がエンコーダ部 3 のエンコーダカバー 3 0 の反負荷側の外面に組み付けられる。これにより、モータ部 2、エンコーダ部 3、及びアンプ部 4 を有するモータ 1 が完成する。

[0087] 上記で説明したモータ 1 の製造方法による各工程は、1 つ以上の製造装置

により自動的に実行される。但し、当該各工程の一部は、人手により実行されてもよい。

[0088] また、上記で説明したモータ 1 の製造方法によるモータ 1 の製造工程は、あくまで一例であり、モータ 1 の製造工程は、上記で説明した順序に沿って時系列的に行われる工程はもちろん、必ずしも時系列的に実行されなくても、並列的に又は個別的に実行される工程をも含む。また、時系列的に実行される工程でも、場合によっては適宜順序を変更することが可能である。また、上記では、パワー基板 5 a を、フレームカバー部 6 3 の延設部 6 5 に固定した状態でフレーム筐体部 6 0 に挿入したが、放熱板部 6 1 a に熱伝導性シート 9 a を介して組み付けた状態でフレーム筐体部 6 0 に挿入してもよい。

[0089] <4. 第 1 実施形態による効果の例>

以上説明したように、本実施形態のモータ 1 は、モータ部 2 とアンプ部 4 とを備えたアンプ一体型のモータである。

[0090] このようなモータ 1 において、仮に、アンプ部 4 の基板 5 a ~ 5 e をそれらの面方向が軸心 A X 方向に垂直となるように配置した場合、モータ部 2 とは反対側の端部に配置された基板 5 については放熱性が良いが、内側に配置されたその他の基板 5 については放熱性が低くなり、熱がアンプ部 4 内にこもりやすい。また、モータ 1 を径方向に小型化する場合の放熱面積への影響が大きいので、放熱性の面で小型化が制約される可能性がある。

[0091] 本実施形態では、アンプ部 4 の基板 5 a ~ 5 e は、それらの面方向が軸心 A X 方向に沿うように配置される。すなわち、モータ 1 の組立時に、アンプ部 4 の基板 5 a ~ 5 e をフレーム筐体部 6 0 に軸心 A X 方向に沿って挿入することで、組み立てられたモータ 1 のアンプ部 4 では、基板 5 a ~ 5 e はそれらの面方向が軸心 A X 方向に沿うように並設されることとなる。これにより、少なくとも両端に配置された基板 5 a, 5 e について放熱性を良くすることができるので、アンプ部 4 の放熱性を高めることができる。また、モータ 1 を径方向に小型化する場合の放熱面積への影響を少なくできるので、さらなる小型化が可能となる。

[0092] また、本実施形態では特に、フレーム6が、パワー基板5aの熱を放熱する放熱板部61aと、制御基板5eの熱を放熱する放熱板部61bとを有する。これにより、基板5a、5eの熱をフレーム6（の放熱板部61a、61b）に伝熱させて効率的に放熱できるので、アンプ部4の放熱性を高めることができる。

[0093] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわち、基板5a、5eの部品面には、複数の電子部品が実装されている。このとき、各電子部品の高さの相違によって、基板5a、5eの部品面には、凹凸が生じる。そこで、パワー基板5aと放熱板部61aとの間、制御基板5eと放熱板部61bとの間に熱伝導性シート9a、9dを設けることにより、上記電子部品による凹凸を吸収し、基板5a、5eの電子部品と放熱板部61a、61bとの熱的な接触面積を増大することができる。したがって、基板5a、5eの放熱性を高めることができる。また、本実施形態のように、熱伝導部材として、熱伝導に異方性を持たせた熱伝導性シート9a、9dを用いることで、基板5a、5eから放熱板部61a、61bへの熱伝導率を高め、放熱性をさらに高めることが可能となる。

[0094] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわち、仮に、放熱板部61a、61bとフレーム筐体部60とを一体構造とした場合、基板5a、5eをフレーム6に対し軸心AX方向に挿抜する構造上、パワー基板5aと放熱板部61aとの間及び制御基板5eと放熱板部61bとの間に隙間を設ける等が必要となり、基板5a、5eと放熱板部61a、61bとの熱的な接触面積の減少を招く可能性がある。本実施形態では、放熱板部61a、61bをフレーム筐体部60に対し着脱可能な構成とするので、基板5a、5eをフレーム筐体部60に収容した後で放熱板部61a、61bをフレーム筐体部60に取り付けることができる。これにより、基板5a、5eと放熱板部61a、61bとの熱的な接触面積を確保することが可能となり、放熱性を高めることができる。

[0095] また、本実施形態では特に、フレームカバー部63が、基板5c、5dの

熱を放熱する。基板 5 が 3 枚以上の場合、両端を除く中間位置に配置された基板 5 c, 5 d の熱は放熱しにくく、アンプ部 4 内にこもりやすい。本実施形態では、基板 5 c, 5 d の熱をフレームカバー部 6 3 を介してモータ部 2 とは反対側に放熱することができるので、アンプ部 4 の放熱性をさらに高めることができる。

[0096] また、本実施形態では特に、フレームカバー部 6 3 に、基板 5 a ~ 5 e が並設された状態で固定される。これにより、基板 5 a ~ 5 e の固定構造を堅固にできる。また、モータ 1 の組立作業時に、フレームカバー部 6 3 をモータ部 2 とは反対側からアンプ部 4 に装着することで、基板 5 a ~ 5 e を一度に取り付けることができるので、モータ 1 の組立作業を容易化できる。また、基板 5 a ~ 5 e をフレームカバー部 6 3 に固定する際に、樹脂製のパレット P a 1 ~ P a 4 等を介して基板 5 a ~ 5 e を積層させることで、必要な基板間距離（絶縁距離）を確保することが可能となる。また、基板 5 a ~ 5 e をフレームカバー部 6 3 に固定する際に、必要な基板間のコネクタ接続等を予め行っておくことで、その後の組立作業を容易化することが可能である。

[0097] また、本実施形態では特に、フレームカバー部 6 3 が、フレーム 6 のモータ部 2 とは反対側の壁部を構成するフレーム壁部 6 4 と、フレーム筐体部 6 0 内においてフレーム壁部 6 4 から軸心 A X 方向に沿って延設され、基板 5 a ~ 5 e が固定される延設部 6 5 とを有する。これにより、フレーム 6 の一部であるフレーム壁部 6 4 を、基板 5 c, 5 d の放熱部材及び固定部材として活用することができる。したがって、アンプ部 4 の放熱性を高めることができると共に、部品の削減やモータ 1 の小型化が可能となる。

[0098] また、本実施形態では特に、バックボード 7 を用いて基板 5 b ~ 5 e 間の接続を行う。これにより、アンプ部 4 内の省配線化が可能となる。

[0099] また、本実施形態では特に、バックボード 7 が、軸心 A X 方向に並設されたバックボード 7 a, 7 b が樹脂 7 1 により一体的に封止された構成である。これにより、バックボード 7 を、動力系のバックボードと制御系のバックボードとに分離した構成とすることが可能となる。その結果、高い電圧系統

の動力線と低い電圧系統の信号線とが1つのバックボード上に混在するのを回避でき、絶縁またはノイズ等に対する信頼性を向上できる。また、バックボード7a, 7bを一体的に樹脂封止することでユニット化でき、組立作業性を向上できる。

[0100] また、本実施形態では特に、アンプ部4が、フレーム筐体部60の内側に配置され、基板5b~5eが嵌合される溝81~84が軸心AX方向に沿って形成されたガイド部材8a, 8bを有する。ガイド部材8a, 8bの溝81~84により、基板5a~5eをフレーム筐体部60に挿抜する際に基板5b~5eが軸心AX方向に案内されるので、基板5a~5eの挿抜作業が容易となる。また、ガイド部材8a, 8bの溝81~84により基板5b~5eの間隔を固定（位置決め）できるので、必要な基板間距離（絶縁距離）を確保することができる。

[0101] また、本実施形態では特に、基板5a~5eは、当該基板5a~5eの端部に配置され、インバータ回路50aを構成するスイッチング素子SWを備えたパワー基板5aを含む。これにより、比較的発熱量の大きいパワー基板5aの放熱性を確保できる。

[0102] また、本実施形態では特に、基板5a~5eは、当該基板5a~5eのパワー基板5aとは反対側の端部に配置され、制御回路50eを備えた制御基板5eを含む。これにより、制御基板5eをパワー基板5aから離間させてノイズの影響を低減することができる。また、制御基板5e（のCPUやASIC等による熱）の放熱性を確保できる。

[0103] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。

[0104] 以下、図10に、比較例の構成を示す。図10に示す比較例では、スイッチング素子SWが搭載されたスイッチ基板53は、熱伝導性を有するベースBを介してヒートシンク100（「本実施形態の放熱板部61a」に相当）に取り付けられている。スイッチング素子SWのICチップは、パッケージ57に封入されている。また、スイッチ基板53は、ヒートシンク100とは反対側に位置するパワー基板5aにピン端子58により接続されている。

- [0105] 本実施形態では、スイッチング素子SWに対してパワー基板5aと放熱板部61aとが同一方向側に配置される。これにより、本実施形態のようにスイッチング素子SWのICチップをパッケージに封入せずにそのままパワー基板5aに実装するベアチップ実装が可能となる。したがって、スイッチング素子SWを小型化できる。さらに、上記比較例の構成の場合、ヒートシンク100とパワー基板5aとの間にスイッチング素子SWの高さ分の無駄な空間が必要となる。本実施形態では、放熱板部61aとパワー基板5aとの間に熱伝導性シート9aが配置され、スイッチング素子SWは配置されないため、上記無駄な空間を少なくできる。以上により、アンプ部4の小型化を実現できる。
- [0106] また、本実施形態では、パワー基板5aと放熱板部61aの先端面67aとの間に、パワー基板5aの右表面52の少なくともスイッチング素子SWに対応する領域に接触する熱伝導性シート9aが配置されるので、スイッチング素子SWの熱をパワー基板5aから放熱板部61aに効率良く伝熱できる。したがって、アンプ部4の放熱性を確保できる。
- [0107] また、本実施形態では特に、パワー基板5aのスイッチング素子SWに対応する領域には、貫通孔55内に熱伝導性材料56が充填されたサーマルビア54が形成される。これにより、サーマルビア54形成部分ではパワー基板5aの厚み方向の熱抵抗を小さくできるので、スイッチング素子SWの熱を熱伝導性シート9aに効率的に伝熱できる。したがって、アンプ部4の放熱性を高めることができる。
- [0108] また、本実施形態では特に、熱伝導性シート9aとして、熱伝導率に異方性を有する樹脂シートを用いる。この際、本実施形態のように面方向の熱伝導率が厚み方向よりも高い異方性を有する樹脂シートである熱伝導性シート9aを用いることで、スイッチング素子SWの熱をパワー基板5aのスイッチング素子SWに対応する領域から面方向に拡散させて、さらに効率良く放熱板部61aに伝熱させることが可能となる。したがって、アンプ部4の放熱性をさらに高めることができる。また、樹脂製の熱伝導性シート9aを用

いることでパワー基板 5 a と放熱板部 6 1 a との絶縁を確保できると共に、金属同士の接合を少なくできるので半田の使用量を低減できる。

[0109] また、本実施形態では特に、パワー基板 5 a の右表面 5 2 には、パワー基板 5 a の厚み方向の寸法が熱伝導性シート 9 a よりも小さい低背部品 1 0 a 1 が配置される。これにより、右表面 5 2 に配置された低背部品 1 0 a 1 が熱伝導性シート 9 a により被覆される構造となるので、熱伝導性シート 9 a と放熱板部 6 1 a の先端面 6 7 a との熱的な接触面積を増大でき、アンプ部 4 の放熱性をさらに高めることができる。また、パワー基板 5 a の右表面 5 2 にパワー基板 5 a の厚み方向の寸法が比較的小さい低背部品 1 0 a 1 を配置し、左表面 5 1 に上記寸法が比較的大きい高背部品 1 0 a 2 をスイッチング素子 SW と共に配置することで、パワー基板 5 a を放熱板部 6 1 a の先端面 6 7 a に近接配置することができる。したがって、さらなる小型化を実現できる。

[0110] また、本実施形態では特に、スイッチング素子 SW が搭載されたスイッチ基板 5 3 がパワー基板 5 a の左表面 5 1 に配置される。そして、熱伝導性シート 9 a がパワー基板 5 a の右表面 5 2 の少なくともスイッチ基板 5 3 に対応する領域に接触するように配置される。これにより、スイッチング素子 SW の熱をスイッチ基板 5 3 からパワー基板 5 a を介して放熱板部 6 1 a に効率良く伝熱できる。また、スイッチ基板 5 3 を、本実施形態のようにセラミック等の熱伝導性の高い材質で構成することで、放熱性をさらに高めることが可能である。

[0111] なお、上記で説明した本実施形態による効果及び当該効果を得ることができる構成は、あくまで一例であり、本実施形態による効果及び当該効果を得ることができる構成は、上記内容に限定されるものではない。

[0112] < 5. 第 1 実施形態の変形例等 >

なお、第 1 実施形態は、上記内容に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を説明する。

[0113] (5-1. フレーム内面の凸部により伝熱する場合)

以下、図11を参照しつつ、本変形例のパワー基板5aの放熱性を高める構成の一例について説明する。

[0114] 図11に示すように、本変形例の放熱板部61a' (「第1放熱板部」の一例に相当)は、嵌合部66a'の先端面67a'からパワー基板5aに向けて突出した凸部610 (「熱伝導部材」の一例に相当)を備える。凸部610は、前述の熱伝導性シート9aに代わり、放熱板部61a'の先端面67a'とパワー基板5aの右表面52との間に、当該右表面52の前述のスイッチ基板53に対応する領域に接触するように配置されている。したがって、スイッチング素子SWの熱は、スイッチ基板53、パワー基板5a、及び凸部610を介して放熱板部61a'に伝熱され、放熱板部61a'により放熱される。

[0115] なお、本変形例では、放熱板部61a'、前述の放熱板部61b、及び前述のフレームカバー部63が、「フレームの少なくとも対向する2面を用いて基板の熱を放熱する手段」の一例に相当する。また、前述のサーマルビア54及び凸部610が、「電子部品の熱を第1基板を介してフレームに伝熱する手段」の一例に相当する。

[0116] 本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本変形例では、放熱板部61a'の先端面67a'からパワー基板5aに向けて突出した凸部610により、スイッチング素子SWの熱をパワー基板5aから放熱板部61a'に効率良く伝熱できる。また、熱伝導部材を別途容易する必要がないので、部品を削減でき、構成を簡素化できる。

[0117] (5-2. ガイド部材の段差に基板を嵌合する場合)

以下、図12を参照しつつ、本変形例のガイド部材の構成の一例について説明する。

[0118] 図12に示すように、本変形例では、フレーム筐体部60の内側に、ガイド部材8c、8dが固定されている。ガイド部材8c、8dは、それぞれフレーム筐体部60の右寄りの内面及び左寄りの内面の対応する位置に固定さ

れている。

- [0119] ガイド部材 8 c の右表面における上下方向中央部近傍には、軸心 A X 方向に沿った溝 8 0 1 が形成されている。溝 8 0 1 には、ゲート基板 5 b の左表面に配置された電子部品 1 0 b やコネクタ C b、ゲート基板 5 b の左側に突出したピン端子 P の先端部等が配置されている。また、ガイド部材 8 c の右表面における溝 8 0 1 の上下両縁部には、段差 8 5, 8 5 (「凹部」の一例に相当) が軸心 A X 方向に沿って (例えば軸心 A X 方向と平行に) 形成されている。段差 8 5, 8 5 には、ゲート基板 5 b が嵌合されている。
- [0120] ガイド部材 8 c の左表面における上下方向中央部近傍には、軸心 A X 方向に沿った溝 8 0 2 が形成されている。また、ガイド部材 8 c の左表面における溝 8 0 1 の上下両縁部には、段差 8 6, 8 6 (「凹部」の一例に相当) が軸心 A X 方向に沿って (例えば軸心 A X 方向と平行に) 形成されている。段差 8 6, 8 6 には、電源基板 5 c が嵌合されている。
- [0121] ガイド部材 8 d の右表面における上下方向中央部近傍には、軸心 A X 方向に沿った溝 8 0 3 が形成されている。溝 8 0 3 には、D C 入力基板 5 d の左表面に配置された電子部品 1 0 d 等が配置されている。また、ガイド部材 8 d の右表面における溝 8 0 3 の上下両縁部には、段差 8 7, 8 7 (「凹部」の一例に相当) が軸心 A X 方向に沿って (例えば軸心 A X 方向と平行に) 形成されている。段差 8 7, 8 7 には、D C 入力基板 5 d が嵌合されている。
- [0122] ガイド部材 8 d の左表面における上下方向中央部近傍には、軸心 A X 方向に沿った溝 8 0 4 が形成されている。溝 8 0 4 には、制御基板 5 e の右表面に配置されたコネクタ C e 等が配置されている。また、ガイド部材 8 d の左表面における溝 8 0 4 の上下両縁部には、段差 8 8, 8 8 (「凹部」の一例に相当) が軸心 A X 方向に沿って (例えば軸心 A X 方向と平行に) 形成されている。段差 8 8, 8 8 には、制御基板 5 e が嵌合されている。
- [0123] 本変形例においても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。すなわち、本変形例によれば、基板 5 a ~ 5 e をフレーム筐体部 6 0 に挿抜する際に、ガイド部材 8 c, 8 d の段差 8 5 ~ 8 8 により基板 5 b ~ 5 e

が軸心 A X 方向に案内されるので、基板 5 a ~ 5 e の挿抜作業が容易となる。また、ガイド部材 8 c, 8 d の段差 8 5 ~ 8 8 により基板 5 b ~ 5 e の間隔を固定できるので、必要な基板間距離を確保することができる。

[0124] (5-3. コネクタにより基板同士を直接的に電氣的に接続する場合)

以下、図 13 を参照しつつ、本変形例の基板 5 a ~ 5 e ・バックボードの接続関係の一例について説明する。

[0125] 図 13 に示すように、本変形例では、DC 入力基板 5 d には、3 つのコネクタ C d 1, C d 2, C d 3 が設けられている。パワー基板 5 a は、上記第 1 実施形態と同様、電力ケーブル E C 2 を介して DC 入力基板 5 d と接続されると共に、電力ケーブル E C 1 を介して前述のモータ部 2 と接続されている。また、パワー基板 5 a には、コネクタ C a が設けられている。ゲート基板 5 b には、3 つのコネクタ C b, C c 2, C b 3 が設けられている。制御基板 5 e には、コネクタ C e が設けられている。電源基板 5 c には、3 つのコネクタ C c, C c 2, C c 3 が設けられている。

[0126] また、本変形例のバックボード 7' には、コネクタ C 7 1, C 7 2, C 7 3, C 7 4, C 7 5 を含む複数のコネクタが設けられている。

[0127] そして、パワー基板 5 a 及びゲート基板 5 b は、上記第 1 実施形態と同様、前述のピン端子 P を介して機械的及び電氣的に接続されている。

[0128] また、ゲート基板 5 b は、上記コネクタ C b がバックボード 7' のコネクタ C 7 1 と接続されており、電源基板 5 c は、上記コネクタ C c がバックボード 7' のコネクタ C 7 2 と接続されており、DC 入力基板 5 d は、上記コネクタ C d 1, C d 2 がそれぞれバックボード 7' のコネクタ C 7 3, C 7 4 と接続されており、制御基板 5 e は、上記コネクタ C e がバックボード 7' のコネクタ C 7 5 と接続されている。また、前述のエンコーダ部 3 は、バックボード 7' と電氣的に接続されている。これにより、ゲート基板 5 b 及び制御基板 5 e、電源基板 5 c 及び制御基板 5 e、DC 入力基板 5 d 及び主電源、DC 入力基板 5 d 及び制御基板 5 e、エンコーダ部 3 及び制御基板 5 e が、それぞれバックボード 7' を介して電氣的に接続されている。

[0129] さらに、パワー基板 5 a は、上記コネクタ C a がゲート基板 5 b の上記コネクタ C b 2 と接続されており、ゲート基板 5 b は、上記コネクタ C b 3 が電源基板 5 c の上記コネクタ C c 2 と接続されており、電源基板 5 c は、上記コネクタ C c 3 が DC 入力基板 5 d の上記コネクタ C d 3 と接続されている。これにより、パワー基板 5 a 及びゲート基板 5 b、ゲート基板 5 b 及び電源基板 5 c、電源基板 5 c 及び DC 入力基板 5 d が、それぞれコネクタ C a、C b 2、コネクタ C b 3、C c 2、コネクタ C c 3、C d 3 により直接的に電氣的に接続されている。

[0130] なお、コネクタ C a、C b 2、C b 3、C c 2、C c 3、C d 3 は、「複数の基板同士を電氣的に接続するコネクタ」の一例に相当する。

[0131] なお、上記で説明した基板 5 a～5 e・バックボード 7' の接続関係は、あくまで一例であり、基板 5 a～5 e・バックボード 7' の接続関係は、上記以外の内容であってもよい。例えば、上記では、ゲート基板 5 b 及び制御基板 5 e、電源基板 5 c 及び制御基板 5 e、DC 入力基板 5 d 及び主電源、DC 入力基板 5 d 及び制御基板 5 e、エンコーダ部 3 及び制御基板 5 e を、それぞれバックボード 7' を介して電氣的に接続したが、これらの一部又は全部をコネクタにより直接的に電氣的に接続してもよい。また、上記では、パワー基板 5 a 及びゲート基板 5 b、ゲート基板 5 b 及び電源基板 5 c、電源基板 5 c 及び DC 入力基板 5 d を、それぞれコネクタ C a、C b 2、コネクタ C b 3、C c 2、コネクタ C c 3、C d 3 により直接的に電氣的に接続したが、これらの一部又は全部をバックボードを介して電氣的に接続してもよい。

[0132] 本変形例においても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本変形例では、コネクタ C a、C b 2 を用いて基板 5 a、5 b 間の直接接続を行い、コネクタ C b 3、C c 2 を用いて基板 5 b、5 c 間の直接接続を行い、コネクタ C c 3、C d 3 を用いて基板 5 c、5 d 間の直接接続を行う。これにより、アンプ部 4 内のさらなる省配線化が可能となる。

[0133] <第 2 実施形態>

< 6. モータの概略構成の例 >

図 1 4 ~ 図 1 6 を参照しつつ、第 2 実施形態のモータの概略構成の一例について説明する。なお、図 1 4 ~ 図 1 6 において図 1 ~ 図 4 等と同様の構成については同一の符号を付して、適宜説明を省略又は簡略化する。

[0134] 図 1 4 に示すように、本実施形態のモータ 1 A は、モータ部 2 と、エンコーダ部 3 と、アンプ部 4 A とを有する、アンプ一体型のエンコーダ付きモータである。本実施形態のモータ 1 A は、アンプ部 4 A の構成が、後述するように、上記第 1 実施形態のモータ 1 のアンプ部 4 と異なる。その他の構成は、上記第 1 実施形態のモータ 1 と同様である。

[0135] < 7. アンプ部の構成の例 >

次に、図 1 4 ~ 図 1 6 を参照しつつ、アンプ部 4 A の構成の一例について説明する。また、必要に応じてモータ部 2 やエンコーダ部 3 の構成の一例についても適宜説明する。なお、各図中では、アンプ部 4 A の構成要素の図示を適宜省略している。

[0136] 図 1 5 に示すように、アンプ部 4 A は、エンコーダ部 3 が備えるエンコーダカバー 3 0 の反負荷側（後側）の外面に例えば 4 つのねじ S 1 により固定されている。アンプ部 4 A は、主電源（図示せず）から入力される直流電力を交流電力（この例では 3 相交流電力）に変換し、モータ部 2 に供給する。

[0137] 図 1 4 ~ 図 1 6 に示すように、アンプ部 4 A は、複数（この例では 5 つ）の上記基板 5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 5 e と、基板 5 b ~ 5 e を電氣的に接続し、データバスを構成する上記バックボード 7 と、複数の基板 5 a ~ 5 e を収容するフレーム 6 A とを有する。

[0138] (7 - 1. フレームの構成の例)

図 1 4 ~ 図 1 6 に示すように、フレーム 6 A は、例えば略 H 型形状（H を左右方向に横倒しにした形状）のフレーム部 6 0 A と、略長方形板状の 2 つの放熱性を有する上記放熱板部 6 1 a, 6 1 b と、略四角形状の放熱性を有するフレーム壁部 6 4 A とを有する。フレーム部 6 0 A には、上記基板 5 a ~ 5 e が並列された状態で収容されている。

[0139] フレーム部60Aは、受熱部170と、2つの放熱部162, 164とを有する。受熱部170は、上下方向に立設されており、軸心AX方向に沿った平板状の部材である。放熱部162は、受熱部170の上端に左右方向略中央部が接続された平板状の部材である。放熱部164は、受熱部170の下端に左右方向略中央部が接続された平板状の部材である。2つの放熱部162, 164は、受熱部170を挟んで対向配置されている。受熱部170は、複数の基板5a~5eの間、この例では基板5c, 5dの間に当該基板の面方向に沿って配置され、基板5c, 5dの熱を受ける。受熱部170の上端に接続された放熱部162は、フレーム6Aの上側の外壁を構成し、受熱部170の下端に接続された放熱部164は、フレーム6Aの下側の外壁を構成する。これら受熱部170及び放熱部162, 164は、アルミ等の放熱性を有する材料で例えば押出し材により一体に形成されている。

[0140] 図15に示すように、放熱部162, 164は、受熱部170の前端部よりも前方に延出されており、放熱部162, 164間の受熱部170の前方側に基板ユニット70を組み付ける空間部180が形成されている。また、放熱部162の左右両端部には、それぞれ放熱板部61aの上端部、放熱板部61bの上端部が取り付けられる取り付け部162aが形成されている。同様に、放熱部164の左右両端部には、それぞれ放熱板部61aの下端部、放熱板部61bの下端部が取り付けられる取り付け部164aが形成されている。また、放熱部162及び放熱部164の前後両端部の左右両端には、例えば略四半円状の鰐部615が設けられている。各鰐部615には、上記ねじS1が挿通される挿通孔605が貫通形成されている。

[0141] 放熱板部61aは、フレーム部60Aの右側の上・下の取り付け部162a, 164aに例えばねじ等（図示省略）により着脱可能に取り付けられ、フレーム6Aの右側の外壁を構成する。放熱板部61aの内面には、フレーム部60Aの取り付け部162a, 164aの間に嵌合される例えば凸状の嵌合部66aが形成されている。また、放熱板部61aの内面、具体的には嵌合部66aの先端面67aの近傍には、上記パワー基板5aが配置されて

おり、放熱板部 6 1 a は、伝熱されるパワー基板 5 a の熱を放熱する。

[0142] 放熱板部 6 1 b は、フレーム部 6 0 A の左側の上・下の取り付け部 1 6 2 a, 1 6 4 a に例えばねじ等（図示省略）により着脱可能に取り付けられ、フレーム 6 A の左側の外壁を構成する。放熱板部 6 1 b の内面には、フレーム部 6 0 A の取り付け部 1 6 2 a, 1 6 4 a の間に嵌合される例えば凸状の嵌合部 6 6 b が形成されている。また、放熱板部 6 1 b の内面、具体的には嵌合部 6 6 b の先端面 6 7 b の近傍には、上記制御基板 5 e が配置されており、放熱板部 6 1 b は、伝熱される制御基板 5 e の熱を放熱する。

[0143] フレーム壁部 6 4 A は、フレーム部 6 0 A のモータ部 2 とは反対側（後側）に取り付けられており、フレーム 6 A の後側の外壁を構成する。フレーム壁部 6 4 A の例えば四隅には、上記ねじ S 1 が挿通される挿通孔 6 4 1 が貫通形成されている。各ねじ S 1 は、フレーム壁部 6 4 A の後側から挿通孔 6 4 1 及びフレーム部 6 0 A の挿通孔 6 0 5 に挿通され、上記エンコーダカバー 3 0 のねじ穴 3 1 に締結されている。これにより、フレーム部 6 0 A は、エンコーダカバー 3 0 の後側に固定され、フレーム壁部 6 4 A は、フレーム部 6 0 A の後側に固定される。

[0144] 受熱部 1 7 0 には、上記基板 5 a ～ 5 e が並設された状態で固定されている。具体的には、パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との間、ゲート基板 5 b と電源基板 5 c との間、電源基板 5 c と DC 入力基板 5 d との間、DC 入力基板 5 d と制御基板 5 e との間には、それぞれスペーサとなる例えば樹脂製のパレット P a 1, P a 2, P a 3, P a 4 が配置されている。なお、図 1 4、図 1 6 中では、パレット P a 1 ～ P a 4 の図示を省略している。そして、受熱部 1 7 0 には、基板 5 a ～ 5 e がパレット P a 1 ～ P a 4 を介して積層された状態で固定されている。なお、詳細構造の図示は省略するが、パレット P a 3 は受熱部 1 7 0 を跨るような形状となっており、電源基板 5 c と DC 入力基板 5 d の両方に接触して固定される。但し、パレット P a 3 はこの形状に限定されるものではなく、2 種類のパレット P a 3 に分割しても良い（電源基板 5 c と受熱部 1 7 0 との間、DC 入力基板 5 d と受熱部 1 7 0

との間の２種類）。受熱部１７０の左右両側には、電源基板５ｃ及びＤＣ入力基板５ｄが受熱部１７０を挟むように配置されており、フレーム部６０Ａは、特にこれら２枚の基板５ｃ、５ｄから伝熱される熱を効率的に放熱する（詳細は後述）。

[0145] なお、上記で説明したフレーム６Ａの構成は、あくまで一例であり、フレーム６Ａは、基板５ａ～５ｅを収容可能な構成であれば、上記以外の構成であってもよい。例えば、放熱板部６１ａ、６１ｂの一方又は両方をフレーム部６０Ａに着脱不能（フレーム部６０Ａと一体の場合も含む）としてもよい。また、フレーム６Ａは、放熱板部６１ａ、６１ｂのうち一方のみ備えてもよい。あるいは、フレーム６Ａは、放熱板部６１ａ、６１ｂの両方を備えなくてもよい。また、フレーム部６０Ａが放熱する基板５は、基板５ｃ、５ｄの両方に限定されるものではなく、基板５ｃのみ又は基板５ｄのみであってもよい。また、フレーム部６０Ａは、基板５ｃ、５ｄに加え又は代え、基板５ｂ等の熱を放熱してもよい。また、フレーム部６０Ａは、基板５が固定される受熱部１７０を複数備えてもよい。

[0146] （７－２．基板の放熱性を高める構成の例）

図１４～図１６に示すように、パワー基板５ａは、上記パレットＰａ１、Ｐａ２、Ｐａ３等を介して受熱部１７０に固定される。パワー基板５ａは、上記ピン端子Ｐがゲート基板５ｂに取り付けられ、上記放熱板部６１ａの先端面６７ａの近傍に配置されている。パワー基板５ａの上記先端面６７ａとは反対側に位置する左表面５１には、比較的発熱量の大きな電子部品である上記複数のスイッチング素子ＳＷが配置されている。放熱板部６１ａの先端面６７ａとパワー基板５ａの当該先端面６７ａ側に位置する右表面５２との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート９ａが配置されている。この熱伝導性シート９ａには、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートが用いられている。なお、図１５中では、熱伝導性シート９ａの図示を省略している。パワー基板５ａは、熱伝導性シート９ａを介して放熱板部６１ａの先端面６７ａに接触しており、放熱板部６１ａは、熱伝導性シート９ａを介して伝熱さ

れるパワー基板 5 a の熱を放熱する。

[0147] 制御基板 5 e は、上記パレット P a 4, P a 3 等を介して受熱部 1 7 0 に固定され、上記放熱板部 6 1 b の先端面 6 7 b の近傍に配置されている。制御基板 5 e の上記先端面 6 7 b 側に位置する左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子 S W よりも小さい複数の電子部品 1 0 e が配置されている。放熱板部 6 1 b の先端面 6 7 b と制御基板 5 e の左表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート 9 d が配置されている。なお、図 1 5 中では、熱伝導性シート 9 d の図示を省略している。熱伝導性シート 9 d は、上記熱伝導性シート 9 a と同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。制御基板 5 e の電子部品 1 0 e は、熱伝導性シート 9 d を介して放熱板部 6 1 b の先端面 6 7 b に接触しており、放熱板部 6 1 b は、熱伝導性シート 9 d を介して伝熱される電子部品 1 0 e の熱を放熱する。

[0148] ゲート基板 5 b は、上記パレット P a 2, P a 3 等を介して受熱部 1 7 0 に固定される。また、ゲート基板 5 b は、上記ピン端子 P 及び上記パレット P a 1 を介してパワー基板 5 a と固定され、パワー基板 5 a の近傍に配置されている。ゲート基板 5 b のパワー基板 5 a と反対側に位置する左表面には、例えば発熱量が小さい電子部品 1 0 b が配置されている。ゲート基板 5 b の電子部品 1 0 b 等は、樹脂（図示せず）により封止されている。

[0149] 電源基板 5 c は、上記パレット P a 3 等を介して受熱部 1 7 0 に固定され、上記フレーム部 6 0 A の受熱部 1 7 0 の右表面の近傍に配置されている。電源基板 5 c の上記受熱部 1 7 0 の右表面側に位置する左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子 S W よりも小さい電子部品 1 0 c が配置されている。受熱部 1 7 0 の右表面と電源基板 5 c の左表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート 9 b が配置されている。なお、図 1 5 中では、熱伝導性シート 9 b の図示を省略している。熱伝導性シート 9 b は、上記熱伝導性シート 9 a と同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。電源基板 5 c の電子部品 1 0 c は、熱伝導性シート 9 b を介して受熱部 1 7 0 の右表面に接触している。

[0150] DC入力基板5dは、上記パレットPa3等を介して受熱部170に固定され、上記フレーム部60Aの受熱部170の左表面の近傍に配置されている。DC入力基板5dの上記受熱部170の左表面側に位置する右表面やその反対側である左表面には、例えば発熱量が上記スイッチング素子SWよりも小さい電子部品10dが配置されている。受熱部170の左表面とDC入力基板5dの右表面との間には、熱伝導性を有する熱伝導性シート9cが配置されている。なお、図15中では、熱伝導性シート9cの図示を省略している。熱伝導性シート9cは、上記熱伝導性シート9aと同様、熱伝導率に異方性を持たせた樹脂シートである。DC入力基板5dの右表面側の電子部品10dは、熱伝導性シート9cを介して受熱部170の左表面に接触している。

[0151] したがって、受熱部170には、熱伝導性シート9b, 9cを介して電源基板5cやDC入力基板5dの電子部品10c, 10dの熱が伝熱される。フレーム部60Aは、受熱部170に伝熱された電子部品10c, 10dの熱を上・下の放熱部162, 164に伝熱し、放熱部162, 164から放熱する。

[0152] <8. モータの製造方法の例>

次に、図17を参照しつつ、モータ1Aの製造方法の一例について説明する。

[0153] 図17に示すように、本実施形態のモータの製造方法によるモータ1Aの製造工程（組立工程）では、主工程が実行される前に（又は主工程と並行して）、パワー基板5aとゲート基板5bとの接続工程、及び、基板ユニット70の製造工程が実行される。これら主工程以外の部分は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0154] 主工程では、フレーム部60Aの受熱部170に、熱伝導性シート9b及びパレットPa3を介して電源基板5cが組み付けられる。また、フレーム部60Aの受熱部170に、熱伝導性シート9c及びパレットPa3を介してDC入力基板5dが組み付けられる。但し、パレットPa3が2種類のパ

レット P a 3 に分割される場合（電源基板 5 c と受熱部 1 7 0 との間、D C 入力基板 5 d と受熱部 1 7 0 との間の 2 種類）も、上記同様に組み付けられる。その後、電源基板 5 c 及び D C 入力基板 5 d が固定された受熱部 1 7 0 における D C 入力基板 5 d 側に、パレット P a 4 を介して制御基板 5 e が組み付けられる。また、電源基板 5 c、D C 入力基板 5 d、及び制御基板 5 e が固定された受熱部 1 7 0 における電源基板 5 c 側に、パレット P a 2 を介して上記パワー基板 5 a とゲート基板 5 b との結合体におけるゲート基板 5 b 側が組み付けられる。以上により、フレーム部 6 0 A の受熱部 1 7 0 に、基板 5 a ～ 5 e が並設された状態で固定される。

[0155] その後、基板ユニット 7 0 が、バックボード 7 a、7 b の各コネクタがフレーム部 6 0 A 内のゲート基板 5 b、電源基板 5 c、D C 入力基板 5 d、及び制御基板 5 e の対応する各コネクタと接続されるように、フレーム部 6 0 A の空間部 1 8 0 内に組み付けられる。

[0156] その後、放熱板部 6 1 a が、嵌合部 6 6 a の先端面 6 7 a が熱伝導性シート 9 a を介してフレーム部 6 0 A 内のパワー基板 5 a に接触されるように、フレーム部 6 0 A の右側の取り付け部 1 6 2 a、1 6 4 a に組み付けられる。また、放熱板部 6 1 b が、嵌合部 6 6 b の先端面 6 7 b が熱伝導性シート 9 d を介してフレーム部 6 0 A 内の制御基板 5 e の電子部品 1 0 e に接触されるように、フレーム部 6 0 A の左側の取り付け部 1 6 2 a、1 6 4 a に組み付けられる。これにより、アンプ部 4 A が完成する。

[0157] そして、アンプ部 4 A がエンコーダ部 3 のエンコーダカバー 3 0 の反負荷側に組み付けられる。これにより、モータ部 2、エンコーダ部 3、及びアンプ部 4 A を有するモータ 1 A が完成する。

[0158] 上記で説明したモータ 1 A の製造方法による各工程は、1 つ以上の製造装置により自動的に実行される。但し、当該各工程の一部は、人手により実行されてもよい。

[0159] また、上記で説明したモータの製造方法によるモータ 1 A の製造工程は、あくまで一例であり、モータ 1 A の製造工程は、上記で説明した順序に沿っ

て時系列的に行われる工程はもちろん、必ずしも時系列的に実行されなくても、並列的に又は個別的に実行される工程をも含む。また、時系列的に実行される工程でも、場合によっては適宜順序を変更することが可能である。例えば、制御基板 5 e の組み付けと、パワー基板 5 a 及びゲート基板 5 b の結合体の組み付けとを、反対の順番で行ってもよい。また、基板ユニット 7 0 の組み付けと、放熱板部 6 1 a, 6 1 b の組み付けとを、反対の順番で行ってもよい。

[0160] < 9. 第 2 実施形態による効果の例 >

以上説明した第 2 実施形態のモータ 1 A によれば、前述の第 1 実施形態のモータ 1 と同様の効果の他、さらに以下のような効果を得ることができる。

[0161] すなわち、モータ 1 A では、アンプ部 4 A は、複数の基板 5 を収容するフレーム 6 A を有し、フレーム 6 A は、複数の基板 5 の間に面方向に沿って配置され、基板 5 の熱を受ける受熱部 1 7 0 と、受熱部 1 7 0 に接続され、フレーム 6 A の外壁を構成する放熱部 1 6 2, 1 6 4 とを有する。これにより、次の効果を奏する。

[0162] すなわち、複数の基板 5 が 3 枚以上の場合、特に両端を除く中間位置に配置された基板の熱は放熱しにくく、アンプ部内にこもりやすい。本実施形態では、フレーム 6 A が受熱部 1 7 0 と放熱部 1 6 2, 1 6 4 を有するので、中間位置に配置された基板（この例では基板 5 c, 5 d）の熱を受熱部 1 7 0 及び放熱部 1 6 2, 1 6 4 を介して外部に放熱することができる。したがって、アンプ部 4 A の放熱性を高めることができる。

[0163] また、本実施形態では特に、フレーム 6 A は、受熱部 1 7 0 の両端にそれぞれ接続され、対向して配置された 2 つの放熱部 1 6 2, 1 6 4 を有する。これにより、フレーム 6 A の外壁のうち少なくとも対向する 2 面（放熱部 1 6 2, 1 6 4）を利用して効率良く放熱することができるので、アンプ部 4 A の放熱性をさらに高めることができる。

[0164] また、基板 5 の熱を上下方向（2 方向）に伝熱して放熱させるので、第 1 実施形態のようにアンプ部 4 の後方（1 方向）に伝熱させる場合に比べて伝

熱経路を短縮でき、熱抵抗を低減できる。したがって、冷却性能を向上できる。

[0165] また、本実施形態では特に、アンプ部 4 A の左右方向における略中央に位置する受熱部 1 7 0 の左右両側に 2 つの基板 5 (D C 入力基板 5 d と電源基板 5 c) を取り付け、その後順番に外側の基板 5 (制御基板 5 e と、ゲート基板 5 b 及びパワー基板 5 a) を取り付けることで、モータ 1 A を組み立てる。これにより、第 1 実施形態のように複数の基板 5 をフレームカバー部に取り付けた後、基板 5 を組み付けた状態のフレームカバー部をフレームに挿入する工程が不要となるので、組み立て工程をシンプル化でき、モータ 1 A の生産性を向上できる。

[0166] < 1 0 . 第 2 実施形態の変形例等 >

なお、第 2 実施形態は、上記内容に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を説明する。

[0167] (1 0 - 1 . 受熱部と放熱部が別体である場合)

以下、図 1 8 を参照しつつ、本変形例の構成の一例について説明する。なお、図 1 8 において図 1 6 と同様の構成については同一の符号を付して、適宜説明を省略又は簡略化する。

[0168] 図 1 8 に示すように、本変形例のアンプ部 4 B のフレーム 6 B は、フレーム部 6 0 B と上記放熱板部 6 1 a , 6 1 b とを備える。フレーム部 6 0 B は、受熱部 1 7 2 と、受熱部 1 7 2 とは別体である放熱部 1 6 2 , 1 6 4 とを有する。受熱部 1 7 2 の上下両端には、放熱部 1 6 2 , 1 6 4 の左右方向略中央部の内面がそれぞれ接合されている。本変形例では、熱伝導性の高い接合方法であるかしめ接合が採用されている。但し、かしめ接合以外の接合方法、例えば焼きばめや冷やしばめ、ボルト締めやリベット締め、溶接等による接合としてもよい。受熱部 1 7 2 は、放熱部 1 6 2 , 1 6 4 を構成するアルミ等の材料よりも熱伝導率の高い材料、この例では銅で構成されている。

[0169] 本変形例によれば、次のような効果を得る。すなわち、上記第 2 実施形態

のように、仮にフレーム 6 B の放熱部 1 6 2, 1 6 4 と受熱部 1 7 2 を一体とした場合、フレーム 6 B に熱伝導率の高い材料（銅など）を使用して伝熱性能の向上を図る際に、フレーム 6 B の全体にその材料を使用することとなり、コストが増大する。本変形例では、放熱部 1 6 2, 1 6 4 と受熱部 1 7 2 とが別体である。これにより、受熱部 1 7 4 のみに熱伝導率の高い材料を使用することが可能となり、コストの増大を抑制しつつ伝熱性能を向上することができる。

[0170] (10-2. 放熱部が四角筒体を半割りにした形状である場合)

以下、図 1 9 及び図 2 0 を参照しつつ、本変形例の構成の一例について説明する。なお、図 1 9 及び図 2 0 において図 1 6 等と同様の構成については同一の符号を付して、適宜説明を省略又は簡略化する。

[0171] 図 1 9 及び図 2 0 に示すように、本変形例のアンブ部 4 C のフレーム 6 C は、受熱部 1 7 4 と、2 つの放熱部 6 0 C 1, 6 0 C 2 を有する。放熱部 6 0 C 1 と放熱部 6 0 C 2 は、四角筒体を半割りにした形状（略 C 型の形状）であり、受熱部 1 7 4 の左右方向両側に向い合せに配置される。放熱部 6 0 C 1 は、上記放熱板部 6 1 a と、放熱板部 6 1 a の上下両端に右端部が接続された上下 2 つの板状の放熱部 1 6 6 a, 1 6 8 a とを有する。放熱部 6 0 C 2 は、上記放熱板部 6 1 b と、放熱板部 6 1 b の上下両端に左端部が接続された上下 2 つの平板状の放熱部 1 6 6 b, 1 6 8 b とを有する。

[0172] 図 1 9 に示すように、放熱部 6 0 C 1 内には、上記基板 5 a ~ 5 c が並設された状態で固定されている。放熱部 6 0 C 2 内には、上記基板 5 d ~ 5 e が並設された状態で図示しない適宜の固定部材により固定されている。なお、図 1 9 では、ゲート基板 5 b をパワー基板 5 a にピン端子 P とともに固定する上記パレット P a 1、電源基板 5 c を固定する上記パレット P a 2、D C 入力基板 5 d を固定する上記パレット P a 4 を、それぞれ想像線（二点鎖線）で模式的に示す（図 2 0 でも同様）。パレット P a 1, P a 2 により一体的に結合された基板 5 a, 5 b, 5 c は、図示しない適宜の固定部材により放熱部 6 0 C 1 の内部に固定されている。また、パレット P a 4 により一

体的に結合された基板 5 d, 5 e は、図示しない適宜の固定部材により放熱部 60C2 の内部に固定されている。

[0173] 上記基板 5 a ~ 5 c 等を内部に設置した放熱部 60C1 及び上記基板 5 d ~ 5 e 等を内側に設置した放熱部 60C2 は、図 20 に示すように、受熱部 174 に対し両側から挟むように取り付けられ、アンプ部 4C が構成される。

[0174] 以上のように、本変形例では、半割り四角筒状の 2 つの放熱部 60C1, 60C2 が、受熱部 174 を挟むように両側から取り付けられる。これにより、受熱部 174 を小型化且つシンプル構造化できるので、受熱部 174 に熱伝導率の高い材料を使用し易くなり、コストの増大を抑制しつつ伝熱性能を向上できる。

[0175] また、本変形例では、それぞれの内部に基板 5 が固定された 2 つの放熱部 60C1, 60C2 を受熱部 174 の両側に取り付けてモータ 1A を組み立てる。放熱部 60C1, 60C2 が四角筒体を半割りとした形状のため、複数の基板 5 の固定作業が容易となり、組み立て工程をシンプル化できる。したがって、モータ 1A の生産性を向上できる。

[0176] (10-3. 放熱部の内部に封止材を充填する場合)

以下、図 21 及び図 22 を参照しつつ、本変形例の構成の一例について説明する。なお、図 21 及び図 22 において図 19 及び図 20 等と同様の構成については同一の符号を付して、適宜説明を省略又は簡略化する。

[0177] 図 21 及び図 22 に示すように、本変形例のアンプ部 4D は、上記 (10-2.) の変形例のアンプ部 4C と同様、四角筒体を半割りにした形状の略 C 型の 2 つの放熱部 60C1, 60C2 を備えたフレーム 6C を有する。

[0178] 本変形例では、図 21 に示すように、放熱部 60C1 の内部に上記基板 5 a ~ 5 c 等が収容された後、放熱部 60C1 の内部に樹脂 69 (封止材の一例) が充填される。これにより、放熱部 60C1 内の基板 5 a ~ 5 c 等が樹脂 69 で封止され、放熱部 60C1 をモジュール化することができる。同様に、放熱部 60C2 の内部に上記基板 5 d ~ 5 e 等が収容された後、放熱部

60C2の内部に樹脂69が充填される。これにより、放熱部60C2内の基板5d～5e等が樹脂69で封止され、放熱部60C2をモジュール化することができる。なお、各基板5a～5eは、樹脂69の充填時において金型により保持され、充填後は樹脂69により保持されるので、パレットPa1～Pa4は、パワー基板5aとゲート基板5bとを固定するパレットPa1を除き不要となる。

[0179] 図22に示すように、その後、モジュール化された放熱部60C1及び放熱部60C2は、受熱部174に対し両側から挟むように取り付けられ、アンプ部4Dが構成される。

[0180] 本変形例によれば、樹脂69により各基板5に実装された素子を保護できると共に、各基板5間の絶縁を確保することができる。また、樹脂69は空気よりも伝熱性に優れるので、各基板5の熱を樹脂69を介して放熱部60C1、60C2に伝熱し易くなり、伝熱性を向上できる。また、樹脂69により基板5を強固に固定できるので、基板5間のスペーサであるパレットPa2～Pa4が不要となり、部品数やコストを低減できる。さらに、樹脂69により2つの放熱部60C1、60C2を基板5と共にそれぞれモジュール化できるので、組み立て工程をシンプル化でき、モータの生産性を向上できる。

[0181] (10-4. その他)

以上の説明において、「垂直」「平行」「平面」等の記載がある場合には、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「垂直」「平行」「平面」等とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に垂直」「実質的に平行」「実質的に平面」等という意味である。

[0182] また、以上の説明において、外観上の寸法や大きさが「同一」「等しい」「異なる」等の記載がある場合は、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「同一」「等しい」「異なる」等とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に同一」「実質的に等しい」「実質的に異なる」等という意味である。

[0183] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせ利用してもよい。

[0184] その他、一々例示はしないが、上記実施形態や各変形例は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0185]	1	モータ
	1 A	モータ
	2	モータ部
	4	アンプ部
	4 A ~ D	アンプ部
	5 a	パワー基板（第 1 基板、基板の一例）
	5 b	ゲート基板
	5 c	電源基板（第 3 基板、基板の一例）
	5 d	D C 入力基板（第 3 基板、基板の一例）
	5 e	制御基板（第 2 基板、基板の一例）
	6	フレーム
	6 A ~ C	フレーム
	7	バックボード（中継基板の一例）
	7 '	バックボード（中継基板の一例）
	7 a, b	バックボード（中継基板の一例）
	8 a, b	ガイド部材
	8 c, d	ガイド部材
	9 a ~ d	熱伝導性シート（熱伝導部材、樹脂シートの一例）
	1 0 a 1	低背部品（部品の一例）
	5 0 a	インバータ回路（電力変換回路の一例）
	5 0 e	制御回路
	5 1	左表面（第 1 表面の一例）
	5 2	右表面（第 2 表面の一例）

5 3	スイッチ基板
5 4	サーマルビア
5 5	貫通孔
5 6	熱伝導性材料
6 0 C 1	放熱部
6 0 C 2	放熱部
6 3	フレームカバー部（放熱部材、基板固定部材の一例）
6 4	フレーム壁部
6 5	延設部
6 1 a	放熱板部（第 1 放熱板部の一例）
6 1 a'	放熱板部（第 1 放熱板部の一例）
6 1 b	放熱板部（第 2 放熱板部の一例）
6 9	樹脂（封止材の一例）
7 1	樹脂
8 1 ~ 8 4	溝（凹部の一例）
8 5 ~ 8 8	段差（凹部の一例）
1 6 2, 1 6 4	放熱部
1 6 6 a, b	放熱部
1 6 8 a, b	放熱部
1 7 0, 1 7 2, 1 7 4	受熱部
5 0 0	主回路部
6 0 3	開口部
6 0 4	開口部
6 1 0	凸部
A X	軸心（回転軸の一例）
C 1, C 2	放熱部
C a	コネクタ
C b 2, C b 3	コネクタ

C c 2, C c 3 コネクタ

C d 3 コネクタ

SW スイッチング素子（通電時に発熱する電子部品の一例）

請求の範囲

- [請求項1] 固定子及び回転子を備えたモータ部と、
面方向が前記モータ部の回転軸方向に沿うように配置された複数の基板を備え、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、
を有することを特徴とするモータ。
- [請求項2] 前記アンプ部は、
前記複数の基板を収容するフレームを有し、
前記フレームは、
前記複数の基板の一端に配置された第1基板の熱を放熱するように構成された第1放熱板部、及び、前記複数の基板の他端に配置された第2基板の熱を放熱するように構成された第2放熱板部、の少なくとも一方を有する
ことを特徴とする請求項1に記載のモータ。
- [請求項3] 前記アンプ部は、
前記第1基板と前記第1放熱板部との間、及び、前記第2基板と前記第2放熱板部との間、の少なくとも一方に配置された熱伝導部材を有する
ことを特徴とする請求項2に記載のモータ。
- [請求項4] 前記第1放熱板部及び前記第2放熱板部の少なくとも一方は、
前記フレームに着脱可能である
ことを特徴とする請求項2又は3に記載のモータ。
- [請求項5] 前記アンプ部は、
前記モータ部とは反対側に配置され、前記複数の基板の中で両端を除く中間位置に配置された第3基板の熱を放熱するように構成された放熱部材を有する
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のモータ。
- [請求項6] 前記アンプ部は、

前記モータ部とは反対側に配置され、前記複数の基板が並設された状態で固定された基板固定部材を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のモータ。

[請求項7]

前記アンプ部は、

前記複数の基板を収容するフレームを有し、

前記放熱部材又は前記基板固定部材は、

前記フレームの前記モータ部とは反対側の壁部を構成するフレーム壁部と、

前記フレーム内において前記フレーム壁部から前記回転軸方向に沿って延設され、前記基板が固定される延設部と、を有する

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のモータ。

[請求項8]

前記アンプ部は、

面方向が前記回転軸方向に垂直となるように前記モータ部側に配置され、前記複数の基板の少なくとも 1 枚を電氣的に接続する中継基板を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のモータ。

[請求項9]

前記中継基板は、

前記回転軸方向に並設された複数の中継基板が樹脂により一体的に封止された構成である

ことを特徴とする請求項 8 に記載のモータ。

[請求項10]

前記アンプ部は、

前記複数の基板同士を電氣的に接続する少なくとも 1 つのコネクタを有する

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のモータ。

[請求項11]

前記アンプ部は、

前記複数の基板を収容するフレームと、

前記フレームの内側に配置され、前記基板が嵌合される凹部が前記回転軸方向に沿って形成されたガイド部材と、を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載のモータ。

[請求項12] 前記複数の基板は、
当該複数の基板の端部に配置され、電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えたパワー基板を含む
ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のモータ。

[請求項13] 前記複数の基板は、
当該複数の基板の前記パワー基板とは反対側の端部に配置され、制御回路を備えた制御基板を含む
ことを特徴とする請求項 12 に記載のモータ。

[請求項14] 固定子及び回転子を備えたモータ部と、前記モータ部に電力を供給するように構成されたアンプ部と、を有するモータの製造方法であって、
前記アンプ部の複数の基板を前記アンプ部のフレームに前記モータ部の回転軸方向に沿って挿入すること、を有する
ことを特徴とするモータの製造方法。

[請求項15] 前記複数の基板を前記フレームに挿入する前に、前記複数の基板を並設した状態で固定すること、をさらに有する
ことを特徴とする請求項 14 に記載のモータの製造方法。

[請求項16] 挿入された前記複数の基板の端部に配置された基板に対応して前記フレームに形成された開口部に、前記基板の熱を放熱するように構成された放熱板部を取り付けること、をさらに有する
ことを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載のモータの製造方法。

[請求項17] 前記アンプ部は、
前記複数の基板を収容するフレームを有し、
前記フレームは、
前記複数の基板の間に前記面方向に沿って配置され、前記基板の熱を受ける受熱部と、

前記受熱部に接続され、前記フレームの外壁を構成する放熱部と、
を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のモータ。

[請求項18]

前記フレームは、

前記受熱部の両端にそれぞれ接続され、対向して配置された 2 つの
前記放熱部を有する

ことを特徴とする請求項 1 7 に記載のモータ。

[請求項19]

前記放熱部は、

前記受熱部と別体であり、前記受熱部の端部に接合されている
ことを特徴とする請求項 1 7 又は 1 8 に記載のモータ。

[請求項20]

前記フレームは、

平板状の前記受熱部と、

四角筒体を半割りとした形状であり、前記受熱部の両側に向かい合
わせに配置される 2 つの前記放熱部と、を有する

ことを特徴とする請求項 1 7 に記載のモータ。

[請求項21]

前記複数の基板は、

前記 2 つの放熱部の内部にそれぞれ固定されている

ことを特徴とする請求項 2 0 に記載のモータ。

[請求項22]

前記 2 つの放熱部には、

前記基板を封止する封止材がそれぞれ充填されている。

ことを特徴とする請求項 2 1 に記載のモータ。

[請求項23]

前記受熱部は、

前記放熱部よりも熱伝導率の高い材料で構成されている

ことを特徴とする請求項 1 9 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載のモータ
。

[請求項24]

固定子及び回転子を備えたモータ部と、

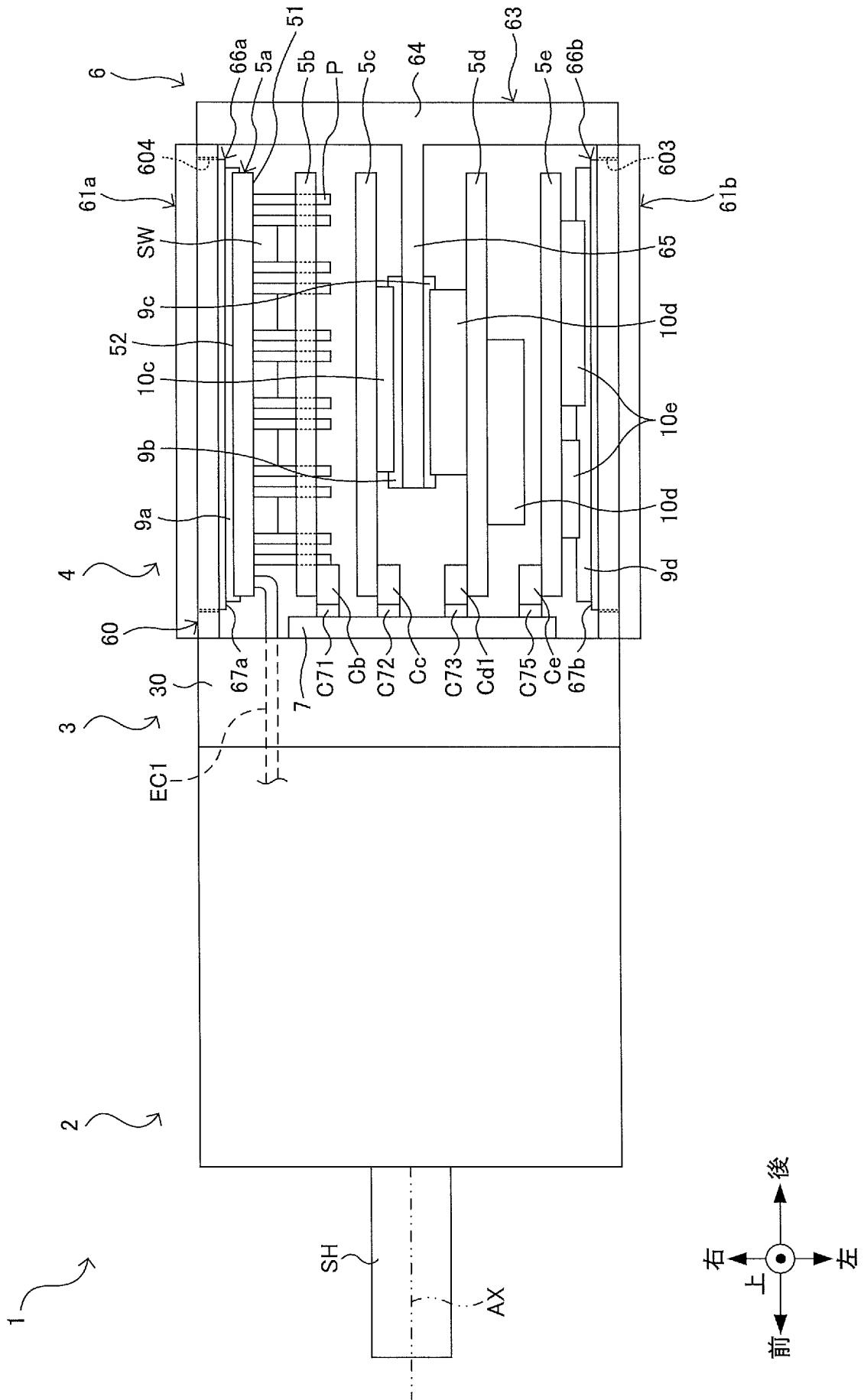
複数の基板を備え、前記モータ部に電力を供給するように構成され
たアンプ部と、

前記複数の基板の間に配置され前記基板の熱を受ける受熱部、及び、前記受熱部に接続され外壁を構成する放熱部を備え、前記複数の基板を収容するフレームと、

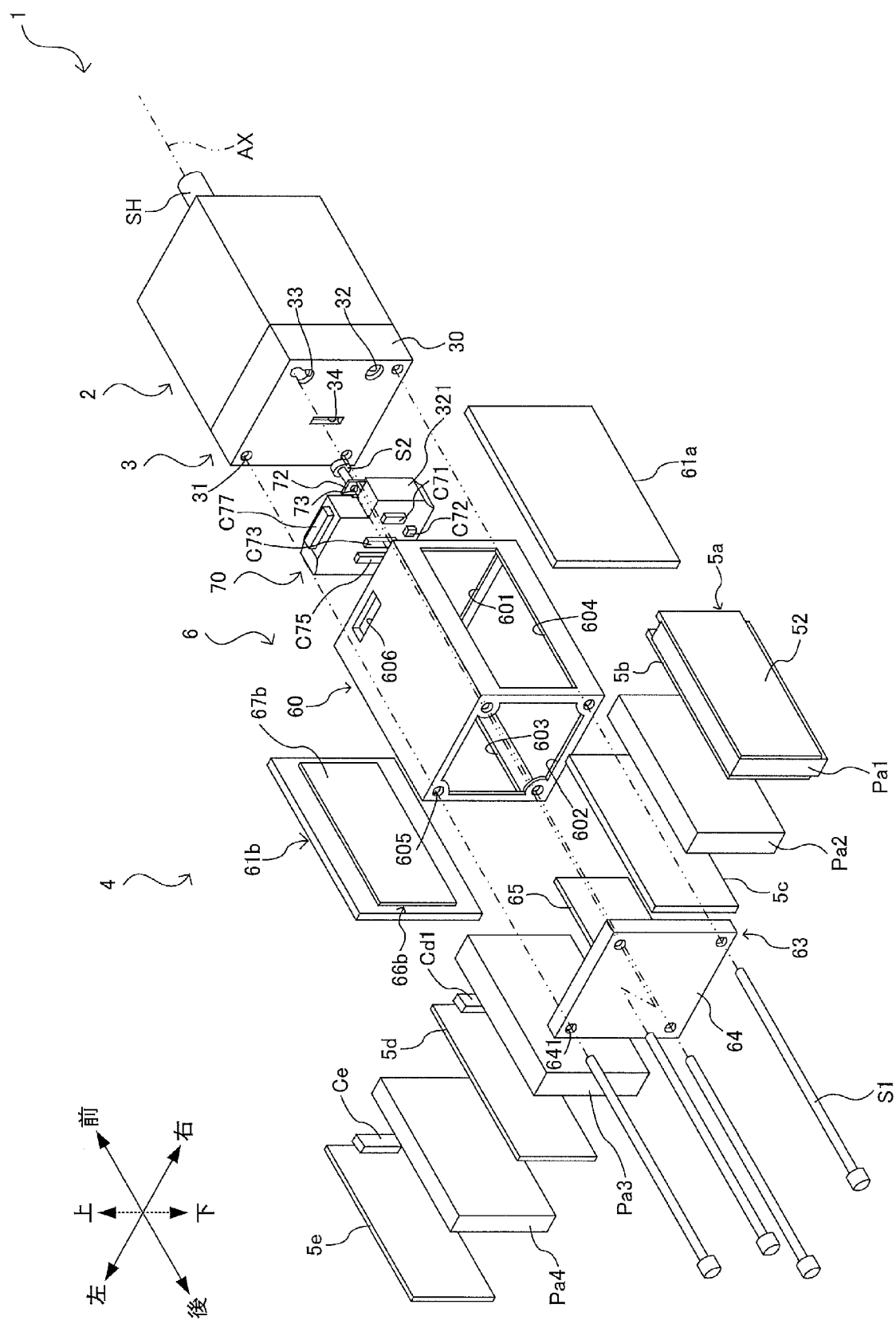
を有するモータの製造方法であって、

前記受熱部の両側に前記複数の基板を順次取り付けることを有することを特徴とするモータの製造方法。

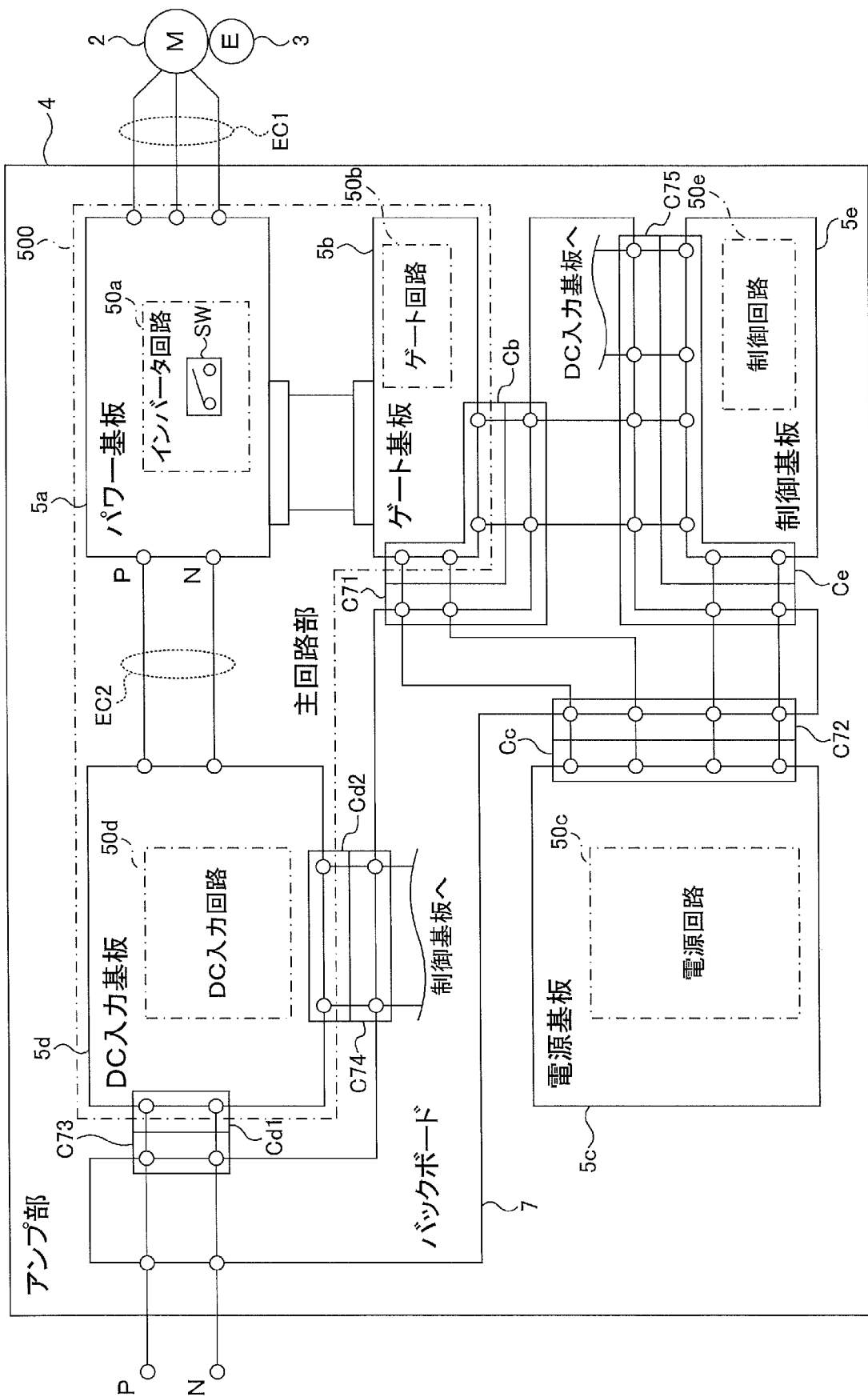
[図1]



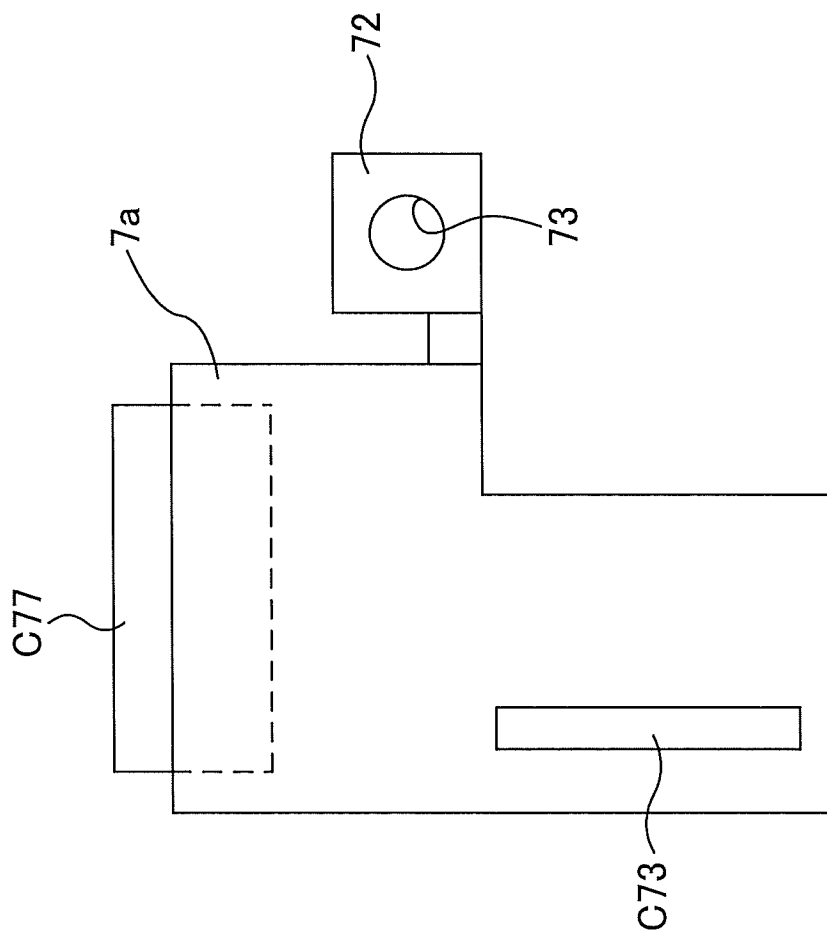
[図2]



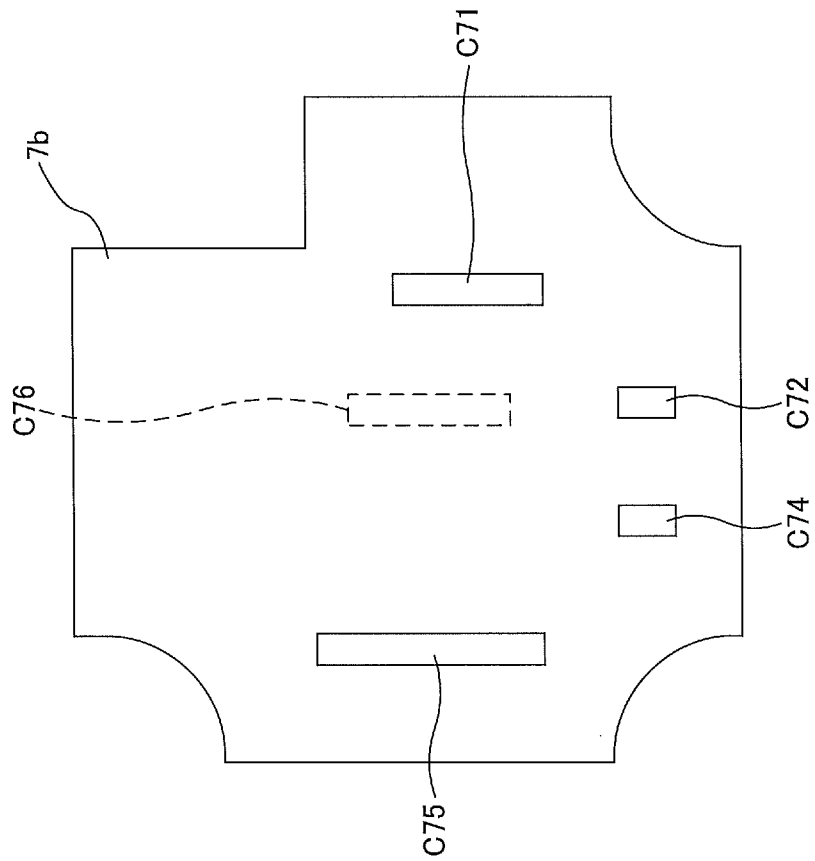
[図5]



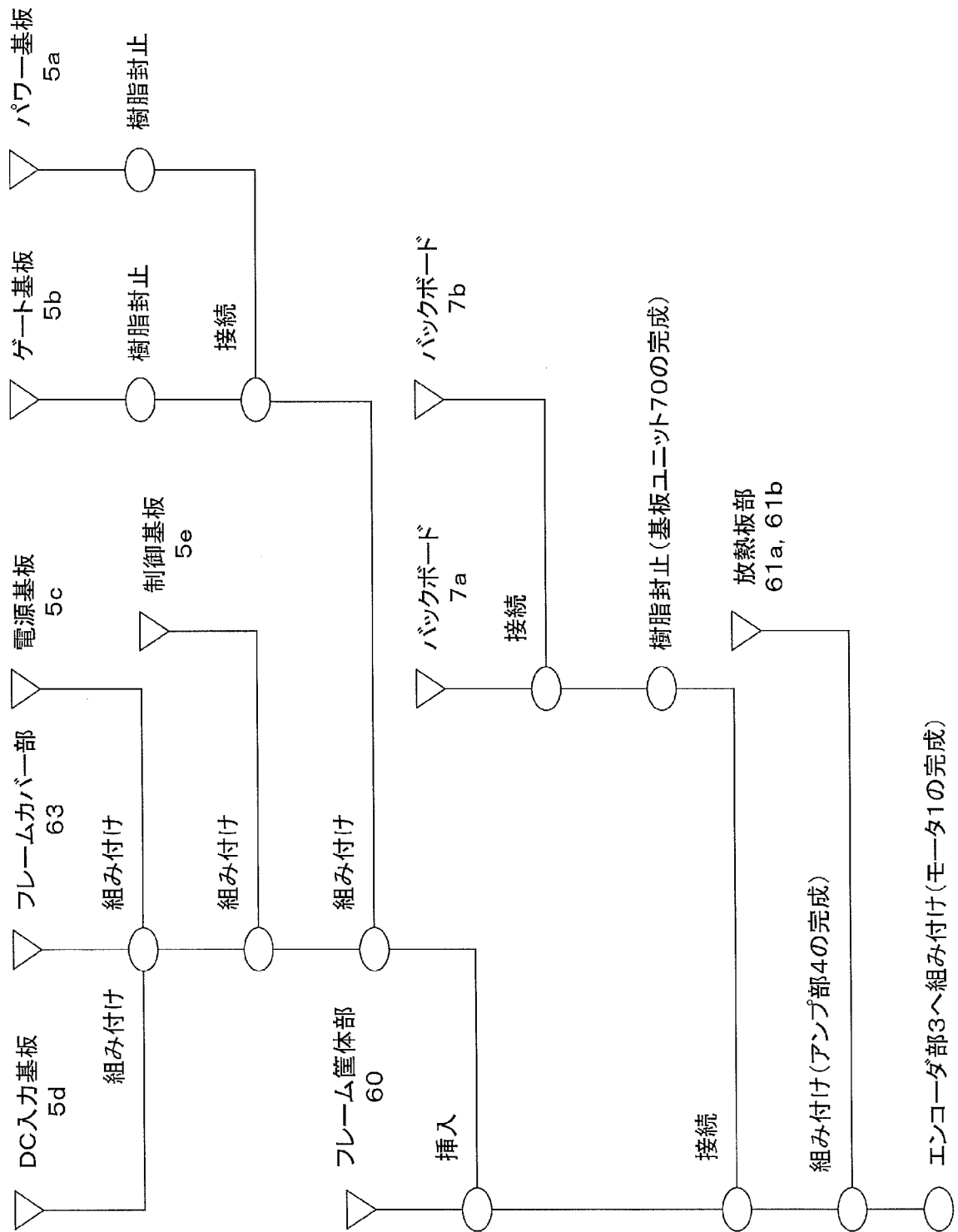
[図8A]



[図8B]

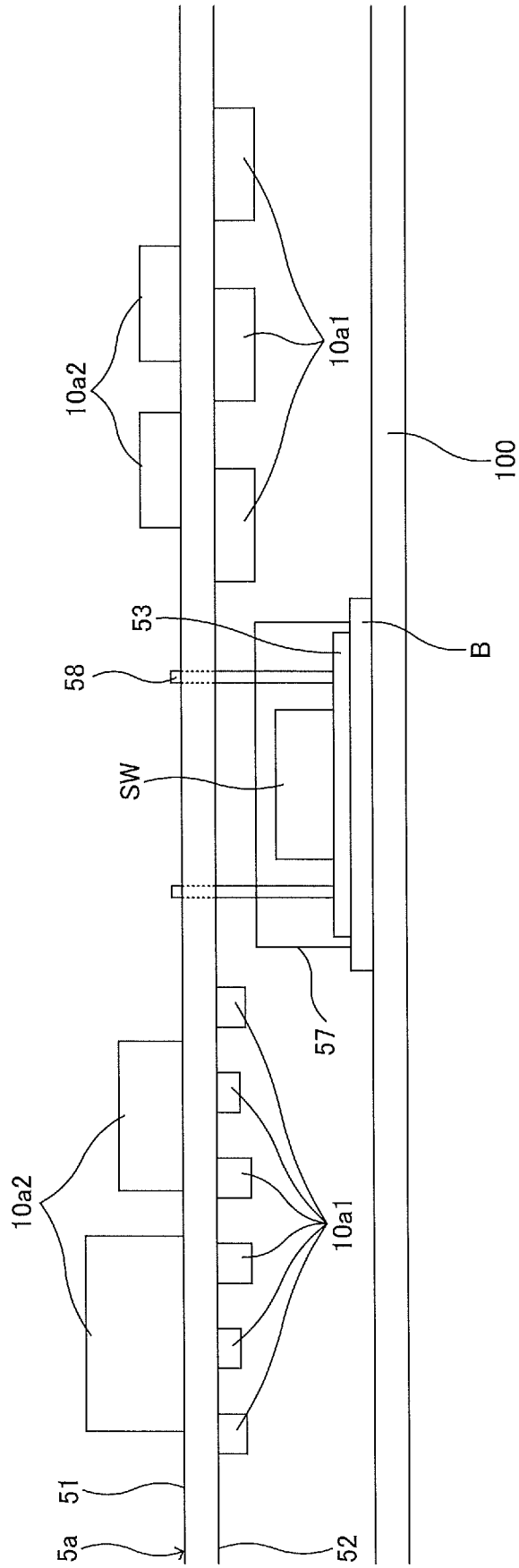


[図9]

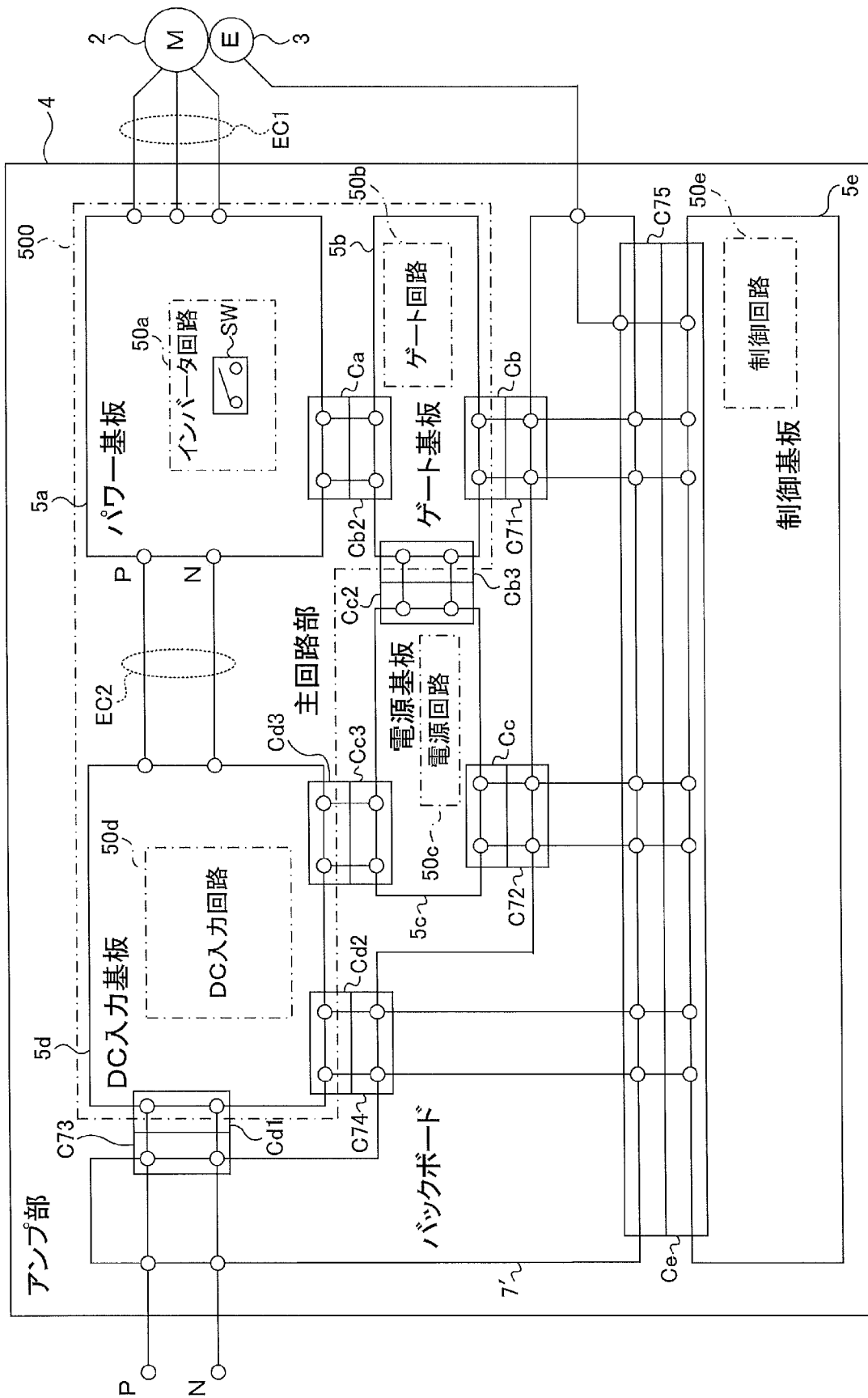


[図10]

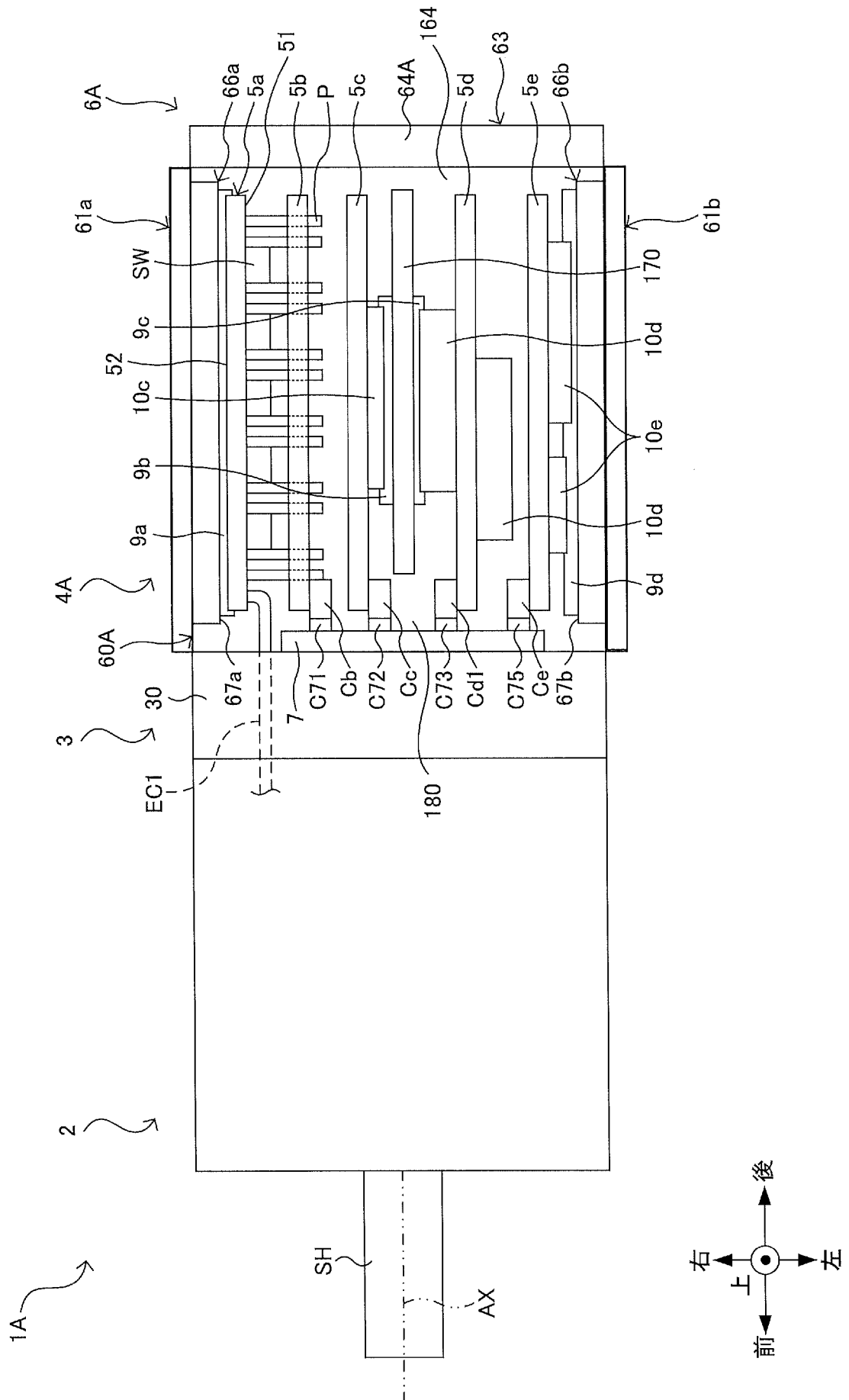
比較例



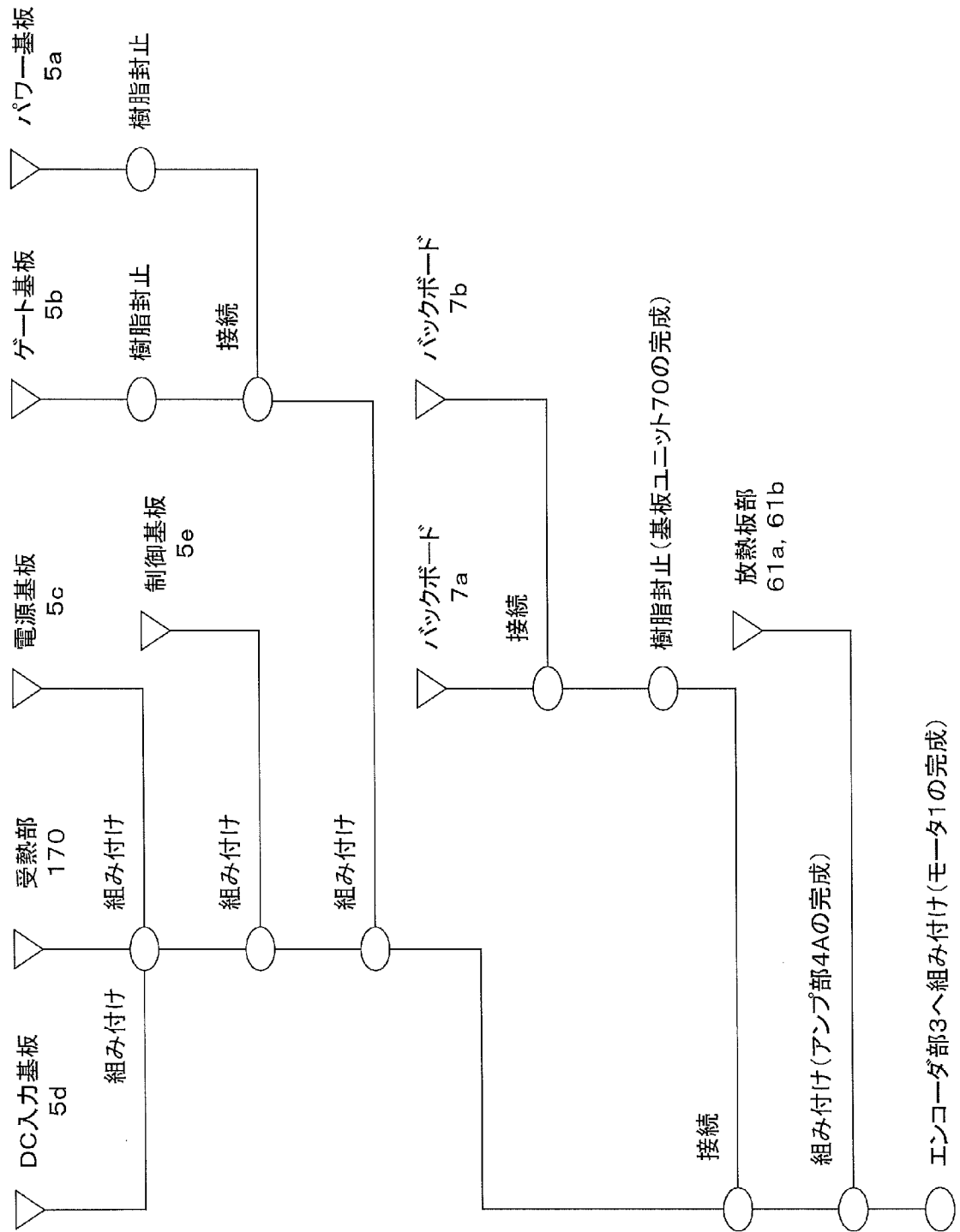
[図13]



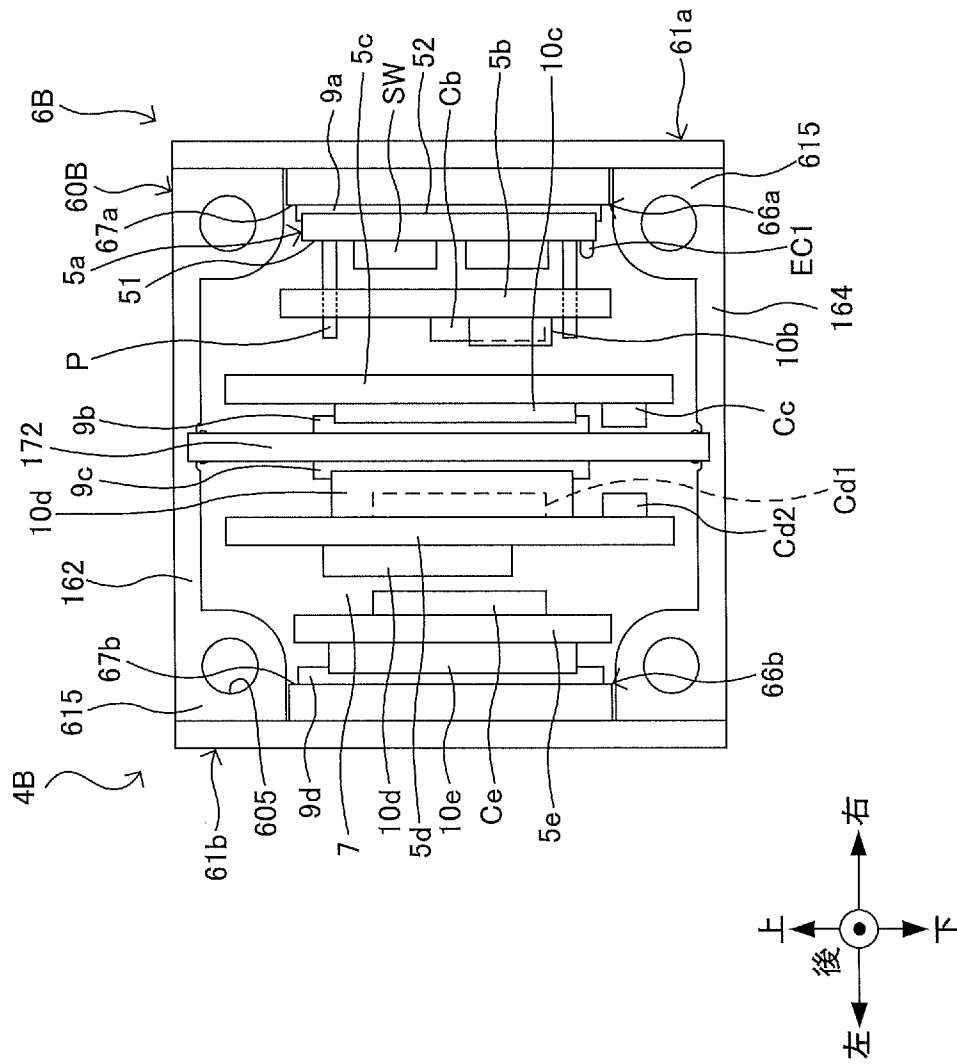
[図14]



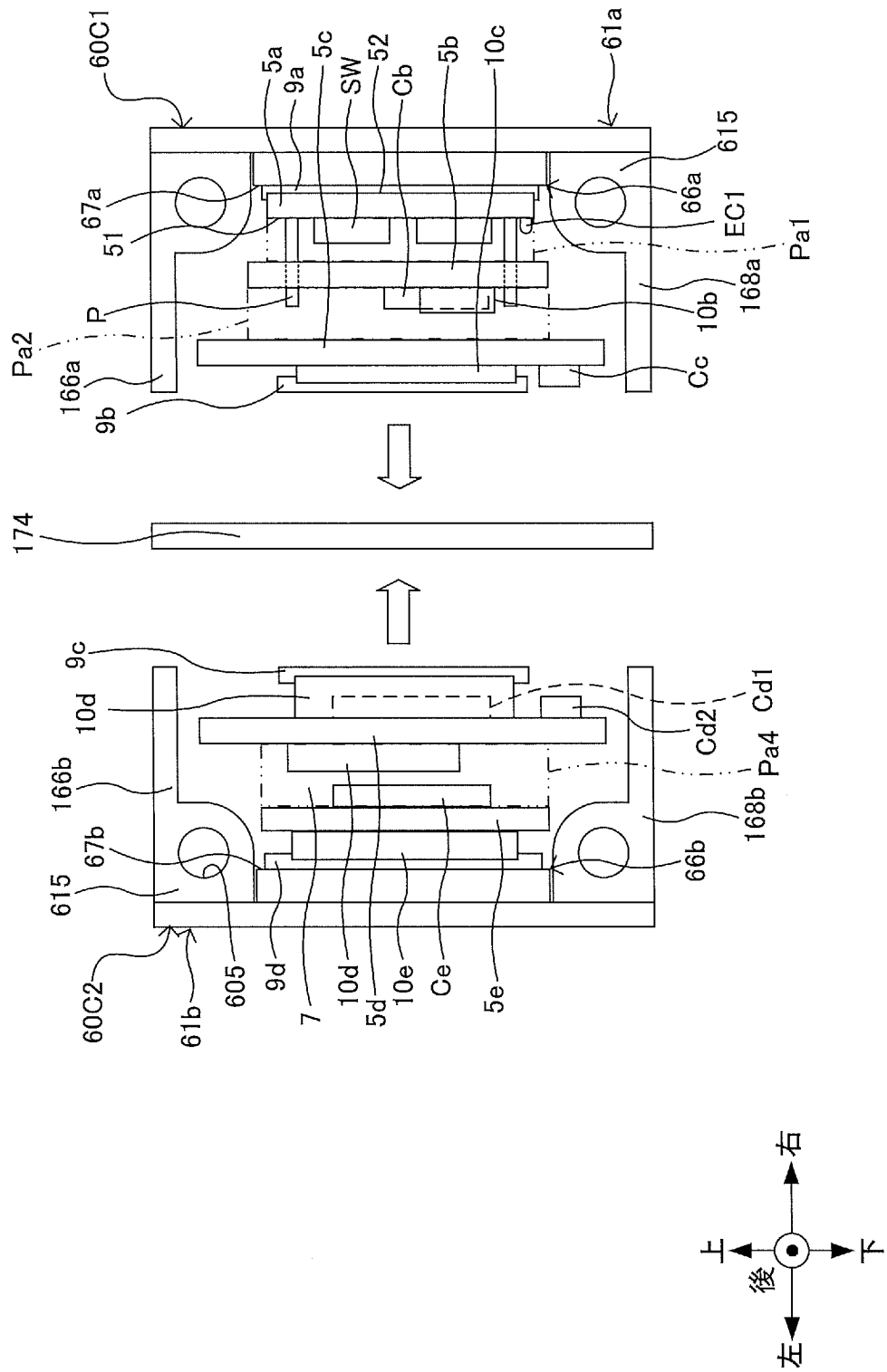
[図17]

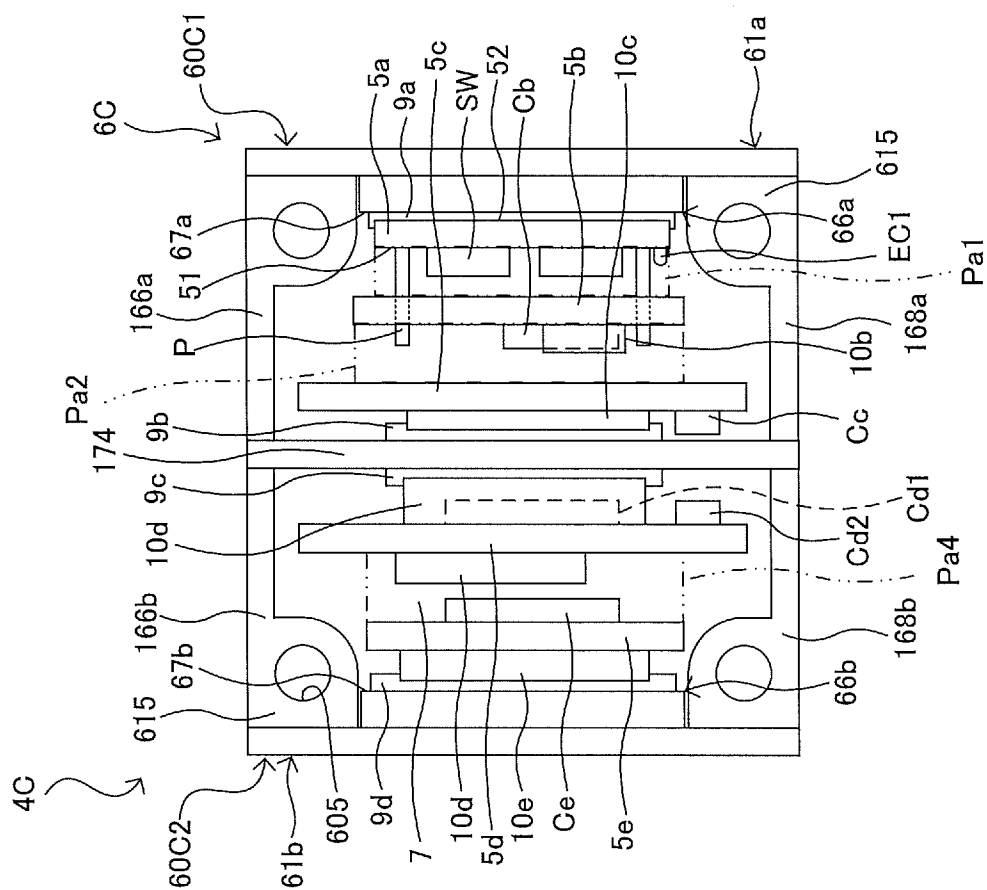


[図18]

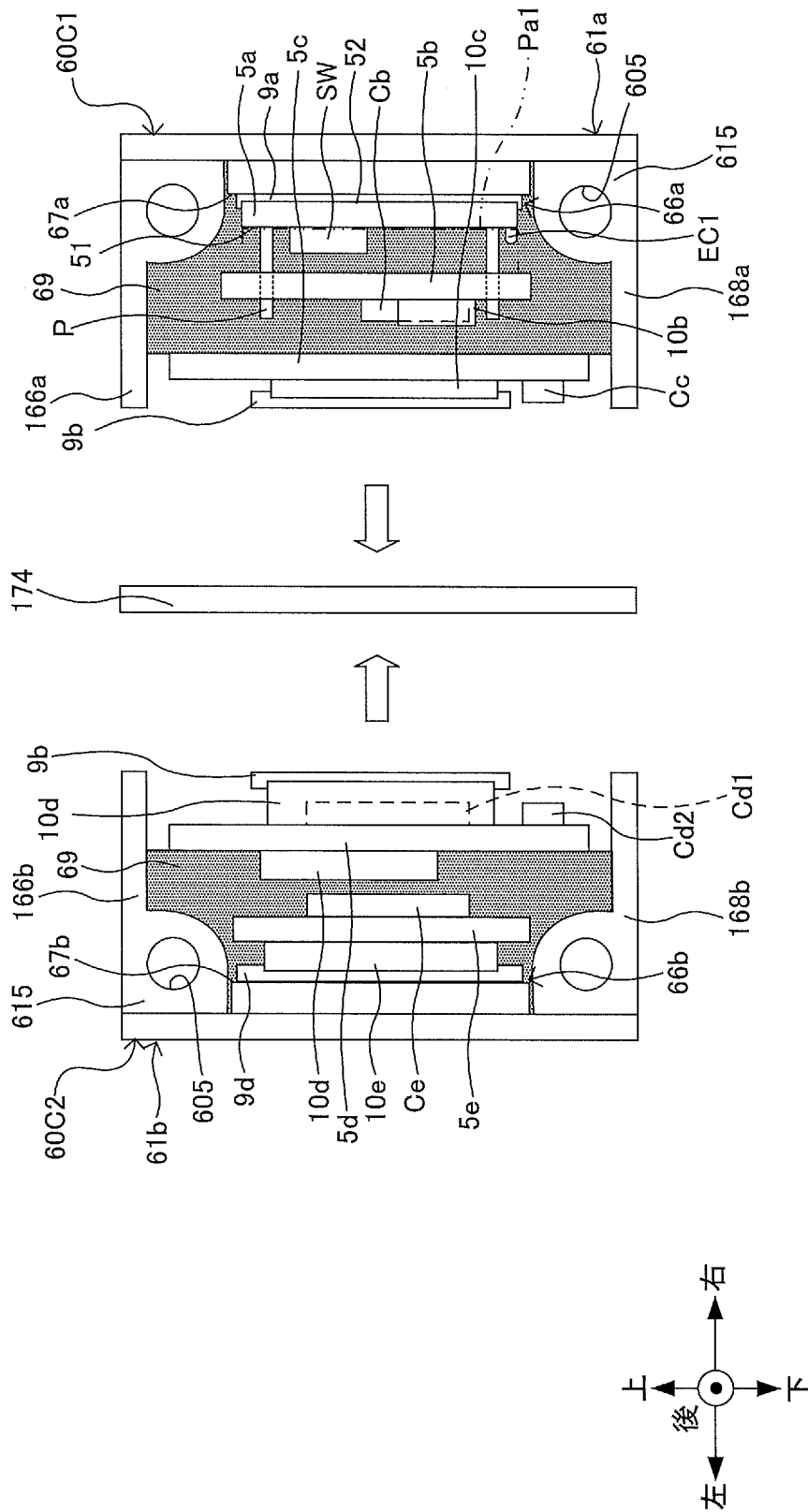


[図19]

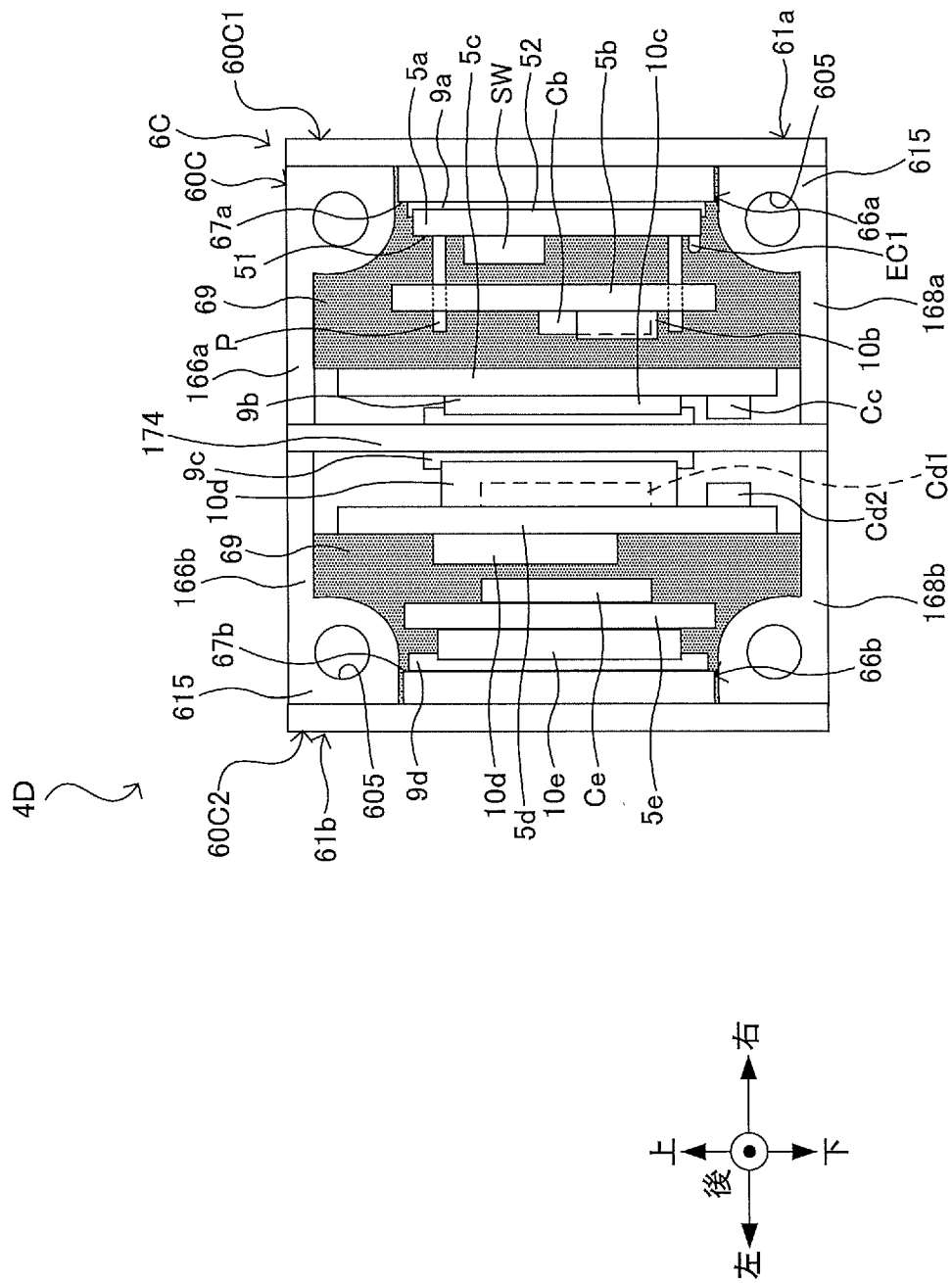




[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068695

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K11/00(2006.01)i, H02K9/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K11/00, H02K9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-163232 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 August 2011 (25.08.2011), entire text; all drawings & US 2011/0193452 A1 & EP 2354549 A2	1-3, 6, 12-13 8-11, 14-17, 19, 23
X Y	JP 2012-92747 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 May 2012 (17.05.2012), entire text; all drawings & US 2013/0119834 A1 & WO 2012/056983 A1 & EP 2634427 A1	1-3, 6, 12-13 8-11, 14-17, 19, 23

☒ 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
24 August 2015 (24.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068695

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-30547 A (Goldstar Co., Ltd.), 04 February 1994 (04.02.1994), entire text; all drawings & US 5331239 A & DE 4243044 A1 & KR 10-1995-0014645 B1	1-4, 6, 12-13 8-11, 14-17, 19, 23
X	JP 2004-282905 A (Hitachi, Ltd.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings & US 2004/0183385 A1 & EP 1460749 A1	5, 7
Y	JP 2012-180828 A (Aisan Industry Co., Ltd.), 20 September 2012 (20.09.2012), entire text; all drawings & US 2013/0034455 A1 & DE 102012002096 A1 & CN 102628444 A	8-11, 14-16
Y	JP 2-266854 A (Honda Motor Co., Ltd.), 31 October 1990 (31.10.1990), entire text; all drawings (Family: none)	8-11, 14-16
Y	JP 11-313465 A (Toshiba Corp.), 09 November 1999 (09.11.1999), entire text; all drawings (Family: none)	8-11, 14-16
Y A	JP 2010-94144 A (Keyence Corp.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	17, 19, 23 18, 20-22, 24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K11/00(2006.01)i, H02K9/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K11/00, H02K9/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2011-163232 A（三菱重工業株式会社）2011.08.25, 全文, 全図 & US 2011/0193452 A1 & EP 2354549 A2	1-3, 6, 12-13 8-11, 14-17, 1 9, 23
X Y	JP 2012-92747 A（三菱重工業株式会社）2012.05.17, 全文, 全図 & US 2013/0119834 A1 & WO 2012/056983 A1 & EP 2634427 A1	1-3, 6, 12-13 8-11, 14-17, 1 9, 23

☒ 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

下原 浩嗣

3 V

9 1 7 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 6-30547 A (株式会社金星社) 1994. 02. 04, 全文, 全図 & US 5331239 A & DE 4243044 A1 & KR 10-1995-0014645 B1	1-4, 6, 12-13 8-11, 14-17, 1 9, 23
X	JP 2004-282905 A (株式会社日立製作所) 2004. 10. 07, 全文, 全図 & US 2004/0183385 A1 & EP 1460749 A1	5, 7
Y	JP 2012-180828 A (愛三工業株式会社) 2012. 09. 20, 全文, 全図 & US 2013/0034455 A1 & DE 102012002096 A1 & CN 102628444 A	8-11, 14-16
Y	JP 2-266854 A (本田技研工業株式会社) 1990. 10. 31, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	8-11, 14-16
Y	JP 11-313465 A (株式会社東芝) 1999. 11. 09, 全文, 全図 (ファミ リーなし)	8-11, 14-16
Y A	JP 2010-94144 A (株式会社キーエンス) 2010. 04. 30, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	17, 19, 23 18, 20-22, 24