

(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
2020年6月25日(25.06.2020)



(10) 国際公開番号

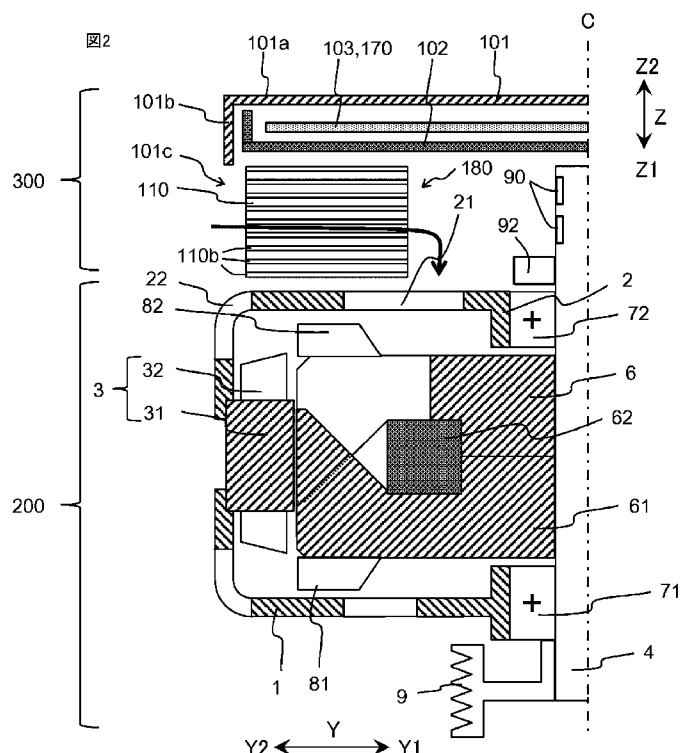
WO 2020/129112 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 9/02 (2006.01) *H02K 11/30* (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/046283
- (22) 国際出願日: 2018年12月17日(17.12.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:藤井 健太(FUJII Kenta); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 白形 雄二(SHIRAKATA

Yuji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 矢原 寛之(YAHARA Hiroyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 大輔(SASAKI Daisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 宮城 俊吾(MIYAGI Shungo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 田原 潤(TAHARA Jun); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 東野 浩之(HIGASHINO Hiroyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: ROTATING ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



(57) Abstract: Provided is a rotating electric machine in which a power module and a heatsink are mounted without increasing the outer diameter of the rotating electric machine. In the rotating electric machine (100), heatsink fixing surfaces (16) extend in a radial direction (Y) and an axial direction (Z), and at least two power modules (160) are disposed with the heatsink fixing surfaces (16) opposing each other in a circumferential direction (X). Between the two power modules (160), at least one heatsink (110) is disposed and a flow path (180) through which a refrigerant flows in the radial

(74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA Masuo et al.);
〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘 3 丁目 3 5 番 8 号 Hyogo (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, 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, 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, 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))

direction (Y) is formed.

(57) 要約: パワーモジュール及びヒートシンクの搭載によって、回転電機の外径が拡大することを抑制できる回転電機を提供する。ヒートシンク固定面 (16) は、径方向 (Y) 及び軸方向 (Z) に延在し、パワーモジュール (160) は、2つ以上設けられ、2つのパワーモジュール (160) が、ヒートシンク固定面 (16) を周方向 (X) に互いに対向させて配置され、2つのパワーモジュール (160) の間に、1つ以上のヒートシンク (110) が配置されると共に、冷媒が径方向 (Y) に流れる流路 (180) が形成されている回転電機 (100)。

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本願は、回転電機に関するものである。

背景技術

[0002] 回転電機は、回転子及び固定子から構成される回転電機本体部と、回転電機本体部に電力を供給するインバータ及び制御回路から構成される電力供給ユニットを備えている。省スペース性と搭載性の容易さ、また、回転電機本体部とインバータとを接続する配線ハーネスの短縮等から、回転電機本体部と電力供給ユニットとを一体化させた機電一体型の回転電機が開発されている。

[0003] 例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されている回転電機において、インバータは回転電機の端に取り付けられている。インバータのヒートシンクにはフィンが形成されており、回転子の端部に装着された送風ファンにより発生した冷却風がフィンを通過することでインバータを冷却している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表 2 0 1 6 - 5 3 7 9 5 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 7 - 1 1 2 8 0 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 の技術では、パワーモジュールのヒートシンク及びそのフィンは、周方向及び径方向に延在しており、フィンは軸方向に突出している。よって、パワーモジュール、ヒートシンク、及びフィンは、周方向に広がって配置されており、周方向の配置面積が大きくなっている。そのため、複数個のパワーモジュールを搭載しようとする、電力供給ユニットの外径が大きくなる課題があった。

- [0006] 特許文献2の技術では、パワーモジュールのヒートシンク及びフィン、周方向及び軸方向に延在しており、フィンは径方向内側に突出している。よって、パワーモジュール、ヒートシンク、及びフィンは、周方向に広がって配置されており、周方向の配置面積が大きくなっている。そのため、複数のパワーモジュールを搭載しようとする、電力供給ユニットの外径が大きくなる課題があった。
- [0007] また、特許文献2の技術では、冷却風を、回転軸付近を軸方向に流す必要があるため、冷却効率を向上させるためには、電力供給ユニットの軸方向の端部に、開口部を設ける必要があり、制御回路等の部品の配置が制限される。
- [0008] 例えば、回転電機を、自動車のエンジンルームに搭載する場合、限られた空間に設置できることが求められている。回転電機の外径の制約がある場合は、パワーモジュール及びヒートシンクの搭載により、回転電機の外径が拡大することを抑制する必要がある。
- [0009] そこで、パワーモジュール及びヒートシンクの搭載によって、回転電機の外径が拡大することを抑制することができる回転電機が望まれる。

課題を解決するための手段

- [0010] 本願に係る回転電機は、
複数相の巻線を備えた固定子と、
前記固定子の径方向内側に配置された回転子と、
前記回転子と一体回転する回転軸と、
前記固定子及び前記回転子を収容すると共に、前記回転軸を回転可能に支持するブラケットと、
前記巻線への通電をオンオフする電力用半導体素子を設けたパワーモジュールと、
前記パワーモジュールのヒートシンク固定面に熱的に接続されたヒートシンクと、
前記電力用半導体素子を制御する制御回路と、を備え、

前記ヒートシンク固定面は、径方向及び軸方向に延在し、

前記パワーモジュールは、2つ以上設けられ、

2つの前記パワーモジュールが、前記ヒートシンク固定面を周方向に互いに対向させて配置され、前記2つのパワーモジュールの間に、1つ以上の前記ヒートシンクが配置されると共に、冷媒が径方向に流れる流路が形成されているものである。

発明の効果

[0011] 本願に係る回転電機によれば、パワーモジュールのヒートシンク固定面は、径方向及び軸方向に延在し、ヒートシンクは、ヒートシンク固定面の周方向の一方側又は他方側に配置される。2つのパワーモジュールが、ヒートシンク固定面を周方向に互いに対向させて配置され、2つのパワーモジュールの間に、1つの以上のヒートシンクが配置されると共に、冷媒が径方向に流れる流路が形成されている。よって、2つのパワーモジュールで、ヒートシンクの配置空間及び冷媒流路を共通化し、集約することができる。また、2つのパワーモジュールを、周方向に対向して配置できる。よって、パワーモジュール及びヒートシンクの周方向の配置面積が大きくなることを抑制でき、パワーモジュール及びヒートシンクの搭載によって、回転電機の外径が拡大することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1に係る回転電機の斜視図である。

[図2]実施の形態1に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した断面図である。

[図3]実施の形態1に係る1つのパワーモジュール及びヒートシンクの斜視図である。

[図4]実施の形態1に係る1つのパワーモジュールに設けられた電力用半導体素子の回路図である。

[図5]実施の形態1に係る、対にされた2つのパワーモジュール及びヒートシンクを径方向外側から見た側面図である。

[図6]実施の形態2に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図7]実施の形態3に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図8]実施の形態3に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図9]実施の形態4に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図10]実施の形態4に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図11]実施の形態5に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図12]実施の形態5に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図13]実施の形態6に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図14]実施の形態6に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

[図15]実施の形態6に係る回転電機を、回転軸の軸心を通る平面で切断した要部断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本願に係る回転電機の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。なお、各図間の図示では、対応する各構成部のサイズ及び縮尺は、それぞれ独立している。

[0014] 1. 実施の形態1

実施の形態1に係る回転電機100について図面を参照して説明する。図1は、回転電機100の斜視図である。図2は、回転電機100を、ヒート

シンク 110 及び回転軸 4 の軸心 C を通る平面で切断した模式的な断面図である。図 3 は、1 つのパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の斜視図である。図 4 は、1 つのパワーモジュール 160 に設けられた電力用半導体素子の回路図であり、図 5 は、対にされた 2 つのパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 を径方向外側 Y2 から見た側面図である。

[0015] 本願において、回転軸 4 の軸心 C に平行な方向を軸方向 Z と定義し、軸方向の一方側 Z1 をフロント側 Z1 と称し、軸方向の一方側 Z1 とは反対側である軸方向の他方側 Z2 をリア側 Z2 と称する。径方向 Y 及び周方向 X は、回転軸 4 の軸心 C についての径方向及び周方向である。

[0016] <回転電機本体部 200>

回転電機 100 は、回転電機本体部 200 を備えている。回転電機本体部 200 は、複数相の巻線を備えた固定子 3 と、固定子 3 の径方向内側 Y1 に配置された回転子 6、回転子 6 と一体回転する回転軸 4 と、固定子 3 及び回転子 6 を収容すると共に、回転軸 4 を回転可能に支持するブラケットと、を備えている。

[0017] 本実施の形態では、ブラケットは、フロント側 Z1 のフロント側ブラケット 1 及びリア側 Z2 のリア側ブラケット 2 から構成されている。フロント側ブラケット 1 は、円筒状の外周壁と、外周壁のフロント側 Z1 端部から径方向内側 Y1 に延びた円板状の側壁とを有しており、側壁の中心部に回転軸 4 が貫通し、フロント側ベアリング 71 が固定される貫通孔が設けられている。リア側ブラケット 2 は、円筒状の外周壁と、外周壁のリア側 Z2 端部から径方向内側 Y1 に延びた円板状の側壁とを有しており、側壁の中心部に回転軸 4 が貫通し、リア側ベアリング 72 が固定される貫通孔が設けられている。フロント側ブラケット 1 とリア側ブラケット 2 は、軸方向 Z に延びたボルト 15 によって連結されている。

[0018] 回転軸 4 のフロント側 Z1 の端部は、フロント側ブラケット 1 の貫通孔を貫通して、フロント側ブラケット 1 よりもフロント側 Z1 に突出しており、この突出部にプーリ 9 が固定されている。プーリ 9 と、エンジンのクランク

シャフトに固定されたプーリ 9 との間にベルトが掛け渡され（不図示）、回転電機 100 とエンジンとの間で、回転駆動力の伝達を行う。

[0019] 回転軸 4 のリア側 Z 2 の端部は、リア側ブラケット 2 の貫通孔を貫通して、リア側ブラケット 2 よりもリア側 Z 2 に突出しており、この突出部に一对のスリップリング 90 が設けられている。一对のスリップリング 90 は、回転子 6 の界磁巻線 62 に接続されている。

[0020] 回転子 6 は、界磁巻線 62 と界磁鉄心 61 とを備えている。回転子 6 は、ランデル型（クローポール型ともいう）とされている。界磁鉄心 61 は、円筒状の中心部と、中心部のフロント側 Z 1 の端部から中心部の径方向外側 Y 2 まで延びたフロント側の爪部と、中心部のリア側 Z 2 の端部から中心部の径方向外側 Y 2 まで延びたリア側の爪部と、を備えている。界磁巻線 62 の絶縁処理された銅線は、界磁鉄心 61 の中心部の外周面に同心状に巻回されている。フロント側の爪部とリア側の爪部とは、周方向 X に交互に設けられており、互いに異なる磁極となる。例えば、フロント側の爪部とリア側の爪部は、それぞれ 6 個又は 8 個設けられる。

[0021] 固定子 3 は、微小な隙間をあけて回転子 6 を取り囲むよう配設され、スロットを設けた円筒状の固定子鉄心 31 と、固定子鉄心 31 のスロットに巻装された複数相の巻線 32 と、を備えている。複数相の巻線 32 は、例えば、1 組の 3 相巻線、2 組の 3 相巻線、又は 1 組の 5 相巻線等とされ、回転電機の種類に応じて設定される。

[0022] 複数相の巻線 32 は、固定子鉄心 31 からフロント側 Z 1 に突出したフロント側コイルエンド部、固定子鉄心 31 からリア側 Z 2 に突出したリア側コイルエンド部を有している。複数相の巻線 32 のリード線は、リア側ブラケット 2 を貫通して、リア側 Z 2 に延びている（不図示）。

[0023] フロント側ブラケット 1 とリア側ブラケット 2 とは、軸方向 Z に間隔を空けて設けられている。固定子鉄心 31 は、フロント側ブラケット 1 のリア側 Z 2 の開口端部とリア側ブラケット 2 のフロント側 Z 1 の開口端部とにより軸方向両端から挟持されている。

[0024] 回転子 6（界磁鉄心 6 1）のフロント側 Z 1 の端部には、複数のブレードを有するフロント側送風ファン 8 1 が固定され、回転子 6（界磁鉄心 6 1）のリア側 Z 2 の端部には、複数のブレードを有するリア側送風ファン 8 2 が取り付けられ、それらは、回転子 6 と一体回転する。

[0025] リア側ブラケット 2 は、リア側送風ファン 8 2 の径方向外側 Y 2 の部分に、周方向に分散して複数の開口部 2 2（以下、排気開口部 2 2 と称す）を設けており、リア側 Z 2 の部分に、周方向に分散して複数の開口部 2 1（以下、吸気開口部 2 1 と称す）を設けている。

[0026] <電力供給ユニット 3 0 0>

回転電機 1 0 0 は、回転電機本体部 2 0 0 に電力を供給する電力供給ユニット 3 0 0 を備えている。電力供給ユニット 3 0 0 は、回転電機本体部 2 0 0 のリア側 Z 2 に配置され、回転電機本体部 2 0 0 に固定されている。電力供給ユニット 3 0 0 は、複数の電力用半導体素子を有し、直流電源と複数相の巻線との間で直流交流変換を行うインバータと、電力用半導体素子をオンオフ制御する制御回路 1 7 0 とを備えている。本実施の形態では、インバータは、電力用半導体素子を設けたパワーモジュール 1 6 0 により構成されている。また、電力供給ユニット 3 0 0 は、パワーモジュール 1 6 0 のヒートシンク固定面 1 6 に熱的に接続されたヒートシンク 1 1 0 と、ヒートシンク 1 1 0 の配置空間において、冷媒が流れる冷媒流路 1 8 0 と、を備えている。

[0027] 電力供給ユニット 3 0 0 は、リア側ブラケット 2 からリア側 Z 2 に突出した回転軸 4 の突出部に設けられた一対のスリップリング 9 0 に接触する一対のブラシ（不図示）と、ブラシ及びスリップリング 9 0 を介して界磁巻線 6 2 に供給する電力をオンオフする界磁巻線用の電力用半導体素子（不図示）とを備えている。界磁巻線用の電力用半導体素子（スイッチング素子）は、制御回路 1 7 0 によりオンオフ制御される。また、回転軸 4 のリア側 Z 2 の突出部には、回転軸 4 の回転情報を検出する回転センサ 9 2 が備えられている。回転センサ 9 2 には、ホール素子、レゾルバ、センサ IC 等が用いられ

る。回転センサ 92 は磁気誘導又は電磁誘導によって回転軸 4 の回転情報を検出している。

[0028] 電力供給ユニット 300 は、カバー 101 を備えている。カバー 101 は、制御回路 170、パワーモジュール 160、及びヒートシンク 110 等のリア側 Z2 及び径方向外側 Y2 を覆っている。カバー 101 は、フロント側 Z1 に開口する有底筒状に形成されている。径方向外側 Y2 を覆うカバー 101 の外周壁 101b には、インバータを外部の直流電源に接続するための正極側電源端子 151 及び負極側電源端子 152、並びに制御回路 170 を外部の制御装置に接続するための制御用コネクタ 153 が設けられている。

[0029] カバー 101 の外周壁 101b には、カバー開口部 101c が設けられており、外側に開口している。リア側 Z2 を覆うカバー 101 のリア側底壁 101a には、開口部が設けられていない。カバー 101 のフロント側 Z1 は開口しており、開口部は、回転電機本体部 200（リア側ブラケット 2）により覆われている。

[0030] 制御回路 170 は、板状（本例では、円板状）の回路基板 103 を備えている。制御回路 170 は、回路基板 103 を覆うケース 102 を備えている。回路基板 103 は、制御回路 170 を構成する電子部品が実装されたプリント基板、セラミック基板、金属基板等により構成されている。特に、車載機器においては高い振動耐久性が必要なため、回路基板 103 は、ケース 102 に、ねじ、熱加締め、リベット、接着等により固定されている。固定点は、例えば 50～60 mm 間隔で配置されている。この間隔は一例であり、振動条件及び製品形状に合わせて変えられてもよい。

[0031] 回路基板 103 は、リア側ブラケット 2 のリア側 Z2 に間隔を空けて配置されている。回路基板 103 は、径方向 Y 及び周方向 X に延在している。本実施の形態では、回路基板 103 の表面は、軸方向 Z に直交している。なお、回路基板 103 の表面は、軸方向 Z に直交する平面に対して、例えば、30 度以内の角度で傾いていてもよい。ケース 102 は、回路基板 103 のフロント側 Z1 を覆っている。また、ケース 102 は、回路基板 103 の外周

側を覆う周壁を備えている。回路基板 103 のリア側 Z2 は、カバー 101 のリア側底壁 101a により覆われている。

[0032] ケース 102 は、後述するパワーモジュール 160 の制御用接続部材 164 が貫通する開口部（不図示）が設けられている。制御用接続部材 164 は、回路基板 103 に接続される。

[0033] 回転軸 4 は、リア側ブラケット 2 から回路基板 103 のフロント側 Z1 の面（本例ではケース 102 のフロント側 Z1 の面の直前）まで、リア側 Z2 に延出している。よって、回転軸 4 は、回路基板 103 及びケース 102 を貫通しておらず、回路基板 103 及びケース 102 のフロント側 Z1 に隙間を空けて配置されている。この構成によれば、回路基板 103 及びケース 102 に、回転軸 4 をよけるための開口部を設ける必要がなくなる。よって、回路基板 103 の外径を減少させ、パワーモジュール 160 の外径を小型化、低コスト化することができる。

[0034] なお、リア側ブラケット 2 と軸方向 Z に見て重複する範囲内に電子部品を配置できれば、回路基板 103 に回転軸 4 が貫通する貫通孔が設けられてもよい。また、回路基板 103 は、リア側ブラケット 2 と軸方向 Z に見て重複する範囲内に収まれば、円板状でなくてもよく、2 枚以上の回路基板により構成されてもよく、それぞれの回路基板の材料が異なってもよい。

[0035] 電力供給ユニット 300 は、1 つの相の巻線に対して、図 4 に示すような、直流電源の正極側に接続される正極側の電力用半導体素子 166H と、直流電源の負極側に接続される負極側の電力用半導体素子 166L とが直列接続された直列回路を 1 セット設けている。正極側の電力用半導体素子 166H と負極側の電力用半導体素子 166L とが直列接続されている接続点が、対応する相の巻線に接続される。例えば、1 組の 3 相の巻線が設けられる場合は、3 セットの直列回路が設けられ、2 組の 3 相の巻線が設けられる場合は、6 セットの直列回路が設けられる。なお、正極側及び負極側の電力用半導体素子 166H、166L の双方又は一方が、それぞれ、並列に接続された 2 つの以上の電力用半導体素子により構成されてもよい。

[0036] 電力用半導体素子には、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor)、パワーM O S F E T (Power Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等のスイッチング素子が用いられる。これらは、モータなどの機器を駆動するインバータに用いられるもので、数アンペアから数百アンペアの定格電流を制御するものである。電力用半導体素子の材料として、シリコン (S i)、シリコンカーバイド (S i C)、ガリウムナイトライド (G a N) などが用いられてもよい。

[0037] 本実施の形態では、1つのパワーモジュール160は、正極側の電力用半導体素子166Hと負極側の電力用半導体素子166Lとの1つの直列回路を設けている。図3及び図4に示すように、パワーモジュール160は、正極側の電力用半導体素子166Hのコレクタ端子に接続された正極側接続部材161と、負極側の電力用半導体素子166Lのエミッタ端子に接続された負極側接続部材162と、正極側の電力用半導体素子166Hのエミッタ端子と負極側の電力用半導体素子166Lのコレクタ端子との接続点に接続された巻線接続部材163と、正極側及び負極側の電力用半導体素子166H、166Lのゲート端子等に接続された制御用接続部材164と、を備えている。正極側接続部材161、負極側接続部材162、巻線接続部材163、制御用接続部材164には、導電性が良好で熱伝導率の高い銅または銅合金などの金属を用いてもよく、表面はA u、N i、S nなどの金属材料でめっきされていてもよい。また、各端子の金属及びめっきの材質は、2種類以上で構成されてもよい。なお、1つのパワーモジュール160には、1つの電力用半導体素子が設けられてもよく、或いは3つ以上の電力用半導体素子が設けられてもよい。電力用半導体素子の数に合わせて、接続部材等の構成が変更される。

[0038] 正極側接続部材161は、正極側電源端子151に接続される正極側配線部材に接続され、負極側接続部材162は、負極側電源端子152に接続される正極側配線部材に接続され、巻線接続部材163は、対応する相の巻線に接続される巻線配線部材に接続され、制御用接続部材164は、制御回路

１７０に接続される。

[0039] 電力用半導体素子は、金属基板又はセラミック基板の配線パターン、バスバー等に、はんだ、銀ペースト等の導電性材料で接合されている。金属基板は、アルミ、銅等のベース材料で構成される。セラミック基板は、アルミナ、窒化アルミ、窒化ケイ素等で構成される。バスバーは、鉄、アルミ、銅等で構成される。配線パターン及びバスバーを合わせてリードと称す。

[0040] パワーモジュール１６０は、ヒートシンク１１０が熱的に接続されるヒートシンク固定面１６を有している。本実施の形態では、電力用半導体素子は、金属基板、セラミック基板、バスバー等の一方側の面に固定され、金属基板、セラミック基板、バスバー等の他方側の面は、ヒートシンク固定面１６を構成している。なお、電力用半導体素子が固定される金属基板、セラミック基板、バスバー等の面と同じ側に、ヒートシンク固定面１６が設けられてもよい。また、互いに反対側になるパワーモジュール１６０の２つの面が、ヒートシンク固定面１６とされてもよく、それぞれの面に、ヒートシンク１１０が熱的に接続されてもよい。

[0041] 本実施の形態では、ヒートシンク固定面１６とヒートシンク１１０と間の接続には、接触熱抵抗を低減するため、伝熱材が介在している。金属基板、セラミック基板の場合は、伝熱材には、例えばグリース、接着剤、シート、ゲル等の絶縁性を有する材料、又ははんだ、銀ペースト等の導電性部材が用いられる。ヒートシンク１１０との絶縁が必要なリードの場合は、伝熱材には、絶縁性を有する材料が用いられる。これらにより、パワーモジュール１６０とヒートシンク１１０が伝熱材を介して熱的に接続されるため、部材及び接合工程を削減し熱抵抗を低減できる。

[0042] リードとヒートシンク１１０が同電位の場合は、はんだ等の導電性部材で接続してもよく、或いは、電力用半導体素子に接合されたリードを、ばね又はねじ等によりヒートシンク１１０に機械的に押圧させてもよい。接合から機械的な押圧に変えることで、熱抵抗を低減しつつ、温度サイクル及び高温での劣化が軽減され、長期信頼性が向上する。また、ヒートシンク１１０は

、パワーモジュール１６０と一体的にモジュール化されていてもよい。

[0043] パワーモジュール１６０は、封止樹脂１６５を備えている。封止樹脂１６５は、電力用半導体素子、正極側接続部材１６１、負極側接続部材１６２、巻線接続部材１６３、制御用接続部材１６４、及びその他の構成部品を封止する。封止樹脂１６５には、例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂等のポッティング樹脂、フッ素樹脂等の電力用半導体素子の表面のコーティング材料、ポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ＡＢＳ）等の成形材料が用いられる。封止樹脂１６５によって電力用半導体素子等の構成部品を覆うことで、例えば、異物が混入した場合、塩、泥等が入った水等がかかった場合でも絶縁性を確保することができる。また、エポキシ樹脂等の硬度が高い材料を使うことで、部品を固定でき耐振性を向上できる。なお、封止樹脂１６５以外の方法でパワーモジュール１６０を絶縁し固定できれば、封止樹脂１６５はなくてもよい。

[0044] ＜冷却機構の配置構成＞

パワーモジュール１６０及びヒートシンク１１０は、軸方向Ｚにおけるリア側ブラケット２と回路基板１０３（本例では、ケース１０２）との間の空間に配置されている。パワーモジュール１６０のヒートシンク固定面１６は、径方向Ｙ及び軸方向Ｚに延在している。冷媒流路１８０では、ヒートシンク１１０の配置空間において径方向Ｙに冷媒としての空気が流れる。なお、冷媒は、空気以外の媒体（例えば、冷却水）であってもよい。

[0045] この構成によれば、パワーモジュール１６０のヒートシンク固定面１６は、径方向Ｙ及び軸方向Ｚに延在し、ヒートシンク１１０は、ヒートシンク固定面１６の周方向Ｘの一方側又は他方側に配置される。よって、パワーモジュール１６０及びヒートシンク１１０が周方向Ｘに延在することを抑制することができ、パワーモジュール１６０及びヒートシンク１１０の周方向Ｘの配置面積が大きくなることを抑制できる。よって、パワーモジュール１６０

及びヒートシンク 110 の搭載によって、電力供給ユニット 300 の外径が拡大することを抑制できる。

[0046] ヒートシンク 110 は、ヒートシンク固定面 16 の周方向 X の一方側又は他方側に配置される。そして、ヒートシンク 110 の配置空間において、冷媒が径方向 Y に流れる冷媒流路 180 が設けられるので、軸方向 Z に間隔を空けて配置されたリア側ブラケット 2 と回路基板 103 との間の空間を利用して冷媒流路 180 を設けることができる。そのため、冷媒をパワーモジュール 160 のリア側 Z2 に流すために、回路基板 103 の配置面積を小さくする必要がない。また、冷媒が径方向 Y に流れるので、冷媒を、径方向内側 Y1 の回転軸 4 のリア側 Z2 の突出部付近を通過させることができる。そのため、回転軸 4 のリア側 Z2 の突出部付近に設けられたスリップリング 90 及びブラシ、回転センサ 92、及びリア側ベアリング 72 も効率的に冷却させることができる。

[0047] 本実施の形態では、ヒートシンク固定面 16 は、平面とされており、軸心 C を通る平面に沿って延在している。なお、ヒートシンク固定面 16 は、径方向 Y 及び軸方向 Z に延在していれば、凹凸があってもよく、曲面でもよい。また、ヒートシンク固定面 16 は、軸心 C を通り、ヒートシンク固定面 16 に交差する平面に対して、例えば、30 度以内の角度で傾いていてもよい。

[0048] 本実施の形態では、パワーモジュール 160 は、直方体状に形成されており、各接続部材 161 ~ 164 が、直方体状の部分から突出している。ヒートシンク固定面 16 は、直方体の 1 つの面とされている。直方体の各辺は、軸方向 Z に平行又は直交するように配置されている。パワーモジュール 160 の周方向 X の幅は、径方向 Y の幅及び軸方向 Z の幅よりも短くなっている。なお、直方体の各辺は、軸方向 Z に平行又は直交せずに、傾いて配置されていてもよい。また、パワーモジュール 160 は、直方体状以外の形状に形成されてもよい。

[0049] 制御用接続部材 164 は、パワーモジュール 160 のリア側 Z2 の面から

リア側 Z 2 に突出しており、パワーモジュール 160 のリア側 Z 2 に配置された回路基板 103 に接続される。正極側接続部材 161、負極側接続部材 162、巻線接続部材 163 は、パワーモジュール 160 のヒートシンク固定面 16 とは反対側の面から突出している。

[0050] ヒートシンク 110 は、パワーモジュール 160 のヒートシンク固定面 16 に熱的に接続される。ヒートシンク 110 は、ヒートシンク固定面 16 の周方向 X の一方側又は他方側に配置される。ヒートシンク 110 は、電力用半導体素子、及び導通経路に電流が流れるときに発生する熱、他の部品から入ってくる熱を外部に放熱する役割を有している。ヒートシンク 110 は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金等の金属、セラミック、樹脂等の $5\text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上の熱伝導率を有する材料を用いて構成される。

[0051] ヒートシンク 110 は、ヒートシンク固定面 16 に熱的に接続される板状の基礎部 110a と、基礎部 110a からヒートシンク固定面 16 とは反対側に突出した複数の突出部 110b とを備えている。複数の突出部 110b を設けることより、放熱面積を増やすことができる。本実施の形態では、複数の突出部 110b のそれぞれは、軸方向 Z に互いに間隔を空けて、周方向 X 及び径方向 Y に延在した板状に形成されている。本実施の形態では、複数の板状の突出部 110b は、周方向 X 及び径方向 Y に平行に延在した平板とされている。なお、複数の板状の突出部 110b は、周方向 X 及び径方向 Y に延在していればよく、周方向 X 及び径方向 Y に平行な平面（軸方向 Z に直交する平面）に対して、例えば、30度以内の角度で傾いていてもよい。

[0052] 基礎部 110a は、径方向 Y 及び軸方向 Z に延在し、パワーモジュール 160 のヒートシンク固定面 16 と同等の面積の面を有する直方体状に形成されている。基礎部 110a の周方向 X の幅は、径方向 Y の幅及び軸方向 Z の幅よりも短くなっている。突出部 110b は、矩形平板状に形成されている。なお、基礎部 110a は、ヒートシンク固定面 16 に固定される面を有していれば、直方体状以外の形状に形成されてもよく、突出部 110b は、矩

形平板状以外の板状に形成されてもよい。また、放熱性を確保できれば、ヒートシンク 110 に、複数の突出部 110b が設けられなくてもよい。

[0053] 各接続部材を除いたパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の全体外形の周方向 X の幅は、径方向 Y の幅及び軸方向 Z の幅よりも短くなっている。よって、ヒートシンク固定面 16 が径方向 Y 及び軸方向 Z に延在するように配置することで、パワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の周方向 X の配置面積を小さくできる。

[0054] 本実施の形態では、図 5 に示すように、2つのパワーモジュール 160 が、ヒートシンク固定面 16 を周方向 X に互いに対向させて配置されている。2つのパワーモジュール 160 の間に、1つ以上のヒートシンク 110 が配置されると共に、冷媒が径方向に流れる冷媒流路 180 が形成されている。本実施の形態では、2つのパワーモジュール 160 の間に、2つのヒートシンク 110 が配置され、2つのパワーモジュール 160 のヒートシンク固定面 16 のそれぞれに、ヒートシンク 110 が1つずつ熱的に接続され、2つのヒートシンク 110 の間の空間が、冷媒が径方向に流れる冷媒流路 180 とされている。

[0055] この構成によれば、2つのパワーモジュール 160 で、冷媒が流れる冷媒流路 180 を共通化し、集約することができる。また、2つのパワーモジュール 160 を、周方向 X に近接して配置できるため、パワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の周方向 X の配置面積を減少させ、電力供給ユニット 300 を小型化できる。

[0056] 2つのパワーモジュール 160 が周方向 X に並べて配置されるので、各パワーモジュール 160 のリア側 Z2 に制御回路 170 を配置することができ、各パワーモジュール 160 から制御用接続部材 164 をリア側 Z2 に延ばして制御回路 170 に接続することができる。

[0057] 少なくとも、2つのパワーモジュール 160 が、ヒートシンク固定面 16 を対向させて並べられればよく、対にされなかった1つのパワーモジュール 160 も、ヒートシンク固定面 16 が、径方向 Y 及び軸方向 Z に延在するよ

うに配置されればよい。

[0058] ヒートシンク 110 の径方向外側 Y 2 のカバー 101 の部分には、カバー開口部 101c が設けられている。よって、冷媒としての空気を 2 つのヒートシンク 110 の間の流路に集中的に流すことができ、冷却効率を高めることができる。なお、ヒートシンク 110 及びパワーモジュール 160 の数に合わせて、カバー開口部 101c が複数設けられてもよい。

[0059] 本実施の形態では、図 5 に示すように、カバー開口部 101c の開口面積は、2 つのパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の配置領域と同等の面積とされている。カバー開口部 101c と 2 つのヒートシンク 110 及びパワーモジュール 160 との隙間が小さくなるように、2 つのヒートシンク 110 及びパワーモジュール 160 の径方向外側 Y 2 の端面が、カバー開口部 101c の径方向位置と同等になるように配置されている。カバー開口部 101c の外縁部と、2 つのヒートシンク 110 及びパワーモジュール 160 の径方向外側 Y 2 の端面との間の隙間面積は、2 つのヒートシンク 110 の間の空間の径方向外側 Y 2 の開口面積よりも小さくなっている。よって、空気を 2 つのヒートシンク 110 の間の空間に効率的に流すことができる。

[0060] 図 2 に示すように、ヒートシンク 110 の配置空間のリア側 Z 2 にはケース 102 が配置され、ヒートシンク 110 の配置空間のフロント側 Z 1 にはリア側ブラケット 2 が配置されているので、冷媒をヒートシンク 110 の配置空間に集めることができ、冷却効率を高めることができる。

[0061] 本実施の形態では、図 2 に矢印で示すように、冷媒流路 180 では、冷媒としての空気が、カバー 101 のカバー開口部 101c を通って外側から吸引された後、ヒートシンク 110 の配置空間を径方向内側 Y 1 に流れ、その後、リア側ブラケット 2 のリア側 Z 2 の吸気開口部 21 を通ってフロント側 Z 1 に流れる。なお、空気は逆向きに流れてもよい。

[0062] カバー 101 に金属材料が用いられた場合、外部のノイズを反射あるいは吸収して電力供給ユニット 300 への影響を軽減し、また、電力供給ユニッ

ト 300 から出るノイズを反射あるいは吸収して周辺機器への影響を軽減することができる。

[0063] 2. 実施の形態 2

次に、実施の形態 2 に係る回転電機 100 について説明する。上記の実施の形態 1 と同様の構成部分は説明を省略する。図 6 は、本実施の形態に係る回転電機 100 を、ヒートシンク 110 及び回転軸 4 の軸心 C を通る平面で切断した模式的な断面図である。

[0064] 本実施の形態では、図 6 に示すように、回転電機 100 は、冷媒流路 180 を形成する流路構成部材 104 を備えており、流路構成部材 104 は、軸方向 Z におけるパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 と、リア側ブラケット 2 との間に配置されている。

[0065] この構成によれば、ヒートシンク 110 の配置空間のフロント側 Z1 には流路構成部材 104 が配置されているので、冷媒をヒートシンク 110 の配置空間に集めることができ、冷却効率を高めることができる。

[0066] 本実施の形態では、流路構成部材 104 は、径方向 Y 及び周方向 X に延びる板状に形成されており、軸方向 Z に見て、ヒートシンク 110 が配置されている領域を包含する領域に配置されている。また、流路構成部材 104 は、リア側ブラケット 2 のリア側 Z2 の吸気開口部 21 の一部のリア側 Z2 を覆うように配置されている。この構成によれば、冷媒が、ヒートシンク 110 の配置空間の径方向内側 Y1 の端部まで到達する前に、吸気開口部 21 に吸入されることを防止できる。なお、吸気開口部 21 の一部が覆われていても、周方向 X に分散して設けられた吸気開口部 21 も通って冷媒が流れるため、流れの大きな妨げにはならない。

[0067] また、冷媒流路 180 を冷媒が十分通過し、ヒートシンク 110 の放熱性が十分確保できる場合、流路構成部材 104 がリア側ブラケット 2 のリア側 Z2 の吸気開口部 21 の一部のリア側 Z2 を覆わないように配置されてもよい。この場合、冷媒流路 180 で生じる圧力損失を低減でき、冷媒流路 180 を通過する冷媒の流量を増加することができる。さらに、流路構成部材 1

04には穴が開いていてもよい。

[0068] 3. 実施の形態3

次に、実施の形態3に係る回転電機100について説明する。上記の実施の形態1と同様の構成部分は説明を省略する。図7及び図8は、本実施の形態に係る対にされた2つのパワーモジュール160及びヒートシンク110を径方向外側Y2から見た側面図である。

[0069] 実施の形態1と同様に、2つのパワーモジュール160が、ヒートシンク固定面16を周方向Xに互いに対向させて配置されている。そして、2つのヒートシンク固定面16のそれぞれにヒートシンク110が熱的に接続され、2つのヒートシンク110の間に、冷媒としての空気が径方向Yに流れる冷媒流路180が形成されている。そして、2つのヒートシンク110のそれぞれは、ヒートシンク固定面16に熱的に接続される板状の基礎部110aと、基礎部110aからヒートシンク固定面16とは反対側に突出した複数の突出部110bとを備えている。各ヒートシンク110において、複数の突出部110bのそれぞれは、軸方向Zに互いに間隔を空けて、周方向X及び径方向Yに延在した板状に形成されている。

[0070] 本実施の形態では、実施の形態1と異なり、一方のヒートシンク110の複数の突出部110bと、他方のヒートシンク110の複数の突出部110bとは、軸方向Zに互い違いに配置されている。すなわち、突出部110bの軸方向Zの位置が、一方のヒートシンク110と他方のヒートシンク110とで互い違いになっている。

[0071] この構成によれば、一方のヒートシンク110の突出部110bの先端部は、他方のヒートシンク110の凹部に位置するので、突出部110bの先端部を冷媒が流れ易くなり、冷却効率を高めることができる。

[0072] 図7に示す例では、一方のヒートシンク110の突出部110bと他方のヒートシンク110の突出部110bとは、周方向Xに間隔を空けて配置されている。図8に示す例では、一方のヒートシンク110の突出部110bと他方のヒートシンク110の突出部110bとは、互いに間隔を空け、軸

方向Zに見て重複するように配置されている。図8に示す例では、突出部110bの突出高さを高くして、放熱面積を増加させ、冷却効率を高めることができる。或いは、突出部110bの突出高さを高くせずに、2つのパワーモジュール160を周方向Xに近づけてもよく、この場合は、パワーモジュール160及びヒートシンク110の周方向Xの配置面積を減少させ、電力供給ユニット300を小型化できる。

[0073] 4. 実施の形態4

次に、実施の形態4に係る回転電機100について説明する。上記の実施の形態1と同様の構成部分は説明を省略する。図9及び図10は、本実施の形態に係る対にされた2つのパワーモジュール160及びヒートシンク110を径方向外側Y2から見た側面図である。

[0074] 本実施の形態では、実施の形態1と異なり、図9に示すように、2つのヒートシンク110のそれぞれのフロント側Z1の端部が、フロント側固定部材112aにより互いに固定され、2つのヒートシンク110のそれぞれのリア側Z2の端部が、リア側固定部材112bにより互いに固定されている。そして、フロント側固定部材112aは、2つのヒートシンク110の間の空間のフロント側Z1の開口を塞ぎ、リア側固定部材112bは、2つのヒートシンク110の間の空間のリア側Z2の開口を塞いでいる。

[0075] この構成によれば、フロント側固定部材112a及びリア側固定部材112bにより、2つのパワーモジュール160及びヒートシンク110の相互の配置精度を高めることができる。また、冷媒がヒートシンク110の配置空間からフロント側Z1及びリア側Z2に漏れ出ないようにでき、冷却性能を高めることができる。

[0076] 各固定部材112a、112bは、例えば、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、リエーテルエーテルケトン（PEEK）等の樹脂材料から構成されていてもよく、或いは、鉄、アルミ、銅、などの純金属、又は鉄、アルミ、銅等から成る合金から構成されてもよい。各固定部材112a、112bは、ヒートシンク110に、例

えば、ねじ止め、接着、かしめ、溶接等によって固定される。

[0077] さらに、各固定部材 112a、112b が、高い熱伝導率、例えば $5\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以上の熱伝導率を有する材料にて構成されている場合、向かい合った 2 つのヒートシンク 110 の温度を均等化することができる。パワーモジュール 160 は、それぞれ異なるタイミングで動作して通電タイミングが異なることから、パワーモジュール 160 に搭載される電力用半導体素子の温度がばらつき、ヒートシンク 110 の温度がばらつく可能性があるが、ばらつきを抑制することができる。

[0078] 片側の固定部材により 2 つのヒートシンク 110 を固定できる場合は、フロント側固定部材 112a 及びリア側固定部材 112b の一方のみが設けられてもよい。また、冷媒流路 180 に十分に冷媒を通過させることができる場合は、2 つのヒートシンク 110 の間の空間のフロント側 Z1 又はリア側 Z2 の開口の全てが、固定部材により塞がれなくてもよく、開口の一部が固定部材により塞がれてもよい。

[0079] 或いは、図 10 に示すように、板状の固定部材 112c が、2 つのヒートシンク 110 のそれぞれの突出部 110b の先端部により挟み込まれた状態で、2 つのヒートシンク 110 を互いに固定してもよい。この構成によれば、板状の固定部材 112c により、2 つのパワーモジュール 160 及びヒートシンク 110 の相互の配置精度を高めることができる。また、軸方向 Z に隣り合う 2 つ板状の突出部 110b の間の空間の周方向 X の一方側又は他方側の開口が、板状の固定部材 112c により塞がれるため、2 つ板状の突出部 110b の間の空間に流入した冷媒が途中で外部に漏れ出ないようにでき、冷却性能を高めることができる。板状の固定部材 112c は、軸方向 Z 及び径方向 Y に延在している。

[0080] 5. 実施の形態 5

次に、実施の形態 5 に係る回転電機 100 について説明する。上記の実施の形態 1 と同様の構成部分は説明を省略する。図 11 及び図 12 は、本実施の形態に係る対にされた 2 つのパワーモジュール 160 及びヒートシンク 1

10を径方向外側Y2から見た側面図である。

[0081] 本実施の形態では、2つのパワーモジュール160が、ヒートシンク固定面16を周方向Xに互いに対向させて配置されている。2つのパワーモジュール160の間に、1つのヒートシンク110が配置され、2つのパワーモジュール160のヒートシンク固定面16に、1つのヒートシンク110が熱的に接続され、1つのヒートシンク110に、径方向Yに貫通する冷媒の流路110dが形成されている。

[0082] この構成によれば、2つのパワーモジュール160の相互の配置精度を高めることができる。また、冷媒が、ヒートシンク110に形成された流路から途中で漏れ出ないようにでき、冷却性能を高めることができる。また、2つのパワーモジュール160間の温度ばらつきを抑制することができる。

[0083] 図11に示す例では、ヒートシンク110の周方向Xの中央部に、径方向Yに貫通する複数の貫通孔110dが、軸方向Zに間隔を空けて並べられている。各貫通孔110dは、矩形筒状に形成されている。図12に示す例では、図11の例に対して、ヒートシンク110の周方向Xの中央部に設けられた複数の貫通孔110dが、軸方向Zにつながっている。なお、径方向Yに貫通する貫通孔110d（流路）の数及び形状は、任意に設定されてもよく、例えば、格子状に配置された複数の円筒状の貫通孔であってもよい。

[0084] 6. 実施の形態6

次に、実施の形態6に係る回転電機100について説明する。上記の実施の形態1と同様の構成部分は説明を省略する。図13から図15は、本実施の形態に係る回転電機100を、ヒートシンク110及び回転軸4の軸心Cを通る平面で切断した模式的な断面図である。

[0085] 図13及び図14の例に示すように、周方向X及び径方向Yに延在した板状の突出部110bは、径方向Yに連続していなくてもよく、任意の位置で、径方向Yに複数に分割されていてもよい。この構成によれば、分割により切れ目が生じた分、突出部110bの表面積を増加させることができ、冷却性能を高めることができる。さらに、切れ目で、冷媒は、フロント側Z1に

移動することができ、冷却性能を高めることができる。

[0086] また、図14の例に示すように、板状の突出部110bの切れ目の径方向Yの位置は、突出部110bの間で、同じ位置でなくてもよく、フロント側Z1に向かうに従って、径方向内側Y1に移動してもよい。図14のように切れ目を配置することで、冷媒が、切れ目でフロント側Z1に移動する際の圧力損失を低減することができる。

[0087] 或いは、図15の例に示すように、突出部110bは、周方向X及び径方向Yに延在した板状に形成されていなくてもよく、四角形状等の任意の断面形状の柱状に形成されてもよい。複数の柱状の突出部110bは、冷媒が径方向Yに流れるように、格子状等の任意のパターンで配置されていてもよい。この構成によれば、突出部110bの表面積を増加させることができると共に、冷媒をフロント側Z1にも移動させることができ、冷却性能を高めることができる。突出部110bは、四角柱に限られず、三角柱、円柱、その他多角形の柱状でもよく、柱状でなくても、錘状であってもよい。

[0088] なお、複数の突出部110bは、基礎部110aからヒートシンク固定面16とは反対側に突出し、冷媒が径方向Yに流れる形状であれば、図示した形状及び配置に限られず、任意の形状及び配置であってもよい。

[0089] 本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0090] 1 フロント側ブラケット、2 リア側ブラケット、3 固定子、4 回転軸、6 回転子、16 ヒートシンク固定面、32 巻線、100 回転電

機、101 カバー、101c カバー開口部（開口部）、102 ケース、103 回路基板、104 流路構成部材、110 ヒートシンク、110a 基礎部、110b 突出部、112a フロント側固定部材（一方側固定部材）、112b リア側固定部材（他方側固定部材）、112c : 固定部材、160 パワーモジュール、166H、166L 電力用半導体素子、170 制御回路、180 冷媒流路、200 回転電機本体部、300 電力供給ユニット、C 軸心、X 周方向、Y 径方向、Y1 径方向内側、Y2 径方向外側、Z 軸方向、Z1 フロント側（軸方向の一方側）、Z2 リア側（軸方向の他方側）

請求の範囲

[請求項1]

複数相の巻線を備えた固定子と、
前記固定子の径方向内側に配置された回転子と、
前記回転子と一体回転する回転軸と、
前記固定子及び前記回転子を収容すると共に、前記回転軸を回転可能に支持するブラケットと、
前記巻線への通電をオンオフする電力用半導体素子を設けたパワーモジュールと、
前記パワーモジュールのヒートシンク固定面に熱的に接続されたヒートシンクと、
前記電力用半導体素子を制御する制御回路と、を備え、
前記ヒートシンク固定面は、径方向及び軸方向に延在し、
前記パワーモジュールは、2つ以上設けられ、
2つの前記パワーモジュールが、前記ヒートシンク固定面を周方向に互いに対向させて配置され、前記2つのパワーモジュールの間に、1つ以上の前記ヒートシンクが配置されると共に、冷媒が径方向に流れる流路が形成されている回転電機。

[請求項2]

前記制御回路は、板状の回路基板を備え、前記回路基板は、前記ブラケットの軸方向の他方側に間隔を空けて配置されると共に、前記回転軸の径方向及び周方向に延在し、
前記パワーモジュールと前記ヒートシンクとは、軸方向における前記ブラケットと前記回路基板との間の空間に配置されている請求項1に記載の回転電機。

[請求項3]

前記制御回路は、板状の回路基板を備え、前記回路基板は、前記ブラケットの軸方向の他方側に間隔を空けて配置されると共に、前記回転軸の径方向及び周方向に延在し、
前記回転軸は、前記ブラケットから前記回路基板の軸方向の一方側の面まで、軸方向の他方側に延出している請求項1又は2に記載の回

転電機。

[請求項4] 前記制御回路は、板状の回路基板を備え、前記回路基板は、前記ブラケットの軸方向の他方側に間隔を空けて配置されると共に、前記回転軸の径方向及び周方向に延在し、

前記制御回路は、前記回路基板の軸方向の一方側を覆うケースを備え、前記ケースの軸方向の一方側の面が、前記冷媒が流れる流路を構成する請求項1から3のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項5] 前記パワーモジュール及び前記制御回路を覆うカバーを更に備え、前記カバーには、前記冷媒が流れる開口部が少なくとも1つ以上設けられている請求項1から4のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項6] 冷媒が流れる冷媒流路を形成する流路構成部材を更に備え、前記流路構成部材は、軸方向における前記パワーモジュール及び前記ヒートシンクと、前記ブラケットとの間に配置される請求項1から5のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項7] 前記ヒートシンクは、前記ヒートシンク固定面に熱的に接続される板状の基礎部と、前記基礎部から前記ヒートシンク固定面とは反対側に突出した複数の突出部とを備えている請求項1から6のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項8] 前記複数の突出部のそれぞれは、軸方向に互いに間隔を空けて、周方向及び径方向に延在した板状に形成されている請求項7に記載の回転電機。

[請求項9] 前記2つのパワーモジュールの間に、2つの前記ヒートシンクが配置され、前記2つのパワーモジュールの前記ヒートシンク固定面のそれぞれに、前記ヒートシンクが1つずつ熱的に接続され、前記2つのヒートシンクの間の空間が、前記冷媒が径方向に流れる流路とされている請求項1から8のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項10] 前記2つのヒートシンクのそれぞれは、前記ヒートシンク固定面に熱的に接続される板状の基礎部と、前記基礎部から前記ヒートシンク

固定面とは反対側に突出した複数の突出部とを備え、

一方の前記ヒートシンクの前記複数の突出部と、他方の前記ヒートシンクの前記複数の突出部とは、互いに対向して配置されている請求項 9 に記載の回転電機。

[請求項11] 前記 2 つのヒートシンクのそれぞれは、前記ヒートシンク固定面に熱的に接続される板状の基礎部と、前記基礎部から前記ヒートシンク固定面とは反対側に突出した複数の突出部とを備え、

一方の前記ヒートシンクの前記複数の突出部と、他方の前記ヒートシンクの前記複数の突出部とは、軸方向に互い違いに配置されている請求項 9 に記載の回転電機。

[請求項12] 前記 2 つのヒートシンクのそれぞれの軸方向の一方側の端部が、一方側固定部材により互いに固定され、前記一方側固定部材は、前記 2 つのヒートシンクの間の空間の軸方向の一方側の開口の少なくとも一部を塞いでいる請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の回転電機。

[請求項13] 前記 2 つのヒートシンクのそれぞれの軸方向の他方側の端部が、他方側固定部材により互いに固定され、前記他方側固定部材は、前記 2 つのヒートシンクの間の空間の軸方向の他方側の開口の少なくとも一部を塞いでいる請求項 9 から 12 のいずれか一項に記載の回転電機。

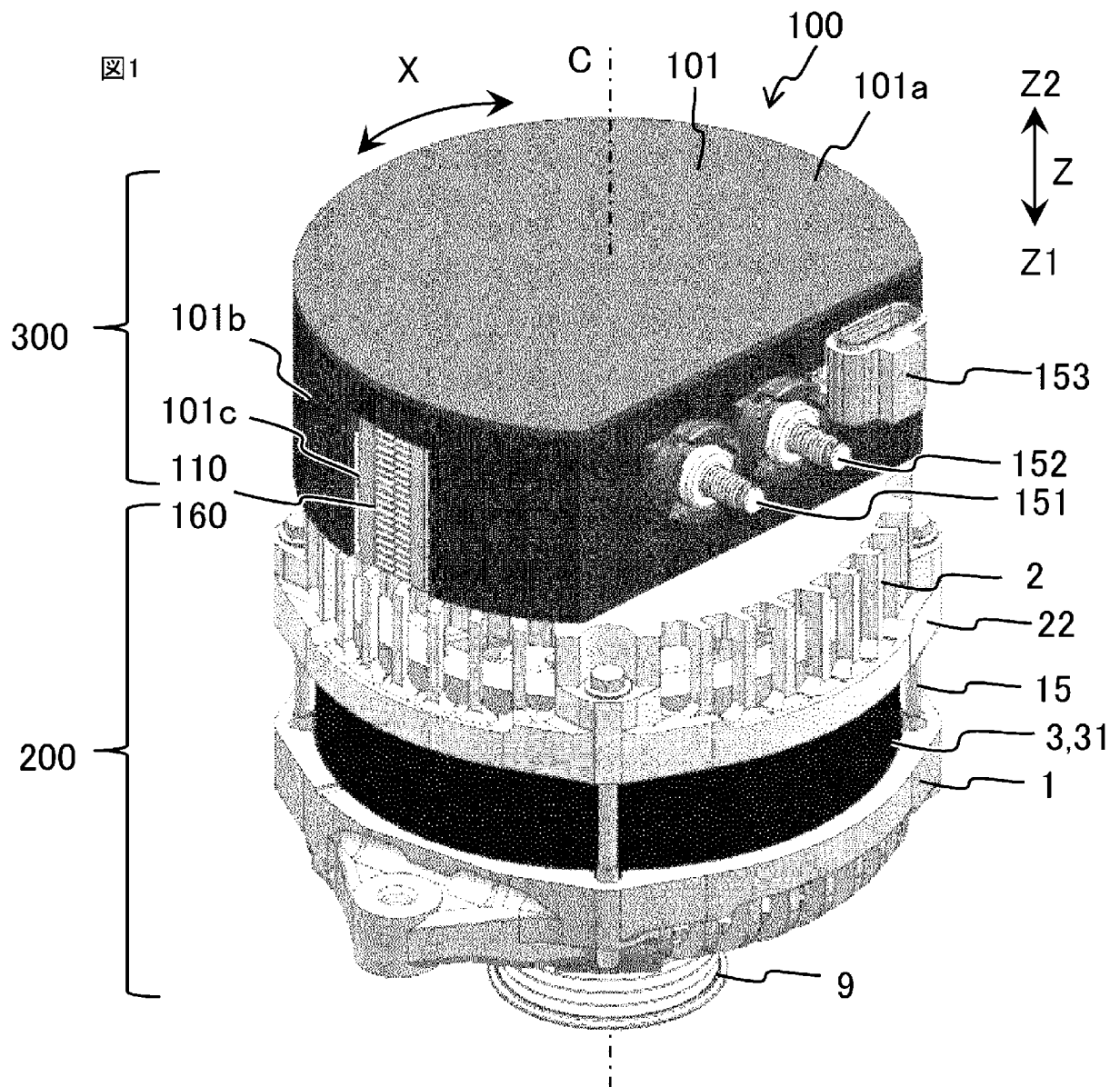
[請求項14] 前記 2 つのヒートシンクのそれぞれは、前記ヒートシンク固定面に熱的に接続される板状の基礎部と、前記基礎部から前記ヒートシンク固定面とは反対側に突出した複数の突出部とを備え、前記複数の突出部のそれぞれは、軸方向に互いに間隔を空けて形成され、

板状の固定部材が、前記 2 つのヒートシンクのそれぞれの前記複数の突出部の先端部により挟み込まれた状態で、前記 2 つのヒートシンクを相互に固定している請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の回転電機。

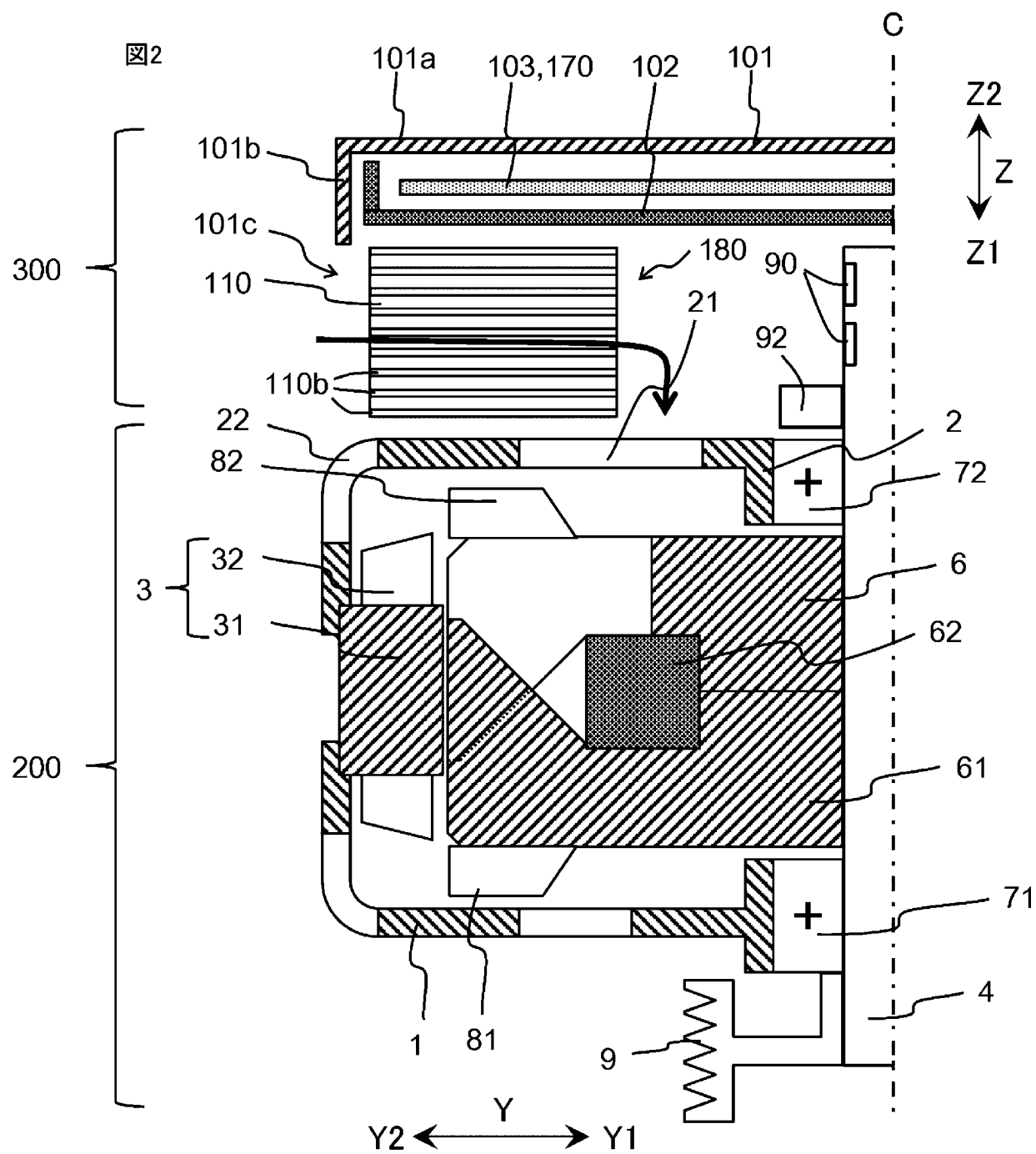
[請求項15] 前記 2 つのパワーモジュールの間に、1 つの前記ヒートシンクが配置され、前記 2 つのパワーモジュールの前記ヒートシンク固定面に、

前記 1 つのヒートシンクが熱的に接続され、前記 1 つのヒートシンクに、径方向に貫通する前記冷媒の流路が形成されている請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の回転電機。

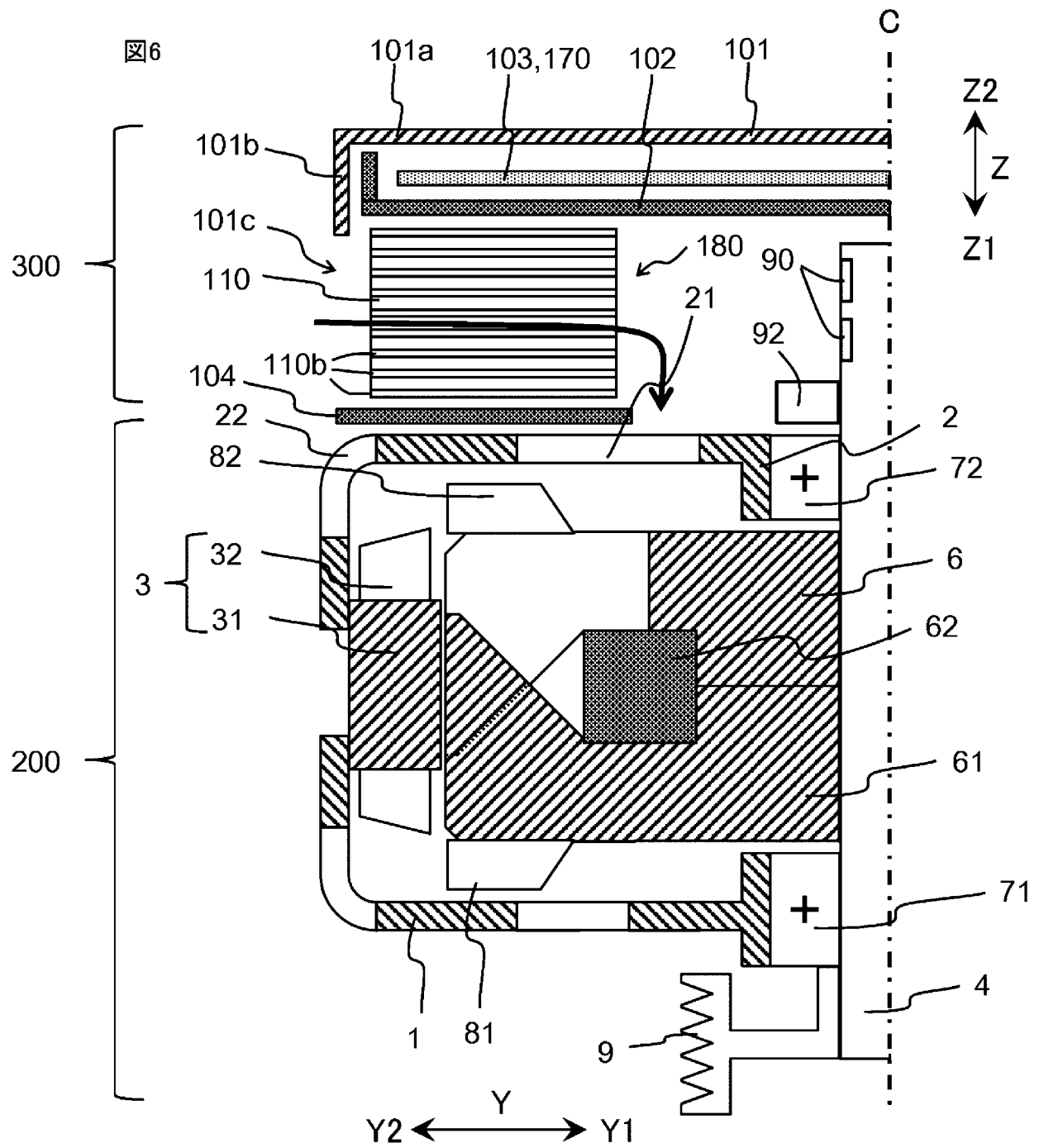
[図1]



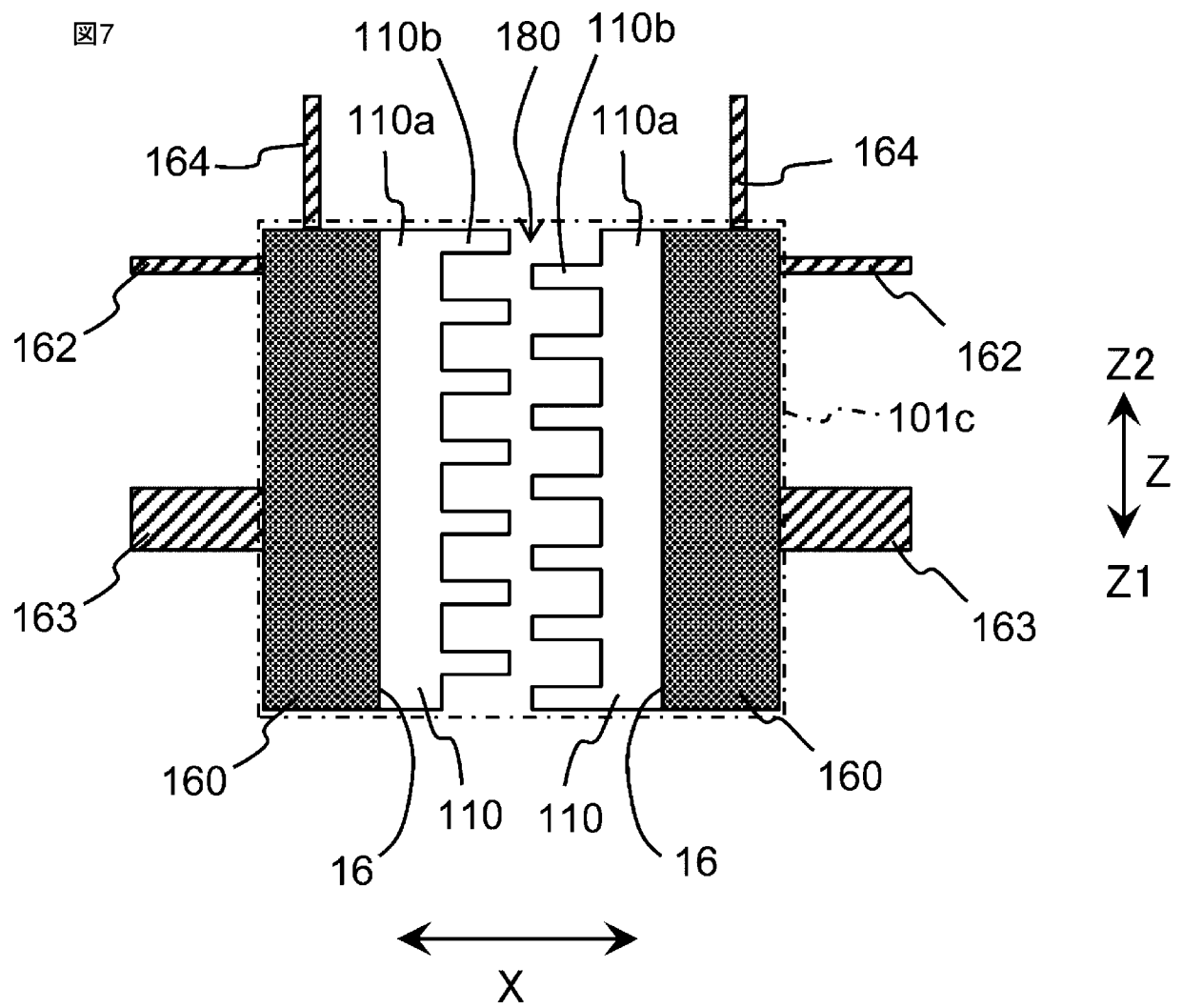
[図2]



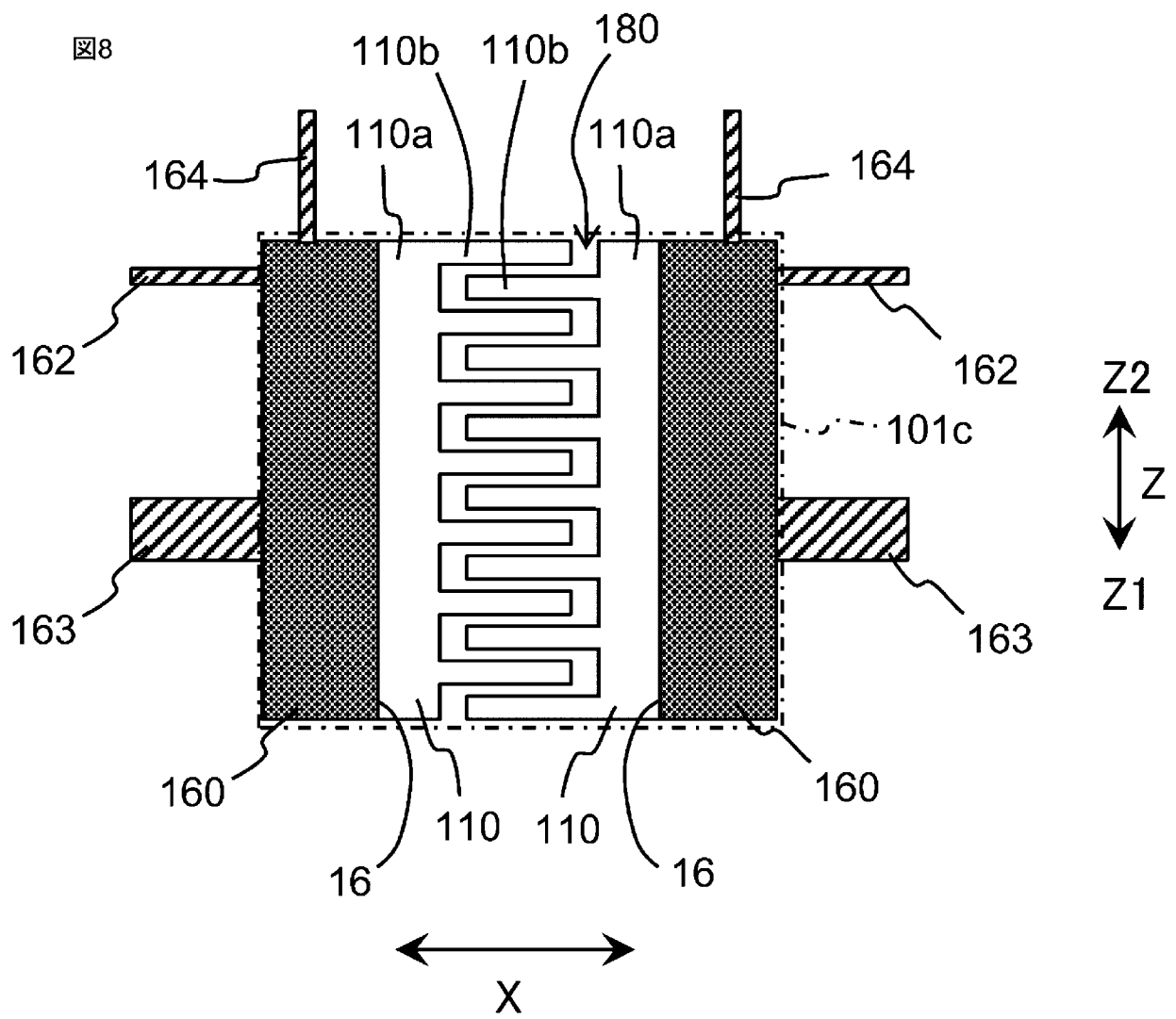
[図6]



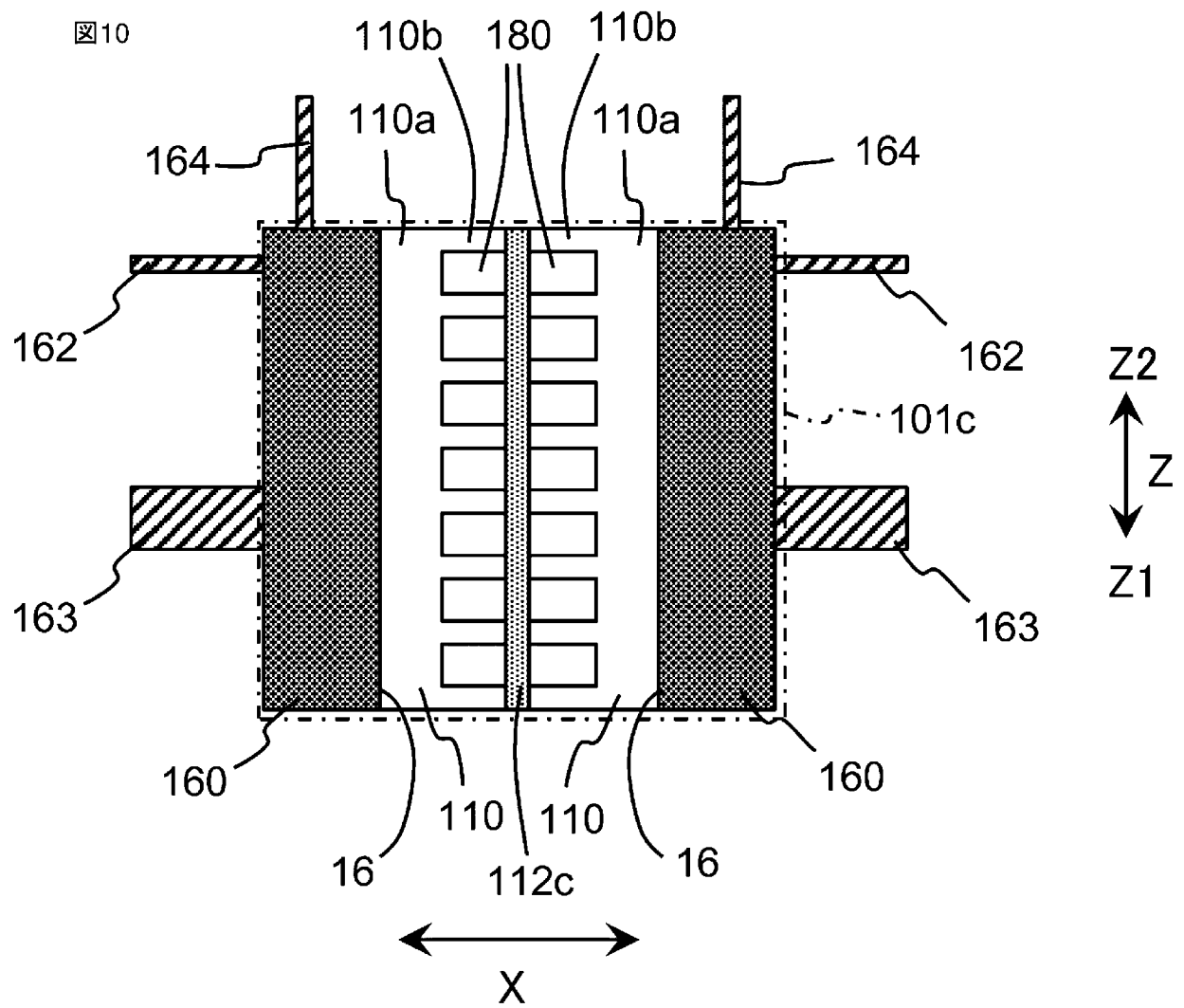
[図7]



[図8]

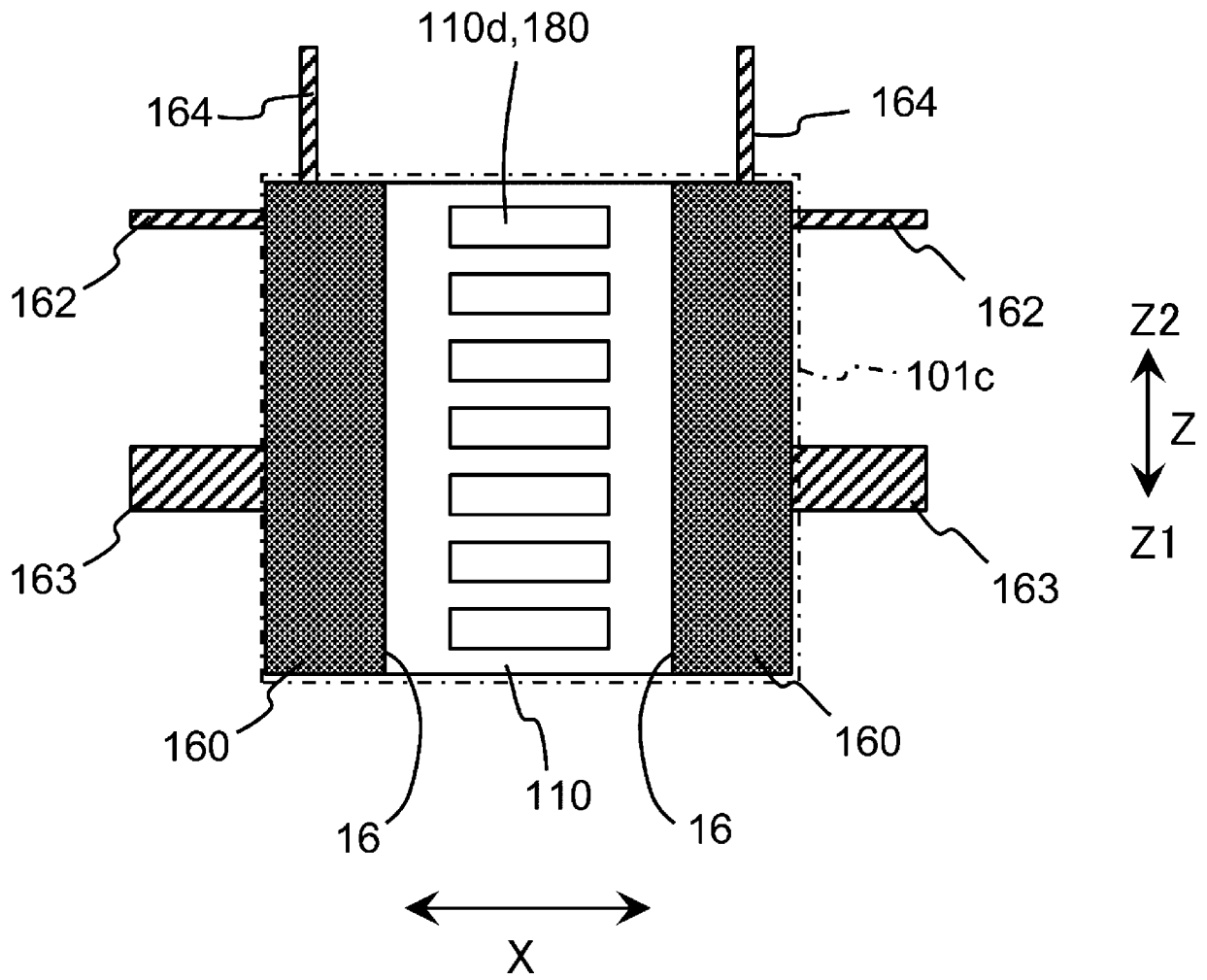


[図10]



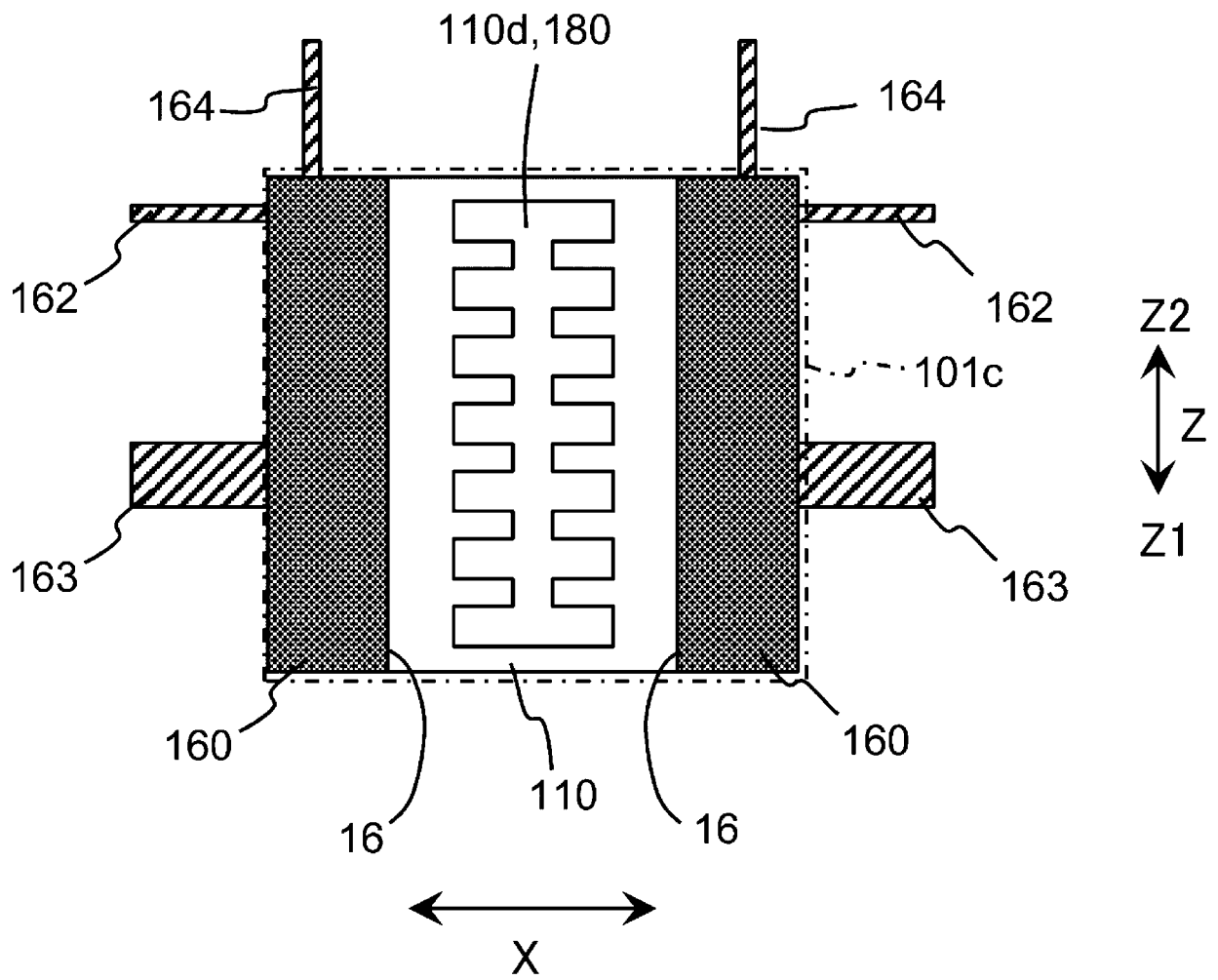
[図11]

図11

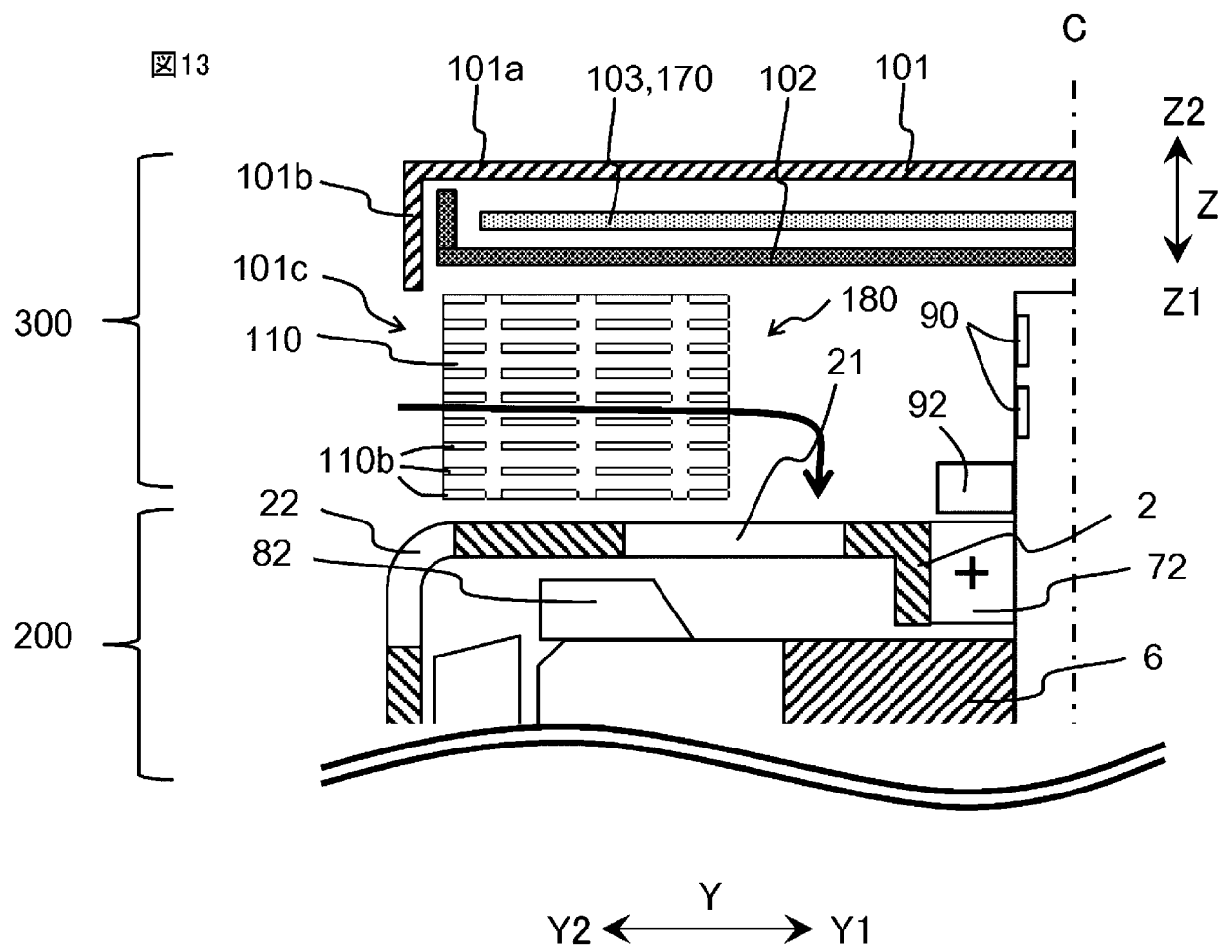


[図12]

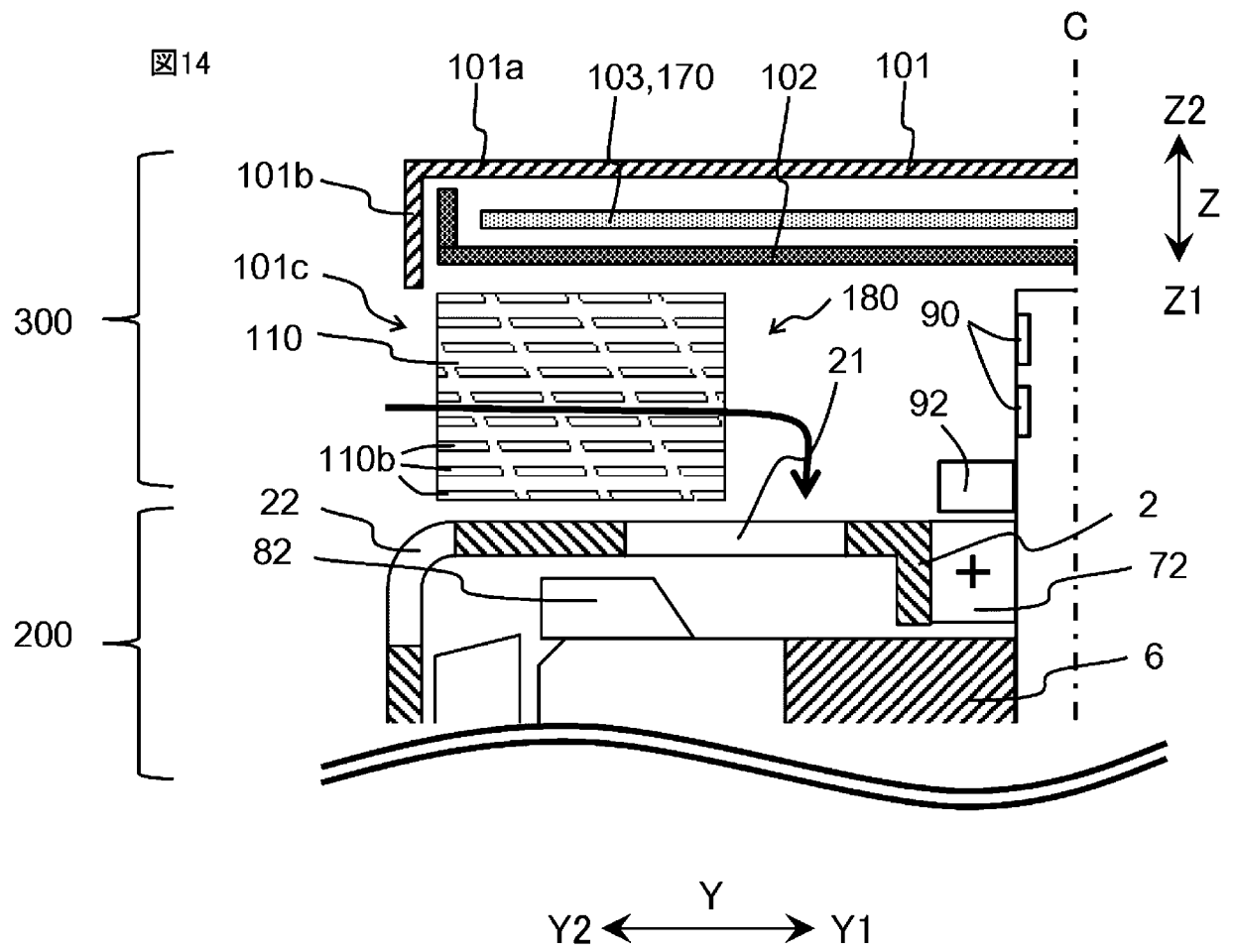
図12



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/046283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K9/02 (2006.01) i, H02K11/30 (2016.01) 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)

Int. Cl. H02K9/02, H02K11/30

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2-36756 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 06 February	1
Y	1990, page 7, upper right column, line 15 to page	2-6, 9, 15
A	12, lower left column, line 17, fig. 1, 1A, 2, 3 & US 4883982 A, column 3, line 52 to column 9, line 13, fig. 1, 1A, 2, 3 & DE 3917040 A1	7-8, 10-14
Y	JP 2014-57514 A (DENSO CORP.) 27 March 2014,	2-6, 9, 15
A	paragraphs [0050]-[0062], [0201]-[0210], fig. 32- 34 & US 2011/0018374 A1, paragraphs [0083]-[0145], [0201]-[0208], fig. 20-22 & WO 2010/150527 A1 & DE 102010017519 A1 & CN 102460912 A	7-8, 10-14



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
07.03.2019

Date of mailing of the international search report
19.03.2019

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/JP2018/046283

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-537959 A (VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR) 01 December 2016, fig. 1a-22 & US 2016/0226333 A1, fig. 1a-22 & WO 2015/033062 A2 & FR 3010590 A1 & KR 10-2016-0054520 A & CN 105706341 A	4-6, 9, 15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02K9/02 (2006.01)i, H02K11/30 (2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02K9/02, H02K11/30

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2-36756 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 1990.02.06, 7 ページ右上欄 15 行-12 ページ左下欄 17 行, 図 1, 1 A, 2, 3 & US 4883982 A, 第 3 欄 52 行-第 9 欄 13 行, 図 1, 1 A, 2, 3 & DE 3917040 A1	1 2-6, 9, 15 7-8, 10-14
Y A	JP 2014-57514 A (株式会社デンソー) 2014.03.27, [0050]-[0062], [0201]-[0210], 図 32-34 & US 2011/0018374 A1, [0083] -[0145], [0201]-[0208], 図 20-22 & WO 2010/150527 A1 & DE 102010017519 A1 & CN 102460912 A	2-6, 9, 15 7-8, 10-14

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

07.03.2019

国際調査報告の発送日

19.03.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三澤 哲也

3 V

9827

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-537959 A (ヴァレオ エキプマン エレクトリック モトウール) 2016.12.01, 図 1 a - 2 2 & US 2016/0226333 A1, 図 1 a - 2 2 & WO 2015/033062 A2 & FR 3010590 A1 & KR 10-2016-0054520 A & CN 105706341 A	4-6, 9, 15