

(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11月19日(19.11.2020)



(10) 国際公開番号

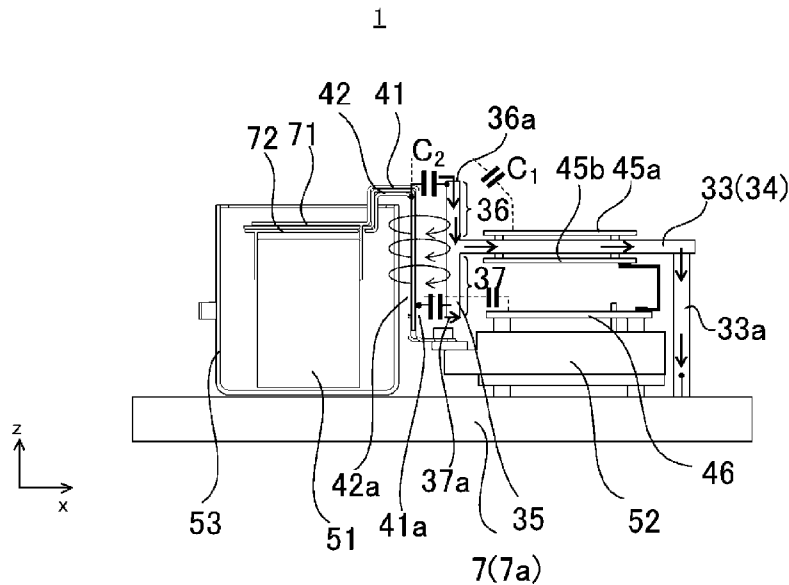
WO 2020/230541 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/017135
- (22) 国際出願日: 2020年4月21日(21.04.2020)
- (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 2019-090539 2019年5月13日(13.05.2019) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 西澤 洋平 (NISHIZAWA Youhei); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 後藤 昭弘(GOTO Akihiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 勝部 勇作(KATSUBE Yusaku); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置

【図6】



(57) Abstract: The present invention provides a power conversion device in which an EMC noise current flowing through a control circuit board is reduced. The power control device 1 is provided with: a semiconductor module 52; a capacitor 51; a control circuit board 45a; positive/negative-electrode-side busbars 41, 42 for connecting the semiconductor module 52 and the capacitor 51; a base 33 electrically connected to a ground part of the control circuit board 45a, the control circuit board 45a being stacked on the base 33; and an electroconductive part 35 electrically connected to the base 33, the



WO 2020/230541 A1

(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, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

electroconductive part 35 extending in the direction in which the base 33 and the control circuit board 45a are stacked. The positive/negative-electrode-side busbars 41, 42 are connected to the semiconductor module 52 so as to bypass the electroconductive part 53.

(57) 要約 : 制御回路基板を流れる EMC ノイズ電流を低減する電力変換装置を提供する。電力変換装置 1 は、半導体モジュール 5 2 と、コンデンサ 5 1 と、制御回路基板 4 5 a と、半導体モジュール 5 2 とコンデンサ 5 1 とを接続する正・負極側バスバー 4 1、4 2 と、制御回路基板 4 5 a の接地部に電氣的に接続され、制御回路基板 4 5 a が積層されるベース 3 3 と、ベース 3 3 に電氣的に接続され、ベース 3 3 と制御回路基板 4 5 a の積層方向に延在された導電部 3 5 とを備え、正・負極側バスバー 4 1、4 2 は、導電部 3 5 を迂回して半導体モジュール 5 2 に接続されている。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車、電気自動車などの車両には、モータ駆動用のインバータ、商用電源から高電圧バッテリーに充電する充電器、および補機バッテリーに給電するDCDCコンバータ等、種々の電力変換装置が搭載されている。モータ駆動用のインバータ等の電力変換装置は、金属ケース内に、直流電力を平滑化するコンデンサと、直流電力を交流電力に変換する電力変換回路部を有する半導体モジュールと、コンデンサとパワーモジュールとを直流電源に接続するバスバーとが収納された構造を有する。

[0003] このような電力変換装置の一例として、パワーモジュールの上方に制御回路基板を配し、コンデンサをパワーモジュールの側方に配し、直流電源に接続される正極側バスバーおよび負極側バスバーによりコンデンサとパワーモジュールとを接続した構造が知られている。正・負極側バスバーは樹脂により一体化されており、それぞれ、パワーモジュールの正極側端子または負極側端子に接続されている。正・負極側バスバーとパワーモジュールの正・負極側端子との接続部は、制御回路基板に近接する位置で、直接、制御回路基板に対向して配置されている（例えば、特許文献1の図2等参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-27000号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1のように、強電系回路部であるコンデンサ回路部と弱電系回路部である制御回路とが近接して配置された構造を有する電力変換装置では、

制御回路基板を流れる EMC (Electromagnetic Compatibility) ノイズ電流が大きくなり、制御回路が誤動作する対策が施されるが、更なる改善が要求されている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によると、電力変換装置は、電力変換回路部を有する半導体モジュールと、直流電力を平滑化して前記電力変換回路部に供給するキャパシタと、前記電力変換回路部を制御する制御回路を有し、前記キャパシタと離間して配置された制御回路基板と、前記半導体モジュールと前記キャパシタとを接続する接続導体と、前記制御回路基板の接地部に電氣的に接続され、前記制御回路基板が積層されるベースと、前記ベースに電氣的に接続され、前記ベースと前記制御回路基板の積層方向に延在された導電部とを備え、前記接続導体は、前記導電部を迂回して前記半導体モジュールに接続されている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、正・負極側バスバーと制御回路基板間の浮遊容量を低減して、制御回路基板を流れる EMC (Electromagnetic Compatibility) ノイズ電流を低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]図 1 は、本発明の電力変換装置の回路図の一例を示す図である。
- [図2]図 2 は、本発明の一実施の形態としての電力変換装置の外観斜視図である。
- [図3]図 3 は、図 2 に図示された電力変換装置の分解斜視図である。
- [図4]図 4 は、図 2 に図示された電力変換装置のコンデンサと接続導体との接続構造を示す斜視図である。
- [図5]図 5 は、図 2 に図示された電力変換装置の V-V 線断面図である。
- [図6]図 6 は、図 5 に図示された電力変換装置における EMC ノイズ電流の流れを示す模式図である。
- [図7]図 7 は、比較例の電力変換装置の EMC ノイズ電流の流れを示す図であ

る。

[図8]図8は、図5に図示された電力変換装置のEMCノイズ電流の流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の電力変換装置の一実施の形態を説明する。

図1は、本発明の電力変換装置の回路図の一例を示す図である。

電力変換装置1は、直流電力を交流電力に変換するインバータ主回路3と、インバータ主回路3が電力変換動作時に発生する電磁ノイズを抑制するためのノイズフィルタ回路部20と、制御部170とを備える。図1に図示される電力変換装置1は、インバータ主回路3と、ノイズフィルタ回路部20と、制御部170とを含む枠で囲まれた構成を備える。

[0010] インバータ主回路3は、直流電力を交流電力に変換する電力変換回路部4と、直流電力を平滑化するコンデンサ回路部5とにより構成される。

電力変換回路部4は、3つの上下アーム直列回路4a、4b、4cを有する。各上下アーム直列回路4a、4b、4cは、上アームとして動作するIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）等のスイッチング素子328およびダイオード156と、下アームとして動作するIGBT等のスイッチング素子330およびダイオード166とを有する。上アームのスイッチング素子328と下アームのスイッチング素子330は、直流電力を交流電力に変換する。ダイオード156、166は、回生時には交流電力を直流電力に変換する機能も有する。

[0011] 上下アーム直列回路4aは、交流ターミナル270aを介してモータジェネレータMGのu相と接続される。上下アーム直列回路4bは、交流ターミナル270aを介してモータジェネレータMGのv相と接続される。上下アーム直列回路4cは、交流ターミナル270aを介してモータジェネレータMGのw相と接続される。

[0012] モータジェネレータMGは、交流ターミナル270aを介してインバータ主回路3から供給される交流電力に基づいてHEVまたはEVの駆動力を出

力する。また、モータジェネレータMGは外力でモータが回転した際の交流電力を高電圧バッテリー2へ回生するジェネレータとしても作用する。高電圧バッテリー2は、HEVまたはEVの直流電源である。

[0013] コンデンサ回路部5は、コンデンサ（キャパシタ）51を有し、高電圧バッテリー2と電力変換回路部4との間に接続され、直流電力を平滑化し電力変換回路部4に供給する。

[0014] ノイズフィルタ回路部20は、直流電源端子6とコンデンサ回路部5との間に設けられ、電力変換回路部4が電力変換動作時に発生する電磁ノイズを抑制する。

ノイズフィルタ回路部20は、接続導体10と、Xコンデンサ31と、正・負極側Yコンデンサ32p、32nと、コア部材21とを有する。接続導体10は、高電圧バッテリー2とコンデンサ回路部5との間を接続する電力伝送経路である。接続導体10は、正極側接続導体10pと、負極側接続導体10nとを含む。正・負極側接続導体10p、10nは、それぞれ、正極側直流電源端子6p、負極側直流電源端子6nを介して高電圧バッテリー2の正・負極側端子に接続される。

[0015] Xコンデンサ31は、正極側接続導体10pと負極側接続導体10nの間に設けられ、コンデンサ回路部5が平滑化する電力の周波数より高い周波数の電力を平滑化する。正・負極側Yコンデンサ32p、32nは、それぞれ、正極側接続導体10pとグラウンド端子134の間、または負極側接続導体10nとグラウンド端子134の間に設けられ、電力を平滑化する。

コア部材21は、接続導体10に流れる電流の変動を吸収することで電磁ノイズを抑制する。

[0016] コンデンサ回路部5の正極側端子は、正極側接続導体10pにより、各上アームのスイッチング素子328のコレクタおよびダイオード156のカソードに接続される。また、コンデンサ51の負極側端子は、負極側接続導体10nにより、各下アームのスイッチング素子330のエミッタおよびダイオード166のアノードに接続される。

[0017] 制御部170は、2つの電力変換回路部4を駆動制御するドライバ回路174と、ドライバ回路174へ信号線（バスライン）176を介して制御信号を供給する制御回路172とを含む。上下アーム直列回路4a、4b、4cそれぞれのIGBT328、330のゲート端子およびエミッタセンス端子は、制御部170に接続されている。上下アーム直列回路4a、4b、4cは、制御部170から出力された駆動信号を受けて動作し、高電圧バッテリー2から供給された直流電力を三相交流電力に変換する。この変換された電力は、モータジェネレータMGの電機子巻線に供給される。

[0018] 制御回路172は、IGBT328、330のスイッチングタイミングを演算処理するためのマイクロコンピュータを備えている。マイクロコンピュータには入力情報として、モータジェネレータMGに対して要求される目標トルク値、上下アーム直列回路4a、4b、4cからモータジェネレータMGの電機子巻線に供給される電流値、及びモータジェネレータMGの回転子の磁極位置が入力されている。目標トルク値は、不図示の上位の制御装置から出力された指令信号に基づくものである。電流値は、電流センサ（不図示）から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータMGに設けられた回転磁極センサ（不図示）から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。

[0019] 図2は、本発明の一実施の形態としての電力変換装置の外観斜視図である。

電力変換装置1は、ケース7と、不図示のカバーとにより形成される筐体を有する。

図2は、カバーがケース7から取り外された状態が示されている。ケース7は、収納部を形成するための側壁が省略され、収納部の底部7aのみが図示されている。

なお、以下の説明において、x方向、y方向、z方向は図示の通りとする。

[0020] ケース7は、アルミニウム合金等の金属により形成されている。

ケース7には、幅方向（y方向）のほぼ中央部にコンデンサ収納部53が設けられており、コンデンサ収納部53から離間して長手方向（x方向）の一方側（図示右側）にベース33が配置されている。詳細は後述するが、コンデンサ収納部53内にはコンデンサ51を構成する複数のコンデンサ素子51a（図4参照）が収納されている。ベース33上には、制御回路基板45aが配置され、ねじ等の締結部材61によりベース33に固定されている。

[0021] 図3は、図2に図示された電力変換装置の分解斜視図であり、図4は、図2に図示された電力変換装置のコンデンサと接続導体との接続構造を示す斜視図である。図5は、図2に図示された電力変換装置のV-V線断面図である。

ベース33は、アルミニウム合金、鉄または銅などの導電性金属により形成されている。ベース33は、ほぼ平坦な支持部34と、支持部34のxy面に対しほぼ直角方向（z方向）に延在された導電部35と、支持部34からケース7の底部7a側に向けて延在された複数の取付脚38とを有する。

ベース33の支持部34の上方には制御回路基板45aが積層され、ベース33の支持部34の下方には制御回路基板45bが積層されている。つまり、制御回路基板45aおよび制御回路基板45bは、ベース33の支持部34に重ね合わされている。制御回路基板45aおよび制御回路基板45bは、図1に示す制御回路172を有している。

[0022] 図5に図示されるように、導電部35は、ベース33の支持部34と制御回路基板45a、45bの積層方向（z方向）に延在されている。導電部35は、図3に図示されるように、支持部34の一側辺に沿ってy方向に長く延出された幅広部35aと、幅広部35aの両端に設けられ、幅広部35aに対しほぼ直角に-x方向（コンデンサ51側）に延在された一对の側部35b、35cを有する。導電部35は、支持部34から上部（+z方向）側に延在する第1導電部36と、支持部34から下部（-z方向）側に延在する第2導電部37を有する。一对の側部35b、35cは、第1導電部36

および第2導電部37の両方に設けられている。

[0023] 各取付脚38の先端部には取付孔38a(図3参照)が設けられている。ベース33は、取付脚38の取付孔38aにねじ、ボルト等の締結部材(図示せず)を挿通して、図2に図示されるように、ケース7に設けられたボス部7bに固定される。

[0024] 半導体モジュール52は、ベース33の支持部34の下方に配置され、ケース7の底部7aに設けられた固定部7cに固定されている。半導体モジュール52は、図1に示す上下アーム直列回路4a、4b、4cを有する。図3に図示されるように、半導体モジュール52は、上下アーム直列回路4a、4b、4cそれぞれの、正極直流端子52p、負極直流端子52nおよび交流端子52tを有する。ベース33の支持部34と半導体モジュール52の間には、駆動回路基板46が配置されている。駆動回路基板46は、図1に示すドライバ回路174を有している。

[0025] 図3、図5に図示されるように、正極側バスバー41および負極側バスバー42は、コンデンサ51と半導体モジュール52(図3参照)とを接続する。正極側バスバー41および負極側バスバー42は、それぞれ、図1に示された正極側接続導体10pおよび負極側接続導体10nに相当する。コンデンサ51とベース33は、以下に説明するEMCノイズ低減構造を構成する。

[0026] 正極側バスバー41は、一端側の正極端子41pで直流電源端子6の正極側直流電源端子6p(図1参照)に接続され、接続部71(図5参照)でコンデンサ51の正極端子(図示せず)に接続され、他端側の接続端部41c(図4参照)で半導体モジュール52の各正極直流端子52p(図3参照)に接続されている。負極側バスバー42は、一端側の負極端子41nで直流電源端子6の負極側直流電源端子6n(図1参照)に接続され、接続部72(図5参照)でコンデンサ51の負極端子(図示せず)に接続され、接続部72(図5参照)でコンデンサ51の負極端子(図示せず)に接続され、他端側の接続端部42c(図4参照)で半導体モジュール52の各負極直流端

子5 2 n (図3参照)に接続されている。半導体モジュール5 2の交流端子5 2 tからは、上下アーム直列回路4 a、4 b、4 cにより得られる交流電力が出力される。

[0027] 図5に図示されるように、正・負極側バスバー4 1、4 2は、長手方向(x方向)においてベース3 3の導電部3 5から離間されて配置されている。また、図2に図示されるように、正・負極側バスバー4 1、4 2の幅方向(y方向)の長さは、導電部3 5の一对の側部3 5 b、3 5 c間の長さより少し短く形成されており、正・負極側バスバー4 1、4 2は、いずれも、導電部3 5の側部3 5 b、3 5 cのいずれとも離間して配置されている。正極側バスバー4 1と負極側バスバー4 2の間には樹脂4 3(図5参照)が介在しており、正極側バスバー4 1と負極側バスバー4 2とは樹脂4 3により絶縁されている。正極側バスバー4 1と負極側バスバー4 2とは、インサート成型により樹脂4 3に一体化されたモールドバスバー体として構成することができる。

[0028] 正・負極側バスバー4 1、4 2は、それぞれ、立下り部4 1 a、4 2 aを有する。立下り部4 1 a、4 2 aは、第1導電部3 6の上端3 6 a側から、導電部3 5に沿って導電部3 5とほぼ平行に下方(-z方向)側に延在されている。正・負極側バスバー4 1、4 2は、第2導電部3 7の下端3 7 aより下方で、それぞれ、半導体モジュール5 2の各正・負極直流端子5 2 p、5 2 nにねじやボルト等の締結部材(図示せず)により固定されている。

[0029] 図4に図示されるように、コンデンサ5 1は、複数のコンデンサ素子5 1 aにより構成されている。複数のコンデンサ素子5 1 aは、正・負極側バスバー4 1、4 2の正・負極側接続部7 1、7 2の正・負極側端子7 1 p、7 2 nにより、電氣的に並列に接続されている。

なお、本実施形態では、正極側バスバー4 1が負極側バスバー4 2の上方(+z方向)側に配置された構造として例示されているが、負極側バスバー4 2が正極側バスバー4 1の上方(+z方向)側に配置された構造としてもよい。

- [0030] 図5に図示されるように、導電部35の第1導電部36の上端36aは、正・負極側バスバー41、42がコンデンサ51に接続される接続部71、72よりも上方(+z方向)に延在されている。
- [0031] 上述したように、ベース33の支持部34の上部(+z方向)側には、制御回路基板45aが取り付けられている。ベース33の支持部34の下部(-z方向)側には、制御回路基板45bが取り付けられている。制御回路基板45aは、導電部35の第1導電部36の上端36aより下方(-z方向)、換言すれば、支持部34側に配置されている。制御回路基板45bは、導電部35の第2導電部37の下端37aより上方(+z方向)、換言すれば、支持部34側に配置されている。
- [0032] 半導体モジュール52は、アルミニウム合金などの熱伝導性の良好な金属ケースを有する。図5を参照して説明すると、半導体モジュール52の金属ケースは、矩形形状の一对の幅広面52a、52bと、幅広面52a、52bの周縁部間に設けられた幅狭の二対の外周側面52cを有する。すなわち、外周側面52cは、4つの矩形形状の側面により構成される。半導体モジュール52の金属ケースの一方の幅広面52aは、ケース7の底部7aに設けられた固定部7cに熱伝導可能に結合、すなわち、熱結合されている。図示はしないが、ケース7には、冷却水などの冷媒が流れる冷却流路が形成されており、半導体モジュール52は、ケース7の固定部7cを介して冷却される。半導体モジュール52の幅広面52aには、冷却フィンを形成してもよい。
- [0033] 図5に図示されるように、コンデンサ51は、上下方向(z方向)に延在する導電部35の左側(-x方向)に配置されている。導電部35の右側(+x方向)には、ベース33の支持部34に積層された制御回路基板45a、45bが配置されている。ベース33の支持部34とケース7の底部7aとの間の領域に、半導体モジュール52が配置されている。半導体モジュール52は、幅広面52aをケース7の底部7aに固定部7cを介して接する姿勢で配置されている。半導体モジュール52の金属ケースの幅広面52aは

、放熱性の向上を図るために大面積とされるので、幅広面52aをケース7の底部7aに垂直方向に配置すると電力変換装置1の高さが大きくなる。本実施形態では、半導体モジュール52の幅広面52aを、ケース7の底部7aに平行に配置している。このように、ベース33の支持部34とケース7の底部7aとの間に半導体モジュール52が配置される構造とすることで、電力変換装置1の低背化および小型化を図ることができる。

[0034] 半導体モジュール52の他方の幅広面52b側には、駆動回路基板46が配置されている。駆動回路基板46は、図1に図示されたドライバ回路174を有する。駆動回路基板46は、ケース7に設けられたボス部7b（図5参照）の上端上に固定されている。駆動回路基板46は、コネクタ64（図5参照）により制御回路基板45bに接続されている。コネクタ64は、図1に図示されたバスライン176に相当する。

[0035] 正・負極側バスバー41、42は、上部側平坦部41b、42bから導電部35に沿って、導電部35とほぼ平行に下降し、第2導電部37の下端37aより少し下方の位置で、換言すれば、導電部35を迂回して、半導体モジュール52に接続されている。

[0036] 図5に図示されるように、ベース33の支持部34は、制御回路基板45aを支持する支持部材34sが設置される基板支持面（基板設置面） S_f を有する。半導体モジュール52は、基板支持面 S_f と重なる領域である基板支持面 S_f の一方側に配置され、コンデンサ51が正・負極側バスバー41、42に接続される接続部71、72は、基板支持面 S_f の延長線上の、半導体モジュール52が配置された一方側と反対側に配置されている。すなわち、接続部71、72のz方向の位置は、基板支持面 S_f よりも+z方向側である。

第1導電部36の上端36aの基板支持面 S_f からの距離L1は、正・負極側バスバー41、42の接続部71、72の基板支持面 S_f からの距離L2よりも大きい。すなわち、第1導電部36は、正・負極側バスバー41、42の接続部71、72よりも上方（+z方向）に延在して設けられている。これにより、正・負極側バスバー41、42が導電部35と対向する面積が大

きくなる。

[0037] 図6は、図5に図示された電力変換装置におけるEMCノイズ電流の流れを示す模式図である。

図6に示されるように、ベース33は、制御回路基板45aを支持する支持部材34sが設けられる支持部34を有する。ベース33には、支持部34から上下方向(z方向)に延在する導電部35が設けられている。コンデンサ51は、導電部35の左(-x方向)側に配置され、制御回路基板45aは、導電部35の右(+x方向)側に配置されている。正・負極側バスバー41、42の立下り部41a、42aは、導電部35の左(-x方向)側に配置されている。つまり、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aとは、導電部35により仕切られている。

[0038] 正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aとの間には、磁気/容量性カップリングに伴うEMCノイズが生じる。EMCノイズは、容量性カップリングによる伝達が支配的である。

本実施形態では、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aとの間に、xy面に垂直方向、換言すれば、ベース33と制御回路基板45aの積層方向である上下方向に延在する導電部35が設けられている。このような部材配置により、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aとの間の浮遊容量 C_1 および正・負極側バスバー41、42と導電部35との間の浮遊容量 C_2 による容量性カップリングが生じる。

[0039] 図6に矢印で示すように、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aとの間の浮遊容量 C_1 による容量性カップリングにより、EMCノイズ電流が、正・負極側バスバー41、42から、制御回路基板45a、ベース33の支持部34およびケース7を介して接地部に流れる。また、正・負極側バスバー41、42と導電部35との間の浮遊容量 C_2 による容量性カップリングにより、EMCノイズ電流が、正・負極側バスバー41、42から、ベース33の導電部35、支持部34およびケース7を介して接地部に流れる。上述したように、導電部35は、コンデンサ51と制御回路基板45a

の積層方向である上下方向に延在されており、正・負極側バスバー41、42の立下り部41a、42aは、導電部35の上端36a側から下端37a側まで、導電部35に沿って、導電部35とほぼ平行に延在されている。このため、正・負極側バスバー41、42と導電部35との対向面積は大きく、従って、正・負極側バスバー41、42と導電部35との間の浮遊容量 C_2 は大きい。

[0040] なお、図6では、EMCノイズ電流は、ベース33の導電部35とは反対側の側部33aからケース7に流れる図として図示されている。しかし、ベース33は、図3に図示されるように、複数の取付脚38を有しており、各取付脚38はケース7設けられたボス部7bに締結部材（図示せず）により固定される。つまり、ベース33は、導電部35に近い位置でケース7に固定されている。このため、EMCノイズ電流が流れる経路のインピーダンスが小さくなり、導電部35側に分流されるEMCノイズ電流が大きくなり、EMCノイズ低減効果をより高めることができる。

[0041] 図7は、比較例の電力変換装置1AのEMCノイズ電流の流れを示す模式図であり、図8は、図5に図示された電力変換装置1のEMCノイズ電流の流れを示す模式図である。

図7に示された比較例の電力変換装置1Aでは、ベース33は導電部35を有していない。つまり、比較例の電力変換装置1Aでは、ベース33の支持部34と正・負極側バスバー41、42との間に、上下方向（z方向）に延在する導電部35を有しておらず、正・負極側バスバー41、42が、直接、ベース33の支持部34の端部34aおよび制御回路基板45aに対向して配置されている。

[0042] この構造では、図7に図示されるように、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45a間の浮遊容量 C_1 と、正・負極側バスバー41、42とベース33間の浮遊容量 C_2 とは並列に接続されている。このような構造では、ノイズ源より浮遊容量 C_1 、 C_2 に流れるEMCノイズ電流は、並列に配置された浮遊容量 C_1 、 C_2 の比で分流される。

比較例の構造では、浮遊容量 C_1 と、浮遊容量 C_2 とは、ほぼ等しい。

つまり、 $C_1 \doteq C_2$ である。

よって、浮遊容量 C_1 、 C_2 を通るEMCノイズ電流 I_1 、 I_2 は、

$I_1 \doteq I_2$ である。

[0043] これに対し、図8に示された本実施形態のEMCノイズ低減構造では、ベース33の支持部34と正・負極側バスバー41、42との間に、上下方向に延在された第1導電部36が設けられている。正・負極側バスバー41、42は第1導電部36に沿って上下方向に延在されている。制御回路基板45aは、第1導電部36よりも正・負極側バスバー41、42から遠い位置に配置されている。

従って、浮遊容量 C_1 と、浮遊容量 C_2 との関係は、

$C_2 \gg C_1$ である。

よって、浮遊容量 C_1 、 C_2 を通るEMCノイズ電流 I_1 、 I_2 は、

$I_2 \gg I_1$ である。

すなわち、ノイズ源である正・負極側バスバー41、42からのEMCノイズ電流は、制御回路基板45aよりも、導電部35に圧倒的に大きく分流される。このため、正・負極側バスバー41、42から制御回路基板45aに流れるEMCノイズ電流を大幅に低減することができる。

[0044] 上述したように、第1導電部36の上端36aの基板支持面 S_f からの距離 L_1 は、正・負極側バスバー41、42の接続部71、72の基板支持面 S_f の延長線からの距離 L_2 よりも大きい。このため、正・負極側バスバー41、42と第1導電部36との対向面積が大きくなり、正・負極側バスバー41、42とベース33間の浮遊容量 C_2 が大きくなる。

[0045] 図5に図示されるように、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45bとの間には、第2導電部37が設けられている。制御回路基板45bは、上下方向において、第2導電部37の下端37aよりも上方(+z方向)側に配置されている。このため、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45bとの間の浮遊容量は、正・負極側バスバー41、42と導電部

35の間の浮遊容量 C_2 よりも小さくなる。

このため、正・負極側バスバー41、42から制御回路基板45bに流れるEMCノイズ電流は、正・負極側バスバー41、42からベース33に流れる正・負極側バスバー41、42よりも小さくなる。

[0046] また、導電部35は、半導体モジュール52を駆動する駆動回路を有する駆動回路基板46側に延在される第2導電部37を有する。このため、正・負極側バスバー41、42と第2導電部37との間の浮遊容量 C が、正・負極側バスバー41、42と駆動回路基板46との間の浮遊容量より大きくなり、駆動回路基板46を流れるEMCノイズ電流が低減する。

[0047] なお、上記では、導電部35は、 xy 面に対して垂直方向に延在される構造として例示した。しかし、導電部35は、 xy 面に対して傾斜する構造としてもよい。導電部35は、 xy 面に対して傾斜する構造とする場合、導電部35との浮遊容量を大きくするため、正・負極側バスバー41、42は、導電部35に沿って平行に延在することが好ましい。

[0048] 上記実施形態によれば、下記の効果を奏する。

(1) 電力変換装置1は、電力変換回路部4を有する半導体モジュール52と、直流電力を平滑化して電力変換回路部に供給するコンデンサ(キャパシタ)51と、電力変換回路部4を制御する制御回路を有し、コンデンサ51と離間して配置された制御回路基板45aと、半導体モジュール52とコンデンサ51とを接続する正・負極側バスバー(接続導体)41、42と、制御回路基板45aの接地部に電氣的に接続され、制御回路基板45aが積層されるベース33と、ベース33に電氣的に接続され、ベース33と制御回路基板45aの積層方向に延在された導電部35とを備え、正・負極側バスバー41、42は、導電部35を迂回して前記半導体モジュールに接続されている。このため、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45間の浮遊容量 C_1 を、正・負極側バスバー41、42と導電部35の間の浮遊容量 C_2 よりも小さくすることができ、制御回路基板45aを流れるEMCノイズ電流を低減することができる。

- [0049] (2) 導電部35とベース33とは一体に成型されている。このため、導電部35とベース33とを鋳造等により、能率的に生産することができる。
- [0050] (3) 導電部35は、ベース33と制御回路基板45aの積層方向とほぼ平行に延在されている。このため、導電部35と正・負極側バスバー41、42との対向面積を大きくすることができ、導電部35と正・負極側バスバー41、42との浮遊容量を大きくして、制御回路基板45aを流れるEMCノイズ電流を低減することができる。
- [0051] (4) ベース33は、制御回路基板45aが積層される支持部34を有し、制御回路基板45aは支持部34の積層方向の一方側に配置され、半導体モジュール52は、支持部34の積層方向の他方側に配置されている。支持部34の制御回路基板45aの反対側を空間領域とせず、半導体モジュール52が配置される構造であるため、電力変換装置1の低背化および小型化を図ることができる。
- [0052] (5) ベース33は、制御回路基板45aを支持する基板支持面 S_f を有し、半導体モジュール52は、基板支持面 S_f のベース33と制御回路基板45aが積層された積層方向における一方側に配置され、コンデンサ51が正・負極側バスバー41、42に接続される接続部71、72は、基板支持面 S_f の延長線上における基板支持面 S_f の他方側に配置されている。このため、正・負極側バスバー41、42と制御回路基板45aの間の浮遊容量 C_1 がより小さくなり、制御回路基板45aを流れるEMCノイズ電流の低減がより効果的となる。
- [0053] (6) ベース33は、制御回路基板45aを支持する基板支持面 S_f を有し、ベース33の上端36aの基板支持面 S_f からの距離 L_1 は、正・負極側バスバー41、42がコンデンサ51に接続される接続部71、72の基板支持面 S_f の延長線からの距離 L_2 よりも大きい。このため、正・負極側バスバー41、42と導電部35との対向面積が大きくなり、正・負極側バスバー41、42と導電部35との間の浮遊容量 C_2 が大きくなり、制御回路基板45aを流れるEMCノイズ電流の低減がより効果的となる。

- [0054] (7) 制御回路基板45aは、ベース33の一面側に配置された制御回路基板45aおよび一面側に対向する対向面側に配置された制御回路基板45bを含み、ベース33は制御回路基板45aおよび制御回路基板45bを支持する支持部34を有し、導電部35は、支持部34から制御回路基板45a側に延在する第1導電部36と、支持部34から制御回路基板45b側に延在する第2導電部37を含む。このため、正・負極側バスバー41、42と第1導電部36および第2導電部37それぞれとの間の浮遊容量Cが正・負極側バスバー41、42と)制御回路基板45a、45bとの間の浮遊容量より大きくなり、制御回路基板45a、45bを流れるEMCノイズ電流が低減する。
- [0055] (8) 半導体モジュール52を駆動する駆動回路を有する駆動回路基板46を、さらに、備え、導電部35は、駆動回路基板46側に延在される第2導電部37を有する。このため、正・負極側バスバー41、42と導電部35との間の浮遊容量Cが正・負極側バスバー41、42と駆動回路基板46との間の浮遊容量より大きくなり、駆動回路基板46を流れるEMCノイズ電流が低減する。
- [0056] (9) 制御回路基板45aとほぼ平行な底部(一面)7aを有するケース7を備え、半導体モジュール52は、一对の幅広面52a、52bと、幅広面52aの外周を囲む幅狭の外周側面52cを有し、半導体モジュール52の一方の幅広面52aと、ケース7の制御回路基板45aとほぼ平行な底部7aとが熱結合されている。半導体モジュール52の面積が大きい幅広面52aを制御回路基板45aの底部7aにほぼ平行に配置して、底部7aに熱結合することにより、半導体モジュール52を制御回路基板45aと直交する方向に配置する構造よりも電力変換装置の1低背化を図ることができ、半導体モジュール52の冷却が可能な、低背化された電力変換装置1を得ることができる。
- [0057] なお、上記実施形態では、ベース33の上・下面に、それぞれ、制御回路基板45a、45bを設けた構造として例示した。しかし、ベース33の上

面または下面にのみ制御回路基板 4 5 a (4 5 b) を設ける構造としてもよい。

[0058] 上記実施形態では、ベース 3 3 は、支持部 3 4 の上方 (+ z 方向) 側に延在される第 1 導電部 3 6、支持部 3 4 の下方 (- z 方向) 側に延在される第 2 導電部 3 7 を有する構造として例示した。しかし、制御回路基板 4 5 a、4 5 b が支持部 3 4 の一面側にのみ配置される構造であれば、ベース 3 3 は、制御回路基板 4 5 a、4 5 b が配置された側にのみ導電部 3 5 (3 6) が延在される構造とすることができる。

[0059] 上記実施形態では、鋳造等により、第 1 導電部 3 6 と第 2 導電部 3 7 が一体に成型されたベース 3 3 として例示した。しかし、第 1 導電部 3 6 および / または第 2 導電部 3 7 をベース 3 3 と別部材として形成し、ベース 3 3 に固定するようにしてもよい。

[0060] あるいは、導電部 3 5 を、ケース 7 に一体に成型された構造としてもよい。この一例として、導電部がケース 7 に設けられる不図示の側壁に連結された構造とすればよい。

[0061] 上記実施形態では、半導体モジュール 5 2 の一对の幅広面 5 2 a、5 2 b の一方をケース 7 の底部 7 a に熱結合して冷却する構造として例示した。しかし、ケース 7 に冷却水が流れる冷却流路を形成することにより、半導体モジュール 5 2 の一对の幅広面 5 2 a、5 2 b の両方を、冷却する構造としてもよい。

[0062] 上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

- [0063]
- | | |
|-----|---------|
| 1 | 電力変換装置 |
| 4 | 電力変換回路部 |
| 7 | ケース |
| 7 a | 底部 |

1 0	接続導体
3 3	ベース
3 4	支持部
3 5	導電部
3 5 a、3 5 b	幅広部
3 6	第 1 導電部
3 6 a	上端
3 7	第 2 導電部
3 7 a	下端
4 1	正極側バスバー（接続導体）
4 2	負極側バスバー（接続導体）
4 5 a、4 5 b	制御回路基板
4 6	駆動回路基板
5 1	コンデンサ（キャパシタ）
5 2	半導体モジュール
5 2 a、5 2 b	幅広面
7 1、7 2	接続部
7 2	接続部
1 7 0	制御部
1 7 2	制御回路
S _f	基板支持面
L 1、L 2	距離

請求の範囲

- [請求項1] 電力変換回路部を有する半導体モジュールと、
直流電力を平滑化して前記電力変換回路部に供給するキャパシタと、
、
前記電力変換回路部を制御する制御回路を有し、前記キャパシタと
離間して配置された制御回路基板と、
前記半導体モジュールと前記キャパシタとを接続する接続導体と、
前記制御回路基板の接地部に電氣的に接続され、前記制御回路基板
が積層されるベースと、
前記ベースに電氣的に接続され、前記ベースと前記制御回路基板の
積層方向に延在された導電部とを備え、
前記接続導体は、前記導電部を迂回して前記半導体モジュールに接
続されている、電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置において、
前記導電部と前記ベースとは一体に成型されている、電力変換装置
。
- [請求項3] 請求項1に記載の電力変換装置において、
前記導電部は、前記ベースと前記制御回路基板の積層方向とほぼ平
行に延在されている、電力変換装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の電力変換装置において、
前記ベースは、前記制御回路基板が積層される支持部を有し、前記
制御回路基板は前記支持部の積層方向の一方側に配置され、前記半導
体モジュールは、前記支持部の積層方向の他方側に配置されている、
電力変換装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の電力変換装置において、
前記ベースは、前記制御回路基板を支持する基板支持面を有し、
前記半導体モジュールは、前記基板支持面の、前記ベースと前記制
御回路基板が積層された積層方向における一方側に配置され、

前記キャパシタが前記接続導体に接続される接続部は、前記基板支持面の延長線上における前記基板支持面の他方側に配置されている、電力変換装置。

[請求項6]

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記ベースは、前記制御回路基板を支持する基板支持面を有し、前記ベースの上端の前記基板支持面からの距離は、正・負極側バスバーがキャパシタに接続される接続部の前記基板支持面の延長線からの距離よりも大きい、電力変換装置。

[請求項7]

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記制御回路基板は、前記ベースの一面側に配置された第1制御回路基板および前記一面側に対向する対向面側に配置された第2制御回路基板を含み、

前記ベースは、前記第1制御回路基板および前記第2制御回路基板をそれぞれ支持する支持部を有し、

前記導電部は、前記支持部から前記第1制御回路基板側に延在する第1導電部と、前記支持部から前記第2制御回路基板側に延在する第2導電部を含む、電力変換装置。

[請求項8]

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記半導体モジュールを駆動する駆動回路を有する駆動回路基板を、さらに、備え、

前記導電部は、前記駆動回路基板側に延在される第2導電部を有する、電力変換装置。

[請求項9]

請求項1から8までのいずれか一項に記載の電力変換装置において、

、

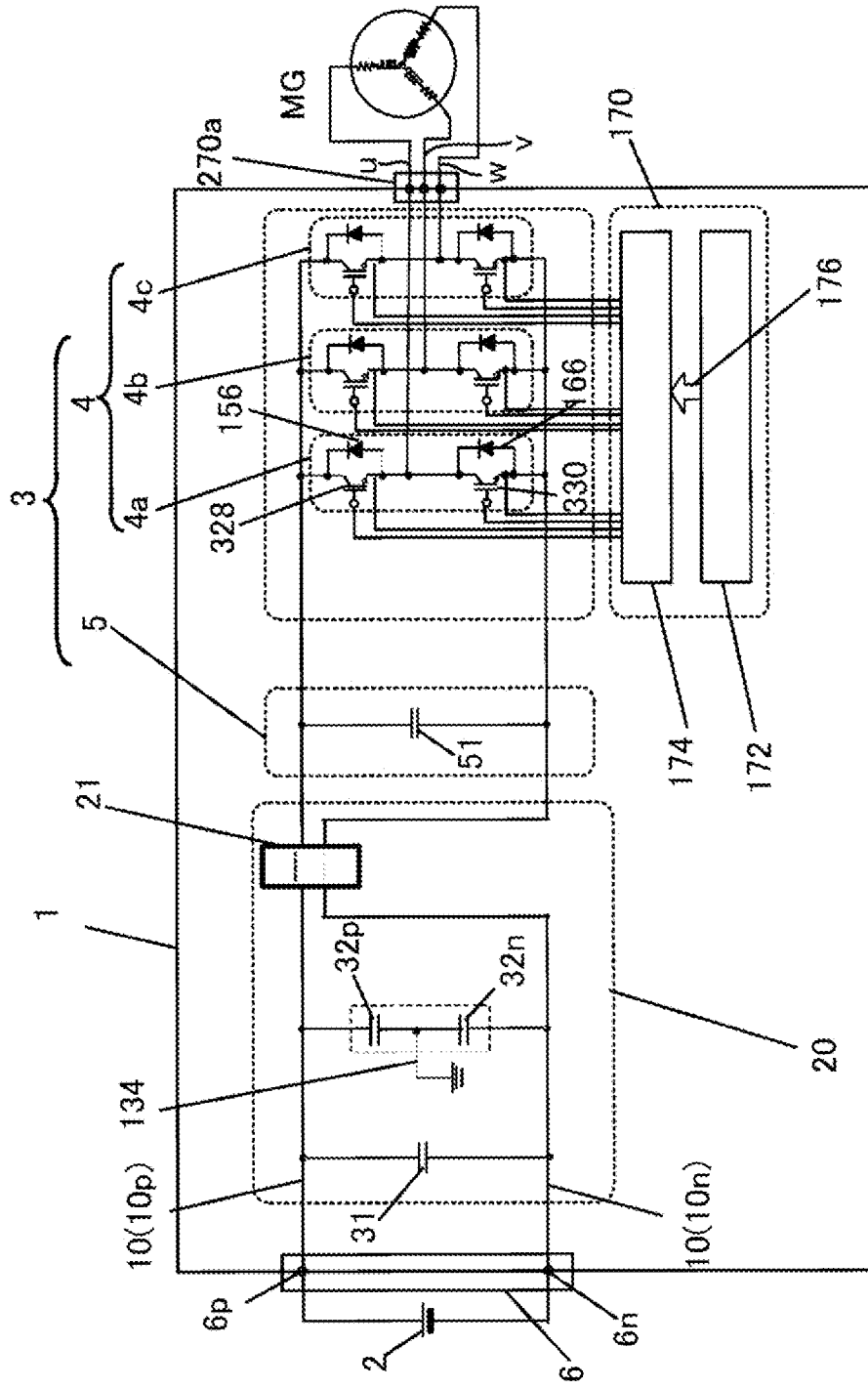
さらに、前記制御回路基板とほぼ平行な一面を有するケースを備え、

、

前記半導体モジュールは、一对の幅広面と、前記幅広面の外周を囲む幅狭の外周側面を有し、

前記半導体モジュールの一方の前記幅広面と前記ケースの前記一面とが熱結合されている、電力変換装置。

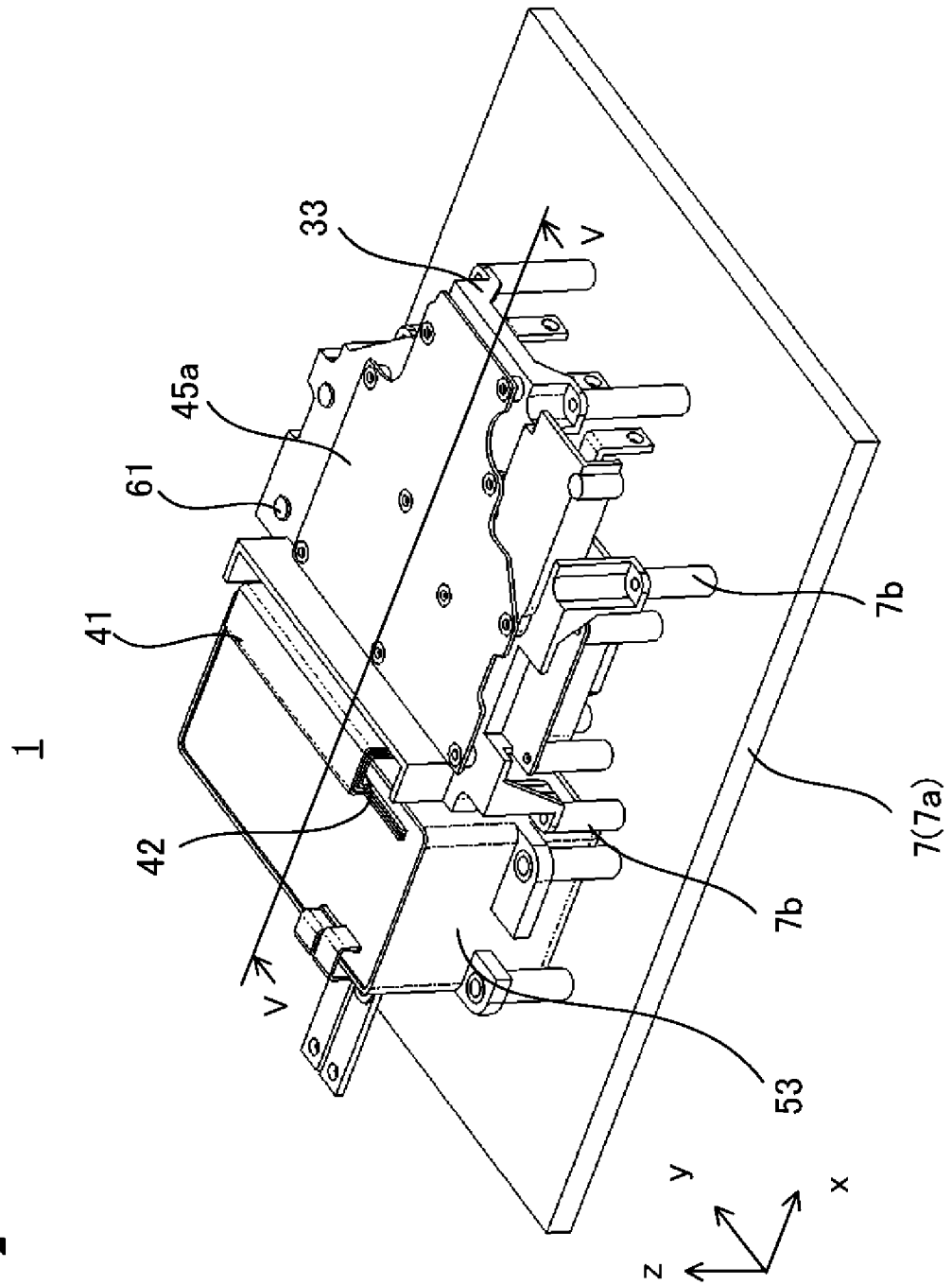
【図1】



【図1】

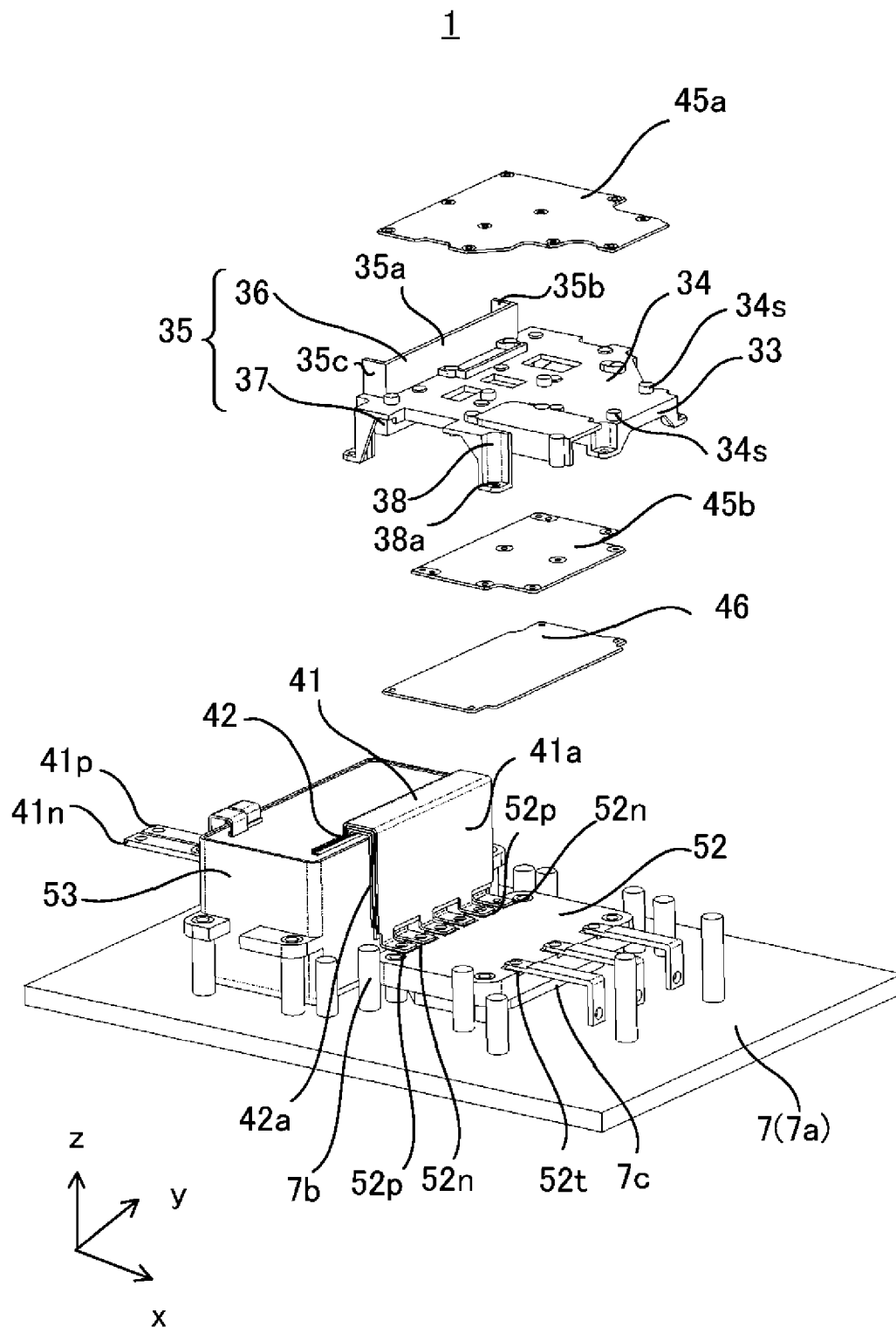
【図2】

【図2】



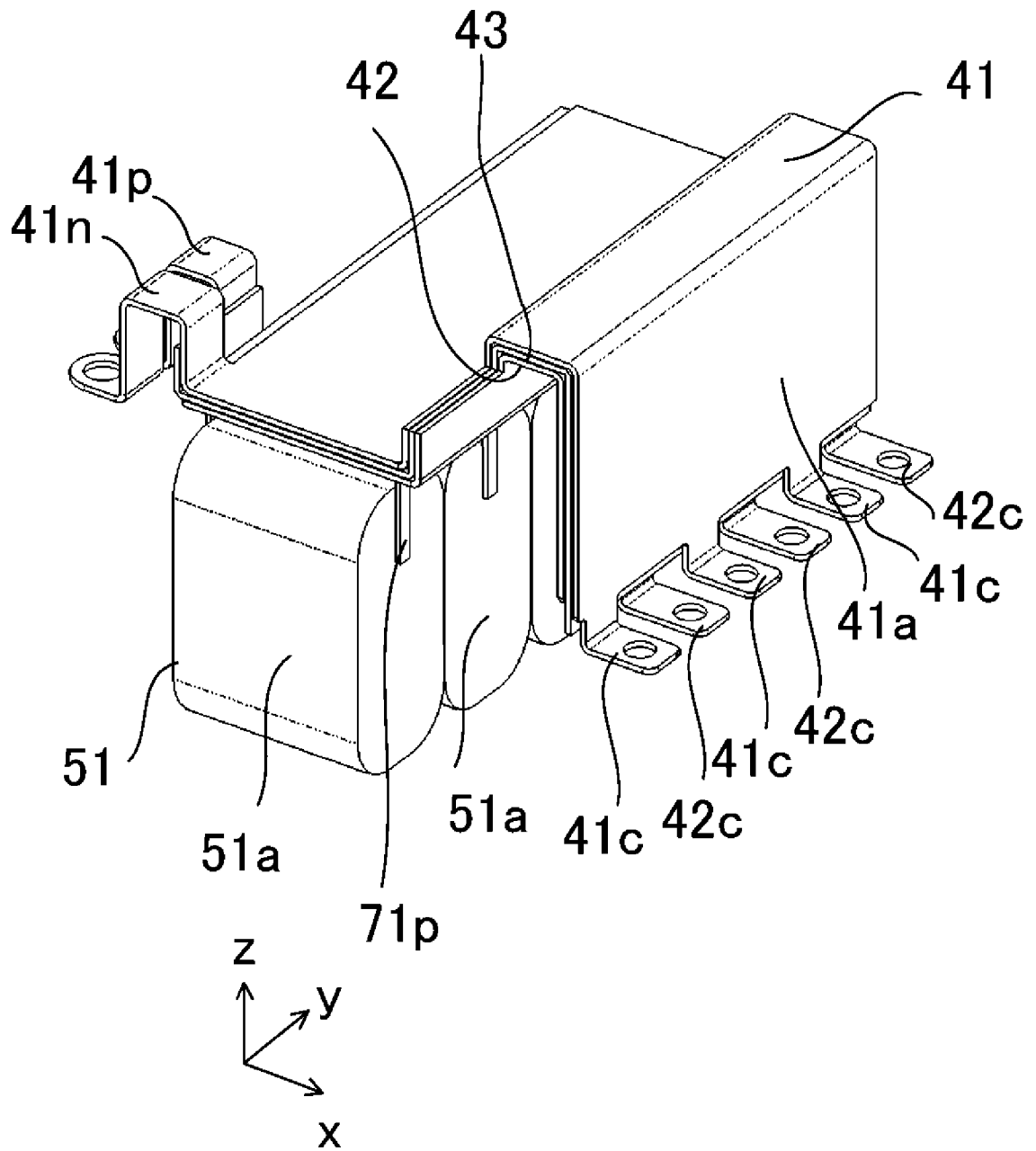
[図3]

【図3】



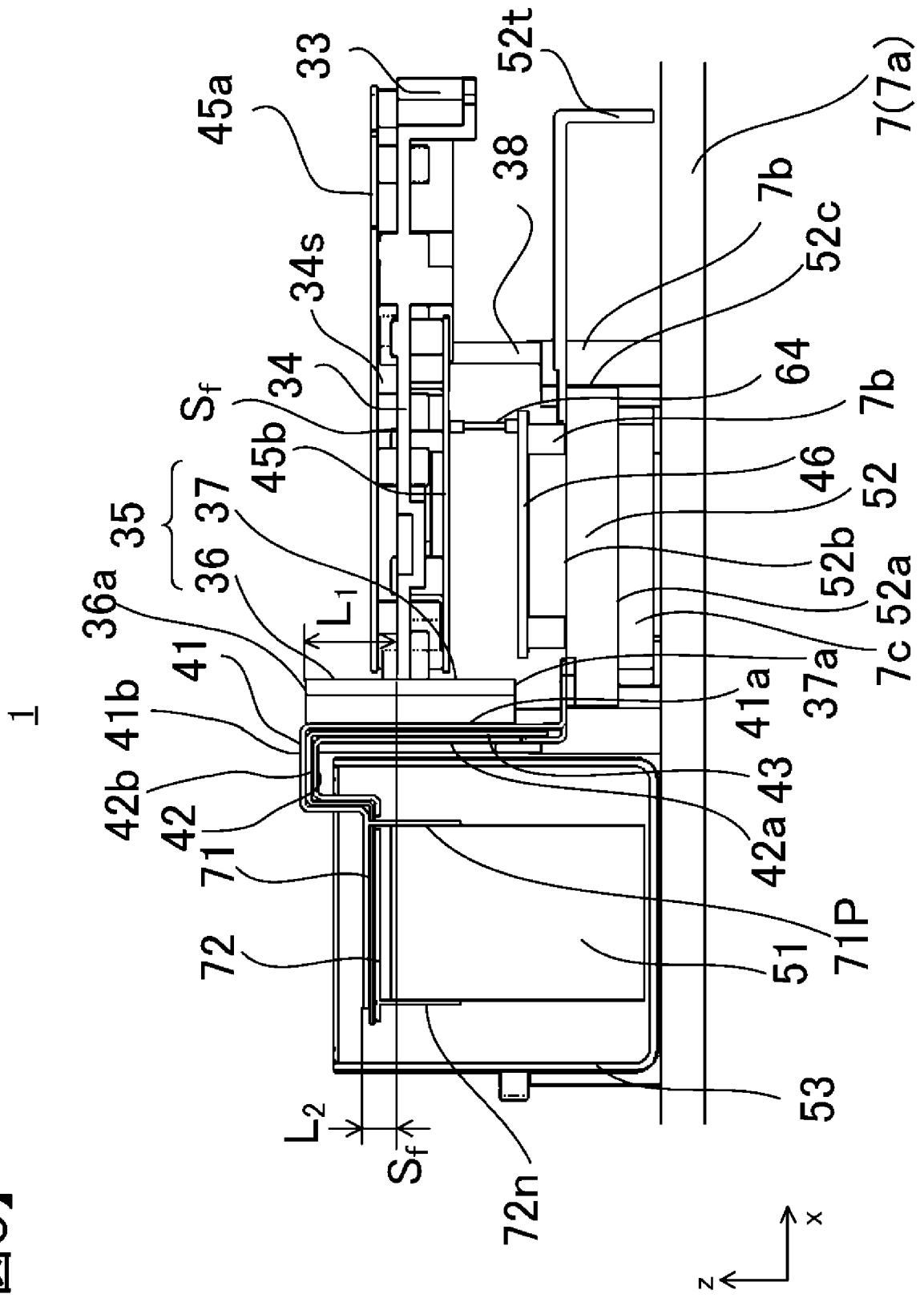
[図4]

【図4】

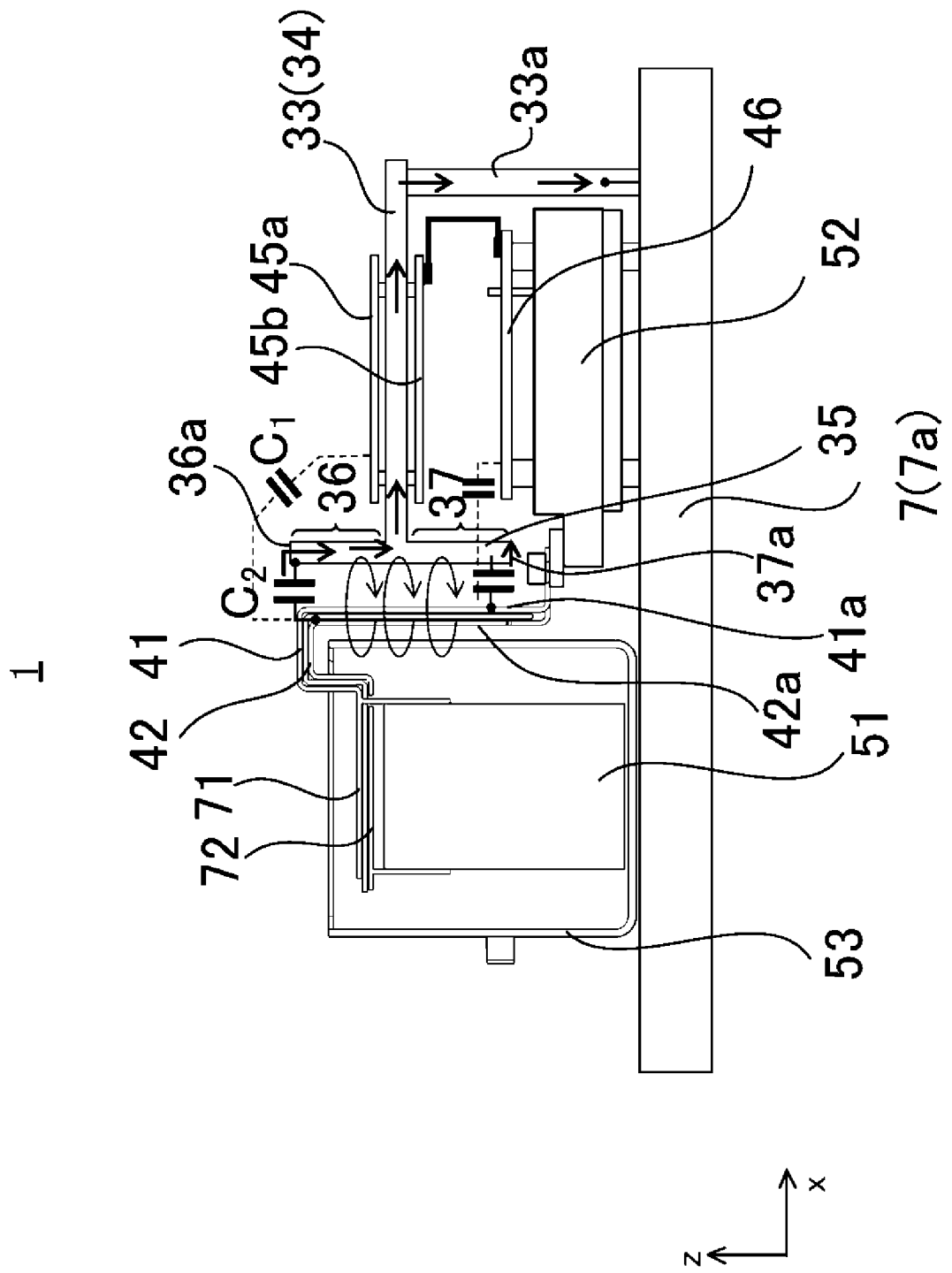


【図5】

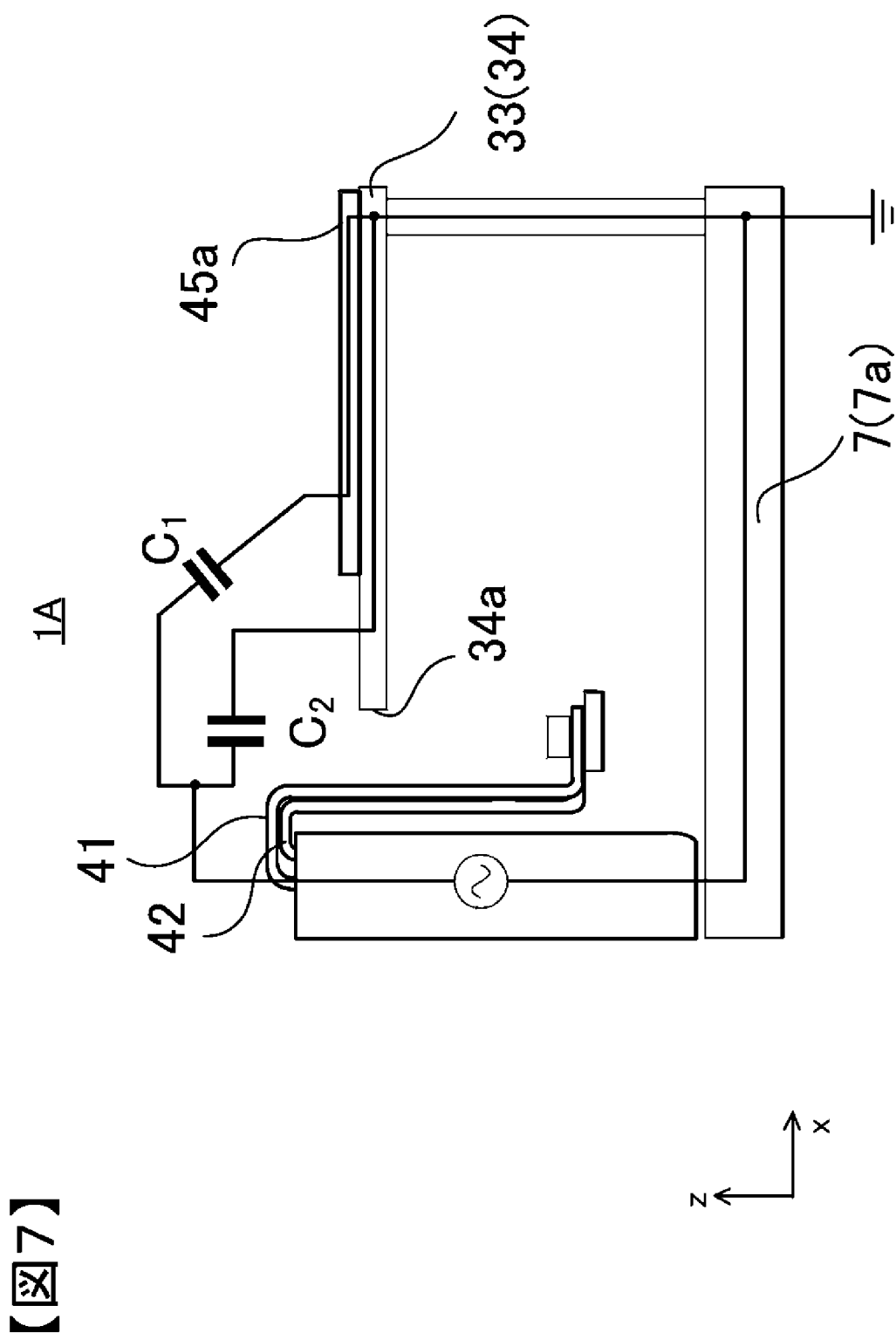
【図5】



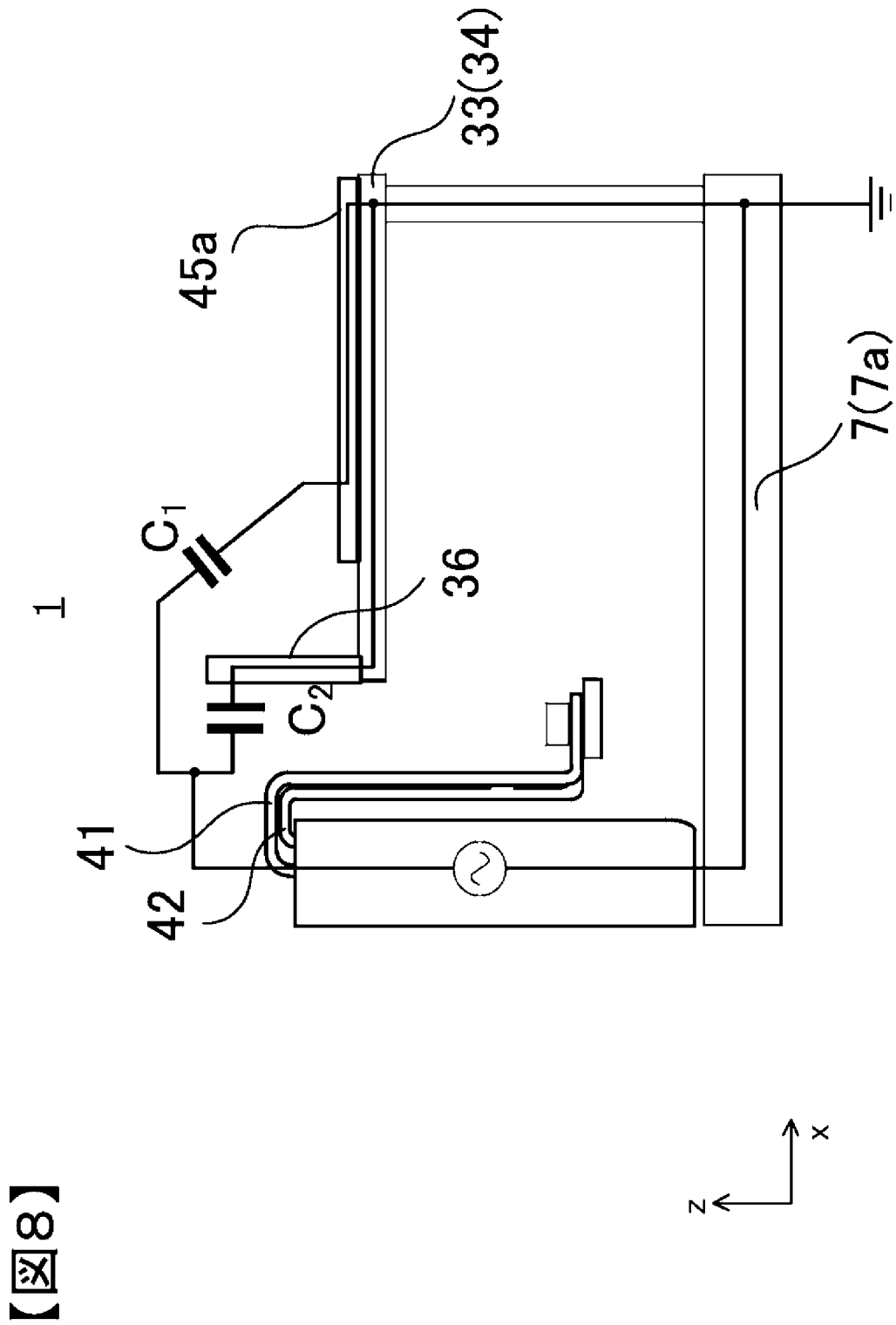
【図6】



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/017135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02M7/48 (2007.01) i
FI: H02M7/48 Z

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. H02M7/48

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2008-125240 A (HITACHI, LTD.) 29 May 2008, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2010-183748 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 19 August 2010, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2006-295997 A (DENSO CORP.) 26 October 2006, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-85800 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 18 May 2017, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2014-128084 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 07 July 2014, entire text, all drawings	1-9

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
29.06.2020

Date of mailing of the international search report
07.07.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/017135

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-125240 A	29.05.2008	US 2008/0112201 A1 entire text, all drawings EP 1921739 A2 CN 101202495 A	
JP 2010-183748 A	19.08.2010	(Family: none)	
JP 2006-295997 A	26.10.2006	(Family: none)	
JP 2017-85800 A	18.05.2017	(Family: none)	
JP 2014-128084 A	07.07.2014	US 2015/0305188 A1 entire text, all drawings WO 2014/103517 A1 CN 105409105 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 Z		
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）） H02M7/48 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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-125240 A（株式会社日立製作所）29.05.2008（2008 - 05 - 29） 全文、全図	1-9
A	JP 2010-183748 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）19.08.2010（2010 - 08 - 19） 全文、全図	1-9
A	JP 2006-295997 A（株式会社デンソー）26.10.2006（2006 - 10 - 26） 全文、全図	1-9
A	JP 2017-85800 A（三菱電機株式会社）18.05.2017（2017 - 05 - 18） 全文、全図	1-9
A	JP 2014-128084 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）07.07.2014（2014 - 07 - 07） 全文、全図	1-9
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 29.06.2020	国際調査報告の発送日 07.07.2020	
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） 山崎 雄司 5G 1159 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

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/JP2020/017135

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2008-125240	A	29.05.2008	US	2008/0112201	A1	
				全文, 全図			
				EP	1921739	A2	
				CN	101202495	A	
JP	2010-183748	A	19.08.2010	(ファミリーなし)			
JP	2006-295997	A	26.10.2006	(ファミリーなし)			
JP	2017-85800	A	18.05.2017	(ファミリーなし)			
JP	2014-128084	A	07.07.2014	US	2015/0305188	A1	
				全文, 全図			
				WO	2014/103517	A1	
				CN	105409105	A	