

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7167328号
(P7167328)

(45)発行日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(24)登録日 令和4年10月28日(2022.10.28)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 M 7/48 (2007.01) H 0 2 M 7/48 Z Z H V

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-519327(P2021-519327)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(86)(22)出願日	令和2年4月21日(2020.4.21)	(74)代理人	110002365 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/017135	(72)発明者	西澤 洋平 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/230541	(72)発明者	後藤 昭弘 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開日	令和2年11月19日(2020.11.19)	(72)発明者	勝部 勇作 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
審査請求日	令和3年11月10日(2021.11.10)		
(31)優先権主張番号	特願2019-90539(P2019-90539)		
(32)優先日	令和1年5月13日(2019.5.13)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【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、前記導電部に沿って前記導電部とほぼ平行に延在されている立下り部
を有する、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 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 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、前記ベースの上端の前記基板支持面からの距離は、前記接続導体が前記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 6】

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 7】

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 8】

請求項 1 から 7 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。

【発明の詳細な説明】

【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

10

20

30

40

50

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】

【文献】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 E M C
(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。

10

【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、前記導電部に沿って前記導電部とほぼ平行に延在されている立下り部を有
する。

20

【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 E M C (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 E M C 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 E M C 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 E M C ノイズ電流の流れを示す図であ
る。

30

40

【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】

50

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 4 a、4 b、4 c を有する。各上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c 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 3 2 8 およびダイオード 1 5 6 と、下アームとして動作する IGBT 等のスイッチング素子 3 3 0 およびダイオード 1 6 6 とを有する。上アームのスイッチング素子 3 2 8 と下アームのスイッチング素子 3 3 0 は、直流電力を交流電力に変換する。ダイオード 1 5 6、1 6 6 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 4 a は、交流ターミナル 2 7 0 a 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 4 b は、交流ターミナル 2 7 0 a 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 4 c は、交流ターミナル 2 7 0 a 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 2 7 0 a 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) 5 1 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 2 0 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 2 0 は、接続導体 1 0 と、X コンデンサ 3 1 と、正・負極側 Y コンデンサ 3 2 p、3 2 n と、コア部材 2 1 とを有する。接続導体 1 0 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 1 0 は、正極側接続導体 1 0 p と、負極側接続導体 1 0 n とを含む。正・負極側接続導体 1 0 p、1 0 n は、それぞれ、正極側直流電源端子 6 p、負極側直流電源端子 6 n 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 3 1 は、正極側接続導体 1 0 p と負極側接続導体 1 0 n 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 3 2 p、3 2 n は、それぞれ、正極側接続導体 1 0 p とグランド端子 1 3 4 の間、または負極側接続導体 1 0 n とグランド端子 1 3 4 の間に設けられ、電力を平滑化する。

コア部材 2 1 は、接続導体 1 0 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 1 0 p により、各上アームのスイッチング素子 3 2 8 のコレクタおよびダイオード 1 5 6 のカソードに接続される。また、コンデンサ 5 1 の負極側端子は、負極側接続導体 1 0 n により、各下アームのスイッチング素子 3 3 0 のエミッタおよびダイオード 1 6 6 のアノードに接続される。

【0017】

制御部 1 7 0 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 1 7 4 と、ドライバ回路 1 7 4 へ信号線 (バスライン) 1 7 6 を介して制御信号を供給する制御回路 1 7 2 とを含む。上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c それぞれの IGBT 3 2 8、3 3 0 のゲート端子およびエミッタセンス端子は、制御部 1 7 0 に接続されている。上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c は、制御部 1 7 0 から出力された駆動信号を受けて動作し、高電

10

20

30

40

50

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 M G の電機子巻線に供給される。

【 0 0 1 8 】

制御回路 1 7 2 は、I G B T 3 2 8、3 3 0 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 M G に対して要求される目標トルク値、上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c からモータジェネレータ M G 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 M G 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 M G 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。

10

【 0 0 1 9 】

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 7 a 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。

【 0 0 2 0 】

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。

20

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 5 3 が設けられており、コンデンサ収納部 5 3 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 3 3 が配置されている。詳細は後述するが、コンデンサ収納部 5 3 内にはコンデンサ 5 1 を構成する複数のコンデンサ素子 5 1 a（図 4 参照）が収納されている。ベース 3 3 上には、制御回路基板 4 5 a が配置され、ねじ等の締結部材 6 1 によりベース 3 3 に固定されている。

【 0 0 2 1 】

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。

30

ベース 3 3 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 3 3 は、ほぼ平坦な支持部 3 4 と、支持部 3 4 の x y 面に対しほぼ直角方向（z 方向）に延在された導電部 3 5 と、支持部 3 4 からケース 7 の底部 7 a 側に向けて延在された複数の取付脚 3 8 とを有する。

ベース 3 3 の支持部 3 4 の上方には制御回路基板 4 5 a が積層され、ベース 3 3 の支持部 3 4 の下方には制御回路基板 4 5 b が積層されている。つまり、制御回路基板 4 5 a および制御回路基板 4 5 b は、ベース 3 3 の支持部 3 4 に重ね合わされている。制御回路基板 4 5 a および制御回路基板 4 5 b は、図 1 に示す制御回路 1 7 2 を有している。

【 0 0 2 2 】

図 5 に図示されるように、導電部 3 5 は、ベース 3 3 の支持部 3 4 と制御回路基板 4 5 a、4 5 b の積層方向（z 方向）に延在されている。導電部 3 5 は、図 3 に図示されるように、支持部 3 4 の一側辺に沿って y 方向に長く延出された幅広部 3 5 a と、幅広部 3 5 a の両端に設けられ、幅広部 3 5 a に対しほぼ直角に - x 方向（コンデンサ 5 1 側）に延在された一对の側部 3 5 b、3 5 c を有する。導電部 3 5 は、支持部 3 4 から上部（+ z 方向）側に延在する第 1 導電部 3 6 と、支持部 3 4 から下部（- z 方向）側に延在する第 2 導電部 3 7 を有する。一对の側部 3 5 b、3 5 c は、第 1 導電部 3 6 および第 2 導電部 3 7 の両方に設けられている。

40

【 0 0 2 3 】

各取付脚 3 8 の先端部には取付孔 3 8 a（図 3 参照）が設けられている。ベース 3 3 は、取付脚 3 8 の取付孔 3 8 a にねじ、ボルト等の締結部材（図示せず）を挿通して、図 2

50

に図示されるように、ケース 7 に設けられたボス部 7 b に固定される。

【 0 0 2 4 】

半導体モジュール 5 2 は、ベース 3 3 の支持部 3 4 の下方に配置され、ケース 7 の底部 7 a に設けられた固定部 7 c に固定されている。半導体モジュール 5 2 は、図 1 に示す上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c を有する。図 3 に図示されるように、半導体モジュール 5 2 は、上下アーム直列回路 4 a、4 b、4 c それぞれの、正極直流端子 5 2 p、負極直流端子 5 2 n および交流端子 5 2 t を有する。ベース 3 3 の支持部 3 4 と半導体モジュール 5 2 との間には、駆動回路基板 4 6 が配置されている。駆動回路基板 4 6 は、図 1 に示すドライバ回路 1 7 4 を有している。

【 0 0 2 5 】

図 3、図 5 に図示されるように、正極側バスバー 4 1 および負極側バスバー 4 2 は、コンデンサ 5 1 と半導体モジュール 5 2 (図 3 参照) とを接続する。正極側バスバー 4 1 および負極側バスバー 4 2 は、それぞれ、図 1 に示された正極側接続導体 1 0 p および負極側接続導体 1 0 n に相当する。コンデンサ 5 1 とベース 3 3 は、以下に説明する EMC ノイズ低減構造を構成する。

【 0 0 2 6 】

正極側バスバー 4 1 は、一端側の正極端子 4 1 p で直流電源端子 6 の正極側直流電源端子 6 p (図 1 参照) に接続され、接続部 7 1 (図 5 参照) でコンデンサ 5 1 の正極端子 (図示せず) に接続され、他端側の接続端部 4 1 c (図 4 参照) で半導体モジュール 5 2 の各正極直流端子 5 2 p (図 3 参照) に接続されている。負極側バスバー 4 2 は、一端側の負極端子 4 1 n で直流電源端子 6 の負極側直流電源端子 6 n (図 1 参照) に接続され、接続部 7 2 (図 5 参照) でコンデンサ 5 1 の負極端子 (図示せず) に接続され、接続部 7 2 (図 5 参照) でコンデンサ 5 1 の負極端子 (図示せず) に接続され、他端側の接続端部 4 2 c (図 4 参照) で半導体モジュール 5 2 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。

【 0 0 2 7 】

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 の一対の側部 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 との間には樹脂 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。

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

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

10

20

30

40

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

。すなわち、接続部 7 1、7 2 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 3 6 の上端 3 6 a の基板支持面 S_f からの距離 L_1 は、正・負極側バスバー 4 1、4 2 の接続部 7 1、7 2 の基板支持面 S_f からの距離 L_2 よりも大きい。すなわち、第 1 導電部 3 6 は、正・負極側バスバー 4 1、4 2 の接続部 7 1、7 2 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 4 1、4 2 が導電部 3 5 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。

10

図 6 に示されるように、ベース 3 3 は、制御回路基板 4 5 a を支持する支持部材 3 4 s が設けられる支持部 3 4 を有する。ベース 3 3 には、支持部 3 4 から上下方向 (z 方向) に延在する導電部 3 5 が設けられている。コンデンサ 5 1 は、導電部 3 5 の左 (- x 方向) 側に配置され、制御回路基板 4 5 a は、導電部 3 5 の右 (+ x 方向) 側に配置されている。正・負極側バスバー 4 1、4 2 の立下り部 4 1 a、4 2 a は、導電部 3 5 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 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a とは、導電部 3 5 により仕切られている。

【0038】

正・負極側バスバー 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a 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

20

支配的である。本実施形態では、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a との間に、xy 面に垂直方向、換言すれば、ベース 3 3 と制御回路基板 4 5 a の積層方向である上下方向に延在する導電部 3 5 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 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a との間の浮遊容量 C_1 および正・負極側バスバー 4 1、4 2 と導電部 3 5 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 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a 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 4 1、4 2 から、制御回路基板 4 5 a、ベース 3 3 の支持部 3 4 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 4 1、4 2 と導電部 3 5 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 4 1、4 2 から、ベース 3 3 の導電部 3 5、支持部 3 4 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 3 5 は、ベース 3 3 と制御回路基板 4 5 a 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 4 1、4 2 の立下り部 4 1 a、4 2 a は、導電部 3 5 の上端 3 6 a 側から下端 3 7 a 側まで、導電部 3 5 に沿って、導電部 3 5 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 4 1、4 2 と導電部 3 5 との対向面積は大きく、従って、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と導電部 3 5 との間の浮遊容量 C_2 は大きい。

30

【0040】

なお、図 6 では、EMC ノイズ電流は、ベース 3 3 の導電部 3 5 とは反対側の側部 3 3 a 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 3 3 は、図 3 に図示されるように、複数の取付脚 3 8 を有しており、各取付脚 3 8 はケース 7 設けられたボス部 7 b に締結部材 (図示せず) により固定される。つまり、ベース 3 3 は、導電部 3 5 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 3 5 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。

40

【0041】

図 7 は、比較例の電力変換装置 1 A 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。

50

図 7 に示された比較例の電力変換装置 1 A では、ベース 3 3 は導電部 3 5 を有していない。つまり、比較例の電力変換装置 1 A では、ベース 3 3 の支持部 3 4 と正・負極側バスバー 4 1、4 2 との間に、上下方向（z 方向）に延在する導電部 3 5 を有しておらず、正・負極側バスバー 4 1、4 2 が、直接、ベース 3 3 の支持部 3 4 の端部 3 4 a および制御回路基板 4 5 a に対向して配置されている。

【 0 0 4 2 】

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 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 a 間の浮遊容量 C_1 と、正・負極側バスバー 4 1、4 2 とベース 3 3 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。

10

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、 $C_1 = C_2$ 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、

$I_1 = I_2$ である。

【 0 0 4 3 】

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 3 3 の支持部 3 4 と正・負極側バスバー 4 1、4 2 との間に、上下方向に延在された第 1 導電部 3 6 が設けられている。正・負極側バスバー 4 1、4 2 は第 1 導電部 3 6 に沿って上下方向に延在されている。制御回路基板 4 5 a は、第 1 導電部 3 6 よりも正・負極側バスバー 4 1、4 2 から遠い位置に配置されている。

20

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 4 1、4 2 からの EMC ノイズ電流は、制御回路基板 4 5 a よりも、導電部 3 5 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 4 1、4 2 から制御回路基板 4 5 a に流れる EMC ノイズ電流を大幅に低減することができる。

【 0 0 4 4 】

上述したように、第 1 導電部 3 6 の上端 3 6 a の基板支持面 S_f からの距離 L_1 は、正・負極側バスバー 4 1、4 2 の接続部 7 1、7 2 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 4 1、4 2 と第 1 導電部 3 6 との対向面積が大きくなり、正・負極側バスバー 4 1、4 2 とベース 3 3 間の浮遊容量 C_2 が大きくなる。

30

【 0 0 4 5 】

図 5 に図示されるように、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 b との間には、第 2 導電部 3 7 が設けられている。制御回路基板 4 5 b は、上下方向において、第 2 導電部 3 7 の下端 3 7 a 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 4 1、4 2 と制御回路基板 4 5 b との間の浮遊容量は、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と導電部 3 5 との間の浮遊容量 C_2 よりも小さくなる。

このため、正・負極側バスバー 4 1、4 2 から制御回路基板 4 5 b に流れる EMC ノイズ電流は、正・負極側バスバー 4 1、4 2 からベース 3 3 に流れる正・負極側バスバー 4 1、4 2 よりも小さくなる。

40

【 0 0 4 6 】

また、導電部 3 5 は、半導体モジュール 5 2 を駆動する駆動回路を有する駆動回路基板 4 6 側に延在される第 2 導電部 3 7 を有する。このため、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と第 2 導電部 3 7 との間の浮遊容量 C が、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と駆動回路基板 4 6 との間の浮遊容量より大きくなり、駆動回路基板 4 6 を流れる EMC ノイズ電流が低減する。

【 0 0 4 7 】

なお、上記では、導電部 3 5 は、x y 面に対して垂直方向に延在される構造として例示

50

した。しかし、導電部 35 は、 x y 面に対して傾斜する構造としてもよい。導電部 35 は、 x y 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。

10

【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 とを鑄造等により、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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

回路基板 4 5 b 側に延在する第 2 導電部 3 7 を含む。このため、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と第 1 導電部 3 6 および第 2 導電部 3 7 それぞれとの間の浮遊容量 C が正・負極側バスバー 4 1、4 2 と) 制御回路基板 4 5 a、4 5 b との間の浮遊容量より大きくなり、制御回路基板 4 5 a、4 5 b を流れる E M C ノイズ電流が低減する。

【 0 0 5 5 】

(8) 半導体モジュール 5 2 を駆動する駆動回路を有する駆動回路基板 4 6 を、さらに、備え、導電部 3 5 は、駆動回路基板 4 6 側に延在される第 2 導電部 3 7 を有する。このため、正・負極側バスバー 4 1、4 2 と導電部 3 5 との間の浮遊容量 C が正・負極側バスバー 4 1、4 2 と駆動回路基板 4 6 との間の浮遊容量より大きくなり、駆動回路基板 4 6 を流れる E M C ノイズ電流が低減する。

10

【 0 0 5 6 】

(9) 制御回路基板 4 5 a とほぼ平行な底部 (一面) 7 a を有するケース 7 を備え、半導体モジュール 5 2 は、一对の幅広面 5 2 a、5 2 b と、幅広面 5 2 a の外周を囲む幅狭の外周側面 5 2 c を有し、半導体モジュール 5 2 の一方の幅広面 5 2 a と、ケース 7 の制御回路基板 4 5 a とほぼ平行な底部 7 a とが熱結合されている。半導体モジュール 5 2 の面積が大きい幅広面 5 2 a を制御回路基板 4 5 a の底部 7 a にほぼ平行に配置して、底部 7 a に熱結合することにより、半導体モジュール 5 2 を制御回路基板 4 5 a 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 5 2 の冷却が可能で、低背化された電力変換装置 1 を得ることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、上記実施形態では、ベース 3 3 の上・下面に、それぞれ、制御回路基板 4 5 a、4 5 b を設けた構造として例示した。しかし、ベース 3 3 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。

20

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

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。

30

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

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。

40

【 0 0 6 2 】

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 】

【 0 0 6 3 】

- 1 電力変換装置
- 4 電力変換回路部
- 7 ケース

50

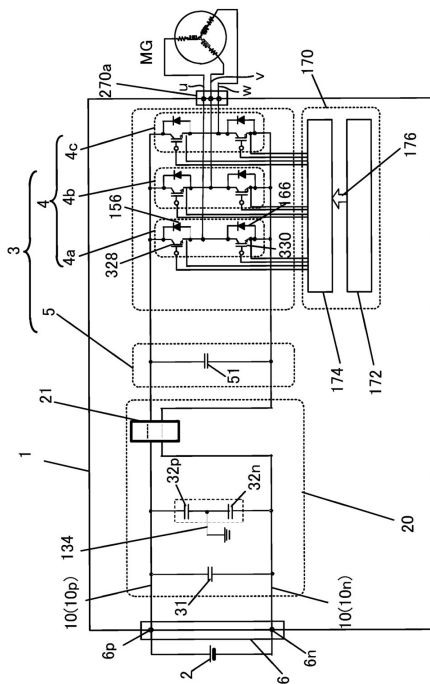
- 7 a 底部
- 1 0 接続導体
- 3 3 ベース
- 3 4 支持部
- 3 5 導電部
- 3 5 a、3 5 b 幅広部
- 3 6 第1導電部
- 3 6 a 上端
- 3 7 第2導電部
- 3 7 a 下端
- 4 1 正極側バスバー（接続導体）
- 4 2 負極側バスバー（接続導体）
- 4 5 a、4 5 b 制御回路基板
- 4 6 駆動回路基板
- 5 1 コンデンサ（キャパシタ）
- 5 2 半導体モジュール
- 5 2 a、5 2 b 幅広面
- 7 1、7 2 接続部
- 7 2 接続部
- 1 7 0 制御部
- 1 7 2 制御回路
- S f 基板支持面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

10

20

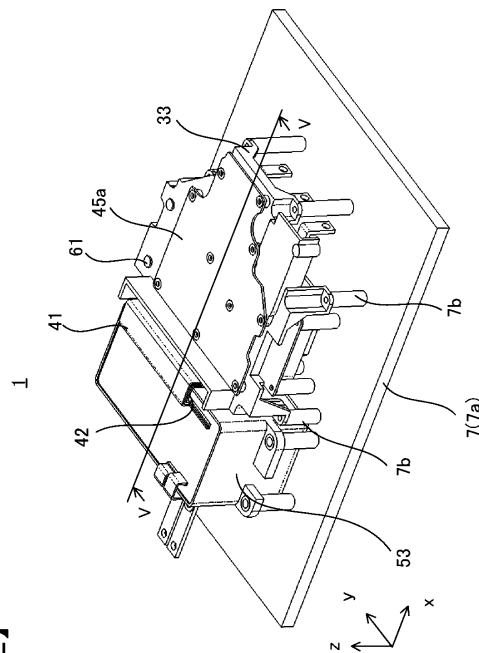
【図面】

【図1】



【図1】

【図2】



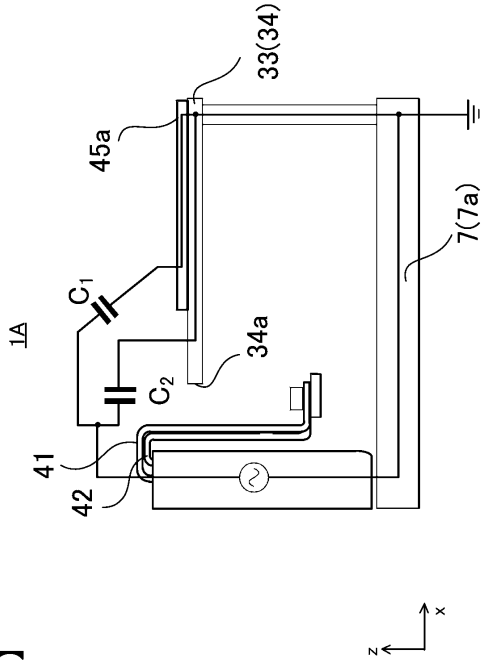
【図2】

30

40

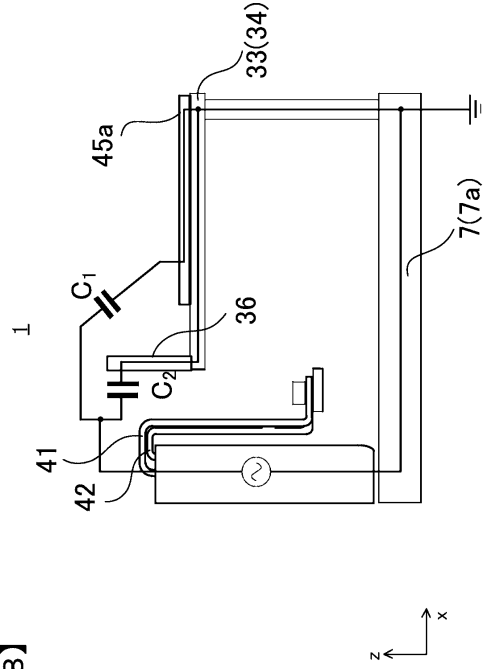
50

【図7】



【図7】

【図8】



【図8】

10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 鈴木 圭一郎

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 2 5 2 4 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 8 3 7 4 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 9 5 9 9 7 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 8 5 8 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 2 8 0 8 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 7 / 4 2 - 7 / 9 8