(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2020-48404
(P2020-48404A)
(43)公開日　令和2年3月26日(2020.3.26)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02M 7/48	(2007.01)	H02M	7/48	Z	5E321
H05K 9/00	(2006.01)	H05K	9/00	U	5E322
H05K 7/20	(2006.01)	H05K	7/20	D	5F136
H01L 23/36	(2006.01)	H01L	23/36	Z	5H770

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 48 頁）

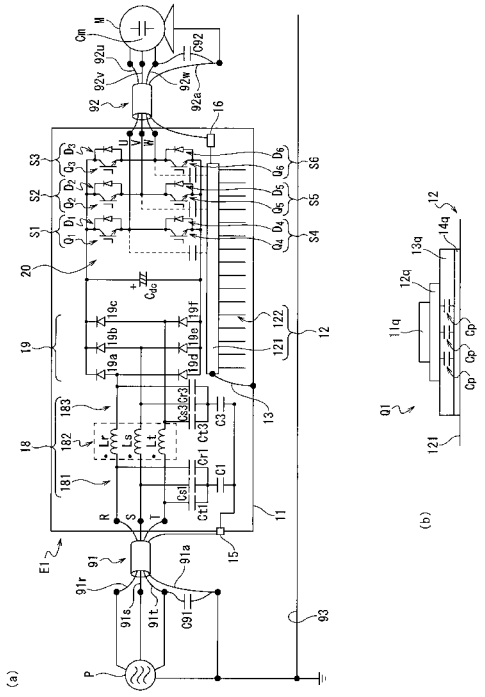
(21)出願番号　特願2019-167244 (P2019-167244)
(22)出願日　令和1年9月13日 (2019.9.13)
(31)優先権主張番号　特願2018-173061 (P2018-173061)
(32)優先日　平成30年9月14日 (2018.9.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(71)出願人　000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
(74)代理人　100105854
弁理士　廣瀬　一
(74)代理人　100103850
弁理士　田中　秀▲てつ▼
(72)発明者　浅野　達見子
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
富士電機株式会社内
(72)発明者　藤田　美和子
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
富士電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子電気機器

(57)【要約】
【課題】本発明は、電磁ノイズを低減することができる電子電気機器を提供することを目的とする。
【解決手段】電力変換装置Ｅ１は、インバータ部２０を構成するパワー半導体モジュール１４と、熱伝導体で形成された熱伝導部（例えばベース部１２１及び複数のフィン部１２２）を有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に接触して設けられたヒートシンク１２と、導電体で形成された導電部を少なくとも一部（例えば底部）に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（例えばベース部１２１）と筐体１１の導電部（例えば底部）とを接続し導電性を有するケーブル１３とを備えている。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体素子と、
熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有し、前記半導体素子の少なくとも一部に前記熱伝導部を接触して設けられたヒートシンクと、
導電体で形成された導電部を少なくとも一部に有する筐体と、
前記熱伝導部と前記導電部とを接続し導電性を有する導電部材と
を備えることを特徴とする電子電気機器。
【請求項２】
前記導電部に配置されて接地線を接続する接地線接続端子を備えること
を特徴とする請求項１に記載の電子電気機器。
【請求項３】
入力側の接地線が接続される入力側接地用端子と、
出力側の接地線が接続される出力側接地用端子と、
前記入力側接地用端子と、前記熱伝導部及び前記導電部の少なくとも一方とを接続し導電性を有する入力側導電部材と、
前記出力側接地用端子と、前記熱伝導部及び前記導電部の少なくとも一方とを接続し導電性を有する出力側導電部材と
を備える請求項１に記載の電子電気機器。
【請求項４】
前記入力側導電部材は、前記入力側接地用端子、前記熱伝導部及び前記導電部と電気的に接触する箇所を少なくとも露出して前記導電性の部分を覆う入力側絶縁物を有し、
前記出力側導電部材は、前記出力側接地用端子、前記熱伝導部及び前記導電部と電気的に接触する箇所を少なくとも露出して前記導電性の部分を覆う出力側絶縁物を有すること
を特徴とする請求項３に記載の電子電気機器。
【請求項５】
前記入力側導電部材と、前記熱伝導部及び前記導電部のいずれか一方とを接続し導電性を有する第一入力側接続部材と、
前記出力側導電部材と、前記熱伝導部及び前記導電部のいずれか他方とを接続し導電性を有する第一出力側接続部材とを備え、
前記入力側絶縁物は、前記第一入力側接続部材が接触する前記入力側導電部材の箇所で前記導電性の部分を露出し、
前記出力側絶縁物は、前記第一出力側接続部材が接触する前記出力側導電部材の箇所で前記導電性の部分を露出していること
を特徴とする請求項４に記載の電子電気機器。
【請求項６】
前記入力側導電部材と、前記熱伝導部及び前記導電部のいずれか他方とを接続し導電性を有する第二入力側接続部材と、
前記出力側導電部材と、前記熱伝導部及び前記導電部のいずれか一方とを接続し導電性を有する第二出力側接続部材とを備え、
前記入力側絶縁物は、前記第二入力側接続部材が接触する前記入力側導電部材の箇所で前記導電性の部分を露出し、
前記出力側絶縁物は、前記第二出力側接続部材が接触する前記出力側導電部材の箇所で前記導電性の部分を露出していること
を特徴とする請求項５に記載の電子電気機器。
【請求項７】
前記入力側導電部材は、
前記入力側接地用端子と前記熱伝導部とを接続する第一入力側導電部材と、
前記入力側接地用端子と前記導電部とを接続する第二入力側導電部材と
を有し、

前記出力側導電部材は、
前記出力側接地用端子と前記熱伝導部とを接続する第一出力側導電部材と、
前記出力側接地用端子と前記導電部とを接続する第二出力側導電部材と
を有すること
を特徴とする請求項３に記載の電子電気機器。
【請求項８】
前記第一入力側導電部材及び前記第二出力側導電部材は、同一の形状を有し、
前記第二入力側導電部材及び前記第一出力側導電部材は、同一の形状を有すること
を特徴とする請求項７に記載の電子電気機器。
【請求項９】
絶縁性材料で形成されて前記入力側接地用端子を覆う入力側カバー部材と、
絶縁性材料で形成されて前記出力側接地用端子を覆う出力側カバー部材とを備え、
前記入力側接地用端子は、第一入力側接地用端子及び第二入力側接地用端子を有し、
前記出力側接地用端子は、第一出力側接地用端子及び第二出力側接地用端子を有し、
前記入力側カバー部材は、前記第一入力側接地用端子及び前記第二入力側接地用端子を別個独立して覆うように形成され、
前記出力側カバー部材は、前記第一出力側接地用端子及び前記第二出力側接地用端子を別個独立して覆うように形成されていること
を特徴とする請求項３から８までのいずれか一項に記載の電子電気機器。
【請求項１０】
前記入力側接地用端子及び前記出力側接地用端子はそれぞれ、前記筐体の非導電部に設けられていること
を特徴とする請求項３から９までのいずれか一項に記載の電子電気機器。
【請求項１１】
前記入力側接地用端子及び前記出力側接地用端子はそれぞれ、前記筐体の外表面に設けられ、
前記入力側導電部材は、前記筐体の外表面及び前記ヒートシンクの外表面の少なくとも一方に接続され、
前記出力側導電部材は、前記筐体の外表面及び前記ヒートシンクの外表面の少なくとも一方に接続されること
を特徴とする請求項３から１０までのいずれか一項に記載の電子電気機器。
【請求項１２】
前記導電部材と直列に取り付けられたインピーダンス素子を備えること
を特徴とする請求項１から１１までのいずれか一項に記載の電子電気機器。
【請求項１３】
前記インピーダンス素子は、コアであること
を特徴とする請求項１２に記載の電子電気機器。
【請求項１４】
前記導電部材は、前記コアに巻き付けられていること
を特徴とする請求項１３に記載の電子電気機器。
【請求項１５】
前記コアと並列になるように前記導電部材に接続されたコンデンサを備えること
を特徴とする請求項１３又は１４に記載の電子電気機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、動作時に電磁ノイズを発生する電子電気機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
インバータやパルス幅変調（Ｐｕｌｓｅ　Ｗｉｄｔｈ　Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ：ＰＷＭ

）整流器などに代表される電力変換装置は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ Ｆｉｅｌｄ Ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）やＩＧＢＴ（Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｇａｔｅ Ｂｉｐｏｌａｒ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）などの半導体素子をスイッチング素子として用いて構成される。電力変換装置は、電気を所望の形に変換できるメリットのため様々な分野で適用が進んでいる。しかしながら、電力変換装置の動作時に発生する電磁ノイズ（伝導ノイズや放射ノイズ）は、電力変換装置に設けられたケーブルや電力変換装置が配置された空間を伝搬して広がる。このようにして広がる電磁ノイズは、周辺機器の破損や誤動作、無線機器の雑音混入などの問題を引き起こす原因にもなる。

【０００３】

このため、電力変換装置をはじめとする電子電気機器が発生する電磁ノイズ（伝導ノイズや放射ノイズ）にはＥＭＣ（Ｅｌｅｃｔｒｏ‐Ｍａｇｎｅｔｉｃ Ｃｏｍｐａｔｉｂｉｌｉｔｙ）規格によって限度値が定められており、電力変換装置には十分に電磁ノイズを低減することが求められる。このうち、ＥＭＣ規格において、空間を伝搬する放射ノイズについては、３０ＭＨｚから１ＧＨｚ、あるいは使用する周波数によってはそれ以上の周波数帯域において規制が行われている。

【０００４】

電子電気機器として電力変換装置を例にとると、１０ＭＨｚを超える高周波の電磁ノイズの強度は、スイッチング素子として用いられる半導体素子（半導体スイッチ）のスイッチング特性、電気回路の基板パターン、ＥＭＣフィルタの設計、そして電力変換装置の構造などの多様な要因によって大きく変動する。このため、電力変換装置の組立て後のＥＭＣ試験を実施するまでＥＭＣ規格への適合可否を判定することが難しい。このＥＭＣ試験にて電磁ノイズが限度値を超過した場合には、電力変換装置の電気的及び構造的な設計の少なくとも一方を再検討する必要があり、電力変換装置の開発のリソース・スケジュールが大きく圧迫されることとなる。

【０００５】

電力変換装置から発生する放射ノイズを抑制するために、電力変換装置内の回路基板、モジュール配線及びヒートシンクなどのノイズ放射源を金属、導電性樹脂あるいはメッキされた樹脂などのシールド筐体で覆う方法が広く用いられる。しかしながら、ノイズ放射源をシールド筐体で覆う方法は、冷却性能との両立性が課題となる。

【０００６】

特許文献１には、電力変換装置の内部の構造を工夫する放射ノイズ対策技術が提案されている。特許文献１には、ヒートシンクと筐体との間の間隙を対策用導電体で導通することでヒートシンクに発生する定在波を抑制し、１００ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減する手法が提案されている。

【０００７】

一方、電力変換装置が発生する放射ノイズは、ノイズ源となる半導体素子のスイッチングの方形波スペクトルの特徴に起因して、周波数が高くなるほどノイズレベルが小さくなる傾向がある。したがって、１００ＭＨｚ付近よりもＥＭＣ規格によって規制されている周波数帯域のうちの開始周波数である３０ＭＨｚ付近のノイズ成分を低減することが最も難しくなる。特許文献１に記載の対策方法では３０ＭＨｚ付近の低い周波数成分を低減し難い。

【０００８】

特許文献２には、ヒートシンクと筐体の構造に関する技術が開示されている。特許文献２には、ヒートシンクと筐体とを面接触させることで、電力変換装置の冷却性能が向上することが開示されている。

【０００９】

ヒートシンクの側面と筐体とを面接触させる構造を有する電力変換装置が知られている。このような構造は、電力変換装置の内部のアース電位となるべき部位を筐体と面接触させて低インピーダンスで接続し、筐体内のアースが強化されることで放射ノイズが低減す

ることを目的としている。しかしながら、ヒートシンクと筐体とは面接触させる構造では、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減できないという問題がある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１０】
【特許文献１】特開２０１５‐１６１０５３号公報
【特許文献２】特許第５６１４５４２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
電力変換装置から放射される放射ノイズ、特に３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズをＥＭＣ規格の規制値以下のレベルに低減するためには、ノイズ対策部品の追加が必要となるが、装置の大型化、それに伴うコストアップという課題がある。
【００１２】
本発明の目的は、電磁ノイズを低減することができる電子電気機器を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
上記目的を達成するために、本発明の一態様による電子電気機器は、半導体素子と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有し、前記半導体素子の少なくとも一部に前記熱伝導部を接触して設けられたヒートシンクと、導電体で形成された導電部を少なくとも一部に有する筐体と、前記熱伝導部と前記導電部とを接続し導電性を有する導電部材とを備えることを特徴とする。
【００１４】
上記本発明の一態様による電子電気機器は、前記導電部に配置されて接地線を接続する接地線接続端子を備えていてもよい。
【００１５】
上記本発明の一態様による電子電気機器は、前記導電部材と直列に取り付けられたインピーダンス素子を備えていてもよい。
【００１６】
前記インピーダンス素子は、コアであってもよい。
【００１７】
前記導電部材は、前記コアに巻き付けられていてもよい。
【００１８】
上記本発明の一態様による電子電気機器は、前記コアと並列になるように前記導電部材に接続されたコンデンサを備えていてもよい。
【発明の効果】
【００１９】
本発明の一態様によれば、電磁ノイズを低減することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】本発明の第１実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ１の外観構成を模式的に示す図であり、図１（ａ）は電力変換装置Ｅ１を模式的に示す斜視図であり、図１（ｂ）は電力変換装置Ｅ１を模式的に示す側面図である。
【図２】本発明の第１実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ１の概略構成を示す図であり、図２（ａ）は電力変換装置Ｅ１の回路図であり、図２（ｂ）は電力変換装置Ｅ１に設けられた半導体スイッチＱ１とヒートシンク１２との電気的な接続状態を説明する図である。
【図３】本発明の第１実施形態の実施例１による電子電気機器としての電力変換装置１の概略構成を示す図である。

【図４】本発明の第１実施形態の実施例１による電力変換装置１及び従来構造を有する電力変換装置のノイズの放射電界強度のスペクトルの測定結果を示す図である。
【図５】本発明の第１実施形態の実施例１による電力変換装置１及び従来構造を有する電力変換装置のノイズ電流のスペクトルの測定結果を示す図である。
【図６】本発明の第１実施形態の実施例２による電子電気機器としての電力変換装置２の概略構成を示す図である。
【図７】本発明の第１実施形態の実施例３による電子電気機器としての電力変換装置３の概略構成を示す図である。
【図８】本発明の第１実施形態の実施例２及び３による電力変換装置２，３及び従来構造を有する電力変換装置のノイズの放射電界強度のスペクトルの測定結果を示す図である。
【図９】本発明の第１実施形態の実施例４による電子電気機器としての電力変換装置４の概略構成を示す図である。
【図１０】本発明の第１実施形態の実施例５による電子電気機器としての電力変換装置５の概略構成を示す図である。
【図１１】本発明の第１実施形態の実施例５による電力変換装置５及び実施例１による電力変換装置１のノイズ電流のスペクトルの測定結果を示す図である。
【図１２】本発明の第１実施形態の実施例６による電子電気機器としての電力変換装置６の概略構成を示す図である。
【図１３】本発明の第１実施形態の実施例６による電力変換装置６及び実施例１による電力変換装置１のノイズ電流のスペクトルの測定結果を示す図である。
【図１４】本発明の実施例６の変形例１による電子電気機器としての電力変換装置６ａの概略構成を示す図である。
【図１５】本発明の実施例６の変形例２による電子電気機器としての電力変換装置６ｂの概略構成を示す図である。
【図１６】本発明の第２実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ２の概略構成示す図である。
【図１７】本発明の第２実施形態の実施例１による電子電気機器としての電力変換装置７の概略構成を示す図であり、図１７（ａ）は、電力変換装置７の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す斜視図であり、図１７（ｂ）は、電力変換装置７の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す平面図である。
【図１８】本発明の第２実施形態の実施例１による電子電気機器としての電力変換装置７の概略構成を示す図であり、図１８（ａ）は、電力変換装置７の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す斜視図であり、図１８（ｂ）は、電力変換装置７の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す平面図である。
【図１９】本発明の第２実施形態の実施例２による電子電気機器としての電力変換装置８の概略構成を示す図であり、図１９（ａ）は、電力変換装置８の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す斜視図であり、図１９（ｂ）は、電力変換装置８の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す平面図である。
【図２０】本発明の第２実施形態の実施例２による電子電気機器としての電力変換装置８の概略構成を示す図であり、図２０（ａ）は、電力変換装置８の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す斜視図であり、図２０（ｂ）は、電力変換装置８の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す平面図である。
【図２１】本発明の第２実施形態の実施例３による電子電気機器としての電力変換装置９の概略構成を示す斜視図である。
【図２２】本発明の第２実施形態の実施例３による電子電気機器としての電力変換装置９の概略構成を示す図であり、図２２（ａ）は、電力変換装置９の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す平面図であり、図２２（ｂ）は、電力変換装置９の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す平面図である。
【図２３】本発明の第２実施形態の実施例４による電子電気機器としての電力変換装置７０の概略構成を示す図であり、図２３（ａ）は、電力変換装置７０の製品出荷時（初期状

態）の構成態様を示す斜視図であり、図２３（ｂ）は、電力変換装置７０の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す平面図である。
【図２４】本発明の第２実施形態の実施例４による電子電気機器としての電力変換装置７０の概略構成を示す図であり、図２４（ａ）は、電力変換装置７０の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す斜視図であり、図２４（ｂ）は、電力変換装置７０の製品出荷時（初期状態）とは異なる構成態様を示す平面図である。
【図２５】本発明の第２実施形態の実施例５による電子電気機器としての電力変換装置８０の概略構成を示す斜視図である。
【図２６】本発明の第２実施形態の実施例５による電子電気機器としての電力変換装置８０の概略構成を示す図であり、図２６（ａ）は、電力変換装置８０の製品出荷時（初期状態）の構成態様を示す平面図であり、図２６（ｂ）は、電力変換装置８０の使用環境（設置条件）がＥＭＣ規格認証測定構成（メーカ推奨設置構成）の態様と同じと看做せる場合の構成態様を示す平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
本発明に係る電子電気機器は、電子電気機器の内部に設けられて半導体素子を冷却するヒートシンクと、導電性の筐体とを導電部材（例えばケーブル）で接続する構造を有している。本発明に係る電子電気機器は、当該構造を有することにより、放射ノイズ、特に３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズを抑制することができる。
以下、本発明の第１実施形態による電子電気機器について電力変換装置を例にとって、詳細に説明する。
【００２２】
〔第１実施形態〕
まず、本発明の第１実施形態及び第２実施形態による電子電気機器としての電力変換装置の概略構成について図１及び図２を用いて説明する。図１（ａ）では、理解を容易にするため、半導体モジュールの図示が省略されている。また、図１（ｂ）では、理解を容易にするため、電力変換装置は、筐体の側壁の一部を透過した状態で図示されている。
【００２３】
図１（ａ）に示すように、本発明の第１実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ１は、例えば、板金等の導電体で形成された導電部を少なくとも一部に有する筐体１１を備えている。筐体１１は、少なくとも一部が導電体で形成された側壁（導電部の一例）と、少なくとも一部が導電体で形成された後面部（導電部の一例）とを有している。筐体１１は、内側に空間を有している。電力変換装置Ｅ１は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４（図１（ｂ）参照）と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に当該熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、パワー半導体モジュール１４と機械的及び熱的に接触することにより、パワー半導体モジュール１４で発生した熱を放熱することができる。パワー半導体モジュール１４及びヒートシンク１２は、筐体１１の内部に配置されている。
【００２４】
ヒートシンク１２は、絶縁体を介して筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、板状のベース部１２１と、ベース部１２１に直交して配置された薄板状の複数のフィン部１２２とを有している。複数のフィン部１２２は、互いに所定の間隙を設けて並列して配置されている。ベース部１２１及びフィン部１２２は、いずれもアルミニウムあるいはアルミニウム合金等の熱伝導体で形成されており、熱伝導部の一例に相当する。パワー半導体モジュール１４は、ベース部１２１に機械的及び熱的に接触させて配置されている。
【００２５】
電力変換装置Ｅ１は、プリント回路基板１７を備えている。プリント回路基板１７は、配線パターン部１７１を有している。図１（ｂ）に示すように、パワー半導体モジュール

１４は、複数の端子１４２を有し、複数の端子１４２を配線パターン部１７１に貫通させてプリント回路基板１７に実装されている。

【００２６】

図１（ａ）に示すように、プリント回路基板１７には、コンバータ部やノイズフィルタなどを構成する電子部品群１７２が実装されている。パワー半導体モジュール１４は、プリント回路基板１７に実装されることによって筐体１１の内部に配置される。筐体１１の内部には、筐体１１の後面部側からヒートシンク１２、パワー半導体モジュール１４及びプリント回路基板１７がこの順に配置されている。

【００２７】

電力変換装置Ｅ１は、３相の交流電力が入力される入力端子Ｒ、入力端子Ｓ及び入力端子Ｔを備えている。入力端子Ｒ、入力端子Ｓ及び入力端子Ｔは、プリント回路基板１７に設けられている。

【００２８】

電力変換装置Ｅ１は、出力端子Ｕ、出力端子Ｖ及び出力端子Ｗを備えている。出力端子Ｕ、出力端子Ｖ及び出力端子Ｗは、プリント回路基板１７に設けられている。

【００２９】

電力変換装置Ｅ１は、筐体１１の導電部に配置されて接地線を接続する入力接地端子（接地線接続端子の一例）１５を備えている。入力接地端子１５は、筐体１１の側壁の導電体で形成された領域に設けられている。これにより、筐体１１と入力接地端子１５との電気的な接続が確保されている。入力接地端子１５は、電力変換装置Ｅ１を大地や床面などの基準アース面に接地するために用いられる。

【００３０】

電力変換装置Ｅ１は、ヒートシンク１２の熱伝導部に配置されて接地線を接続する出力接地端子１６を備えている。出力接地端子１６は、ヒートシンク１２の熱伝導部の一例であるベース部１２１に設けられている。これにより、ヒートシンク１２と出力接地端子１６との電気的な接続が確保される。出力接地端子１６は、電力変換装置Ｅ１とモータ（不図示）などの負荷とを接続して、負荷装置を接地するために用いられる。なお、出力接地端子１６は、フィン部１２２に設けられていてもよい。

【００３１】

電力変換装置Ｅ１は、ヒートシンク１２の熱伝導部と筐体１１の導電部とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３を備えている。ケーブル１３は、例えばヒートシンク１２の熱伝導部の一例であるベース部１２１と筐体１１の導電部の一例である底部とを接続した状態で設けられている。ケーブル１３は、ベース部１２１ではなくフィン部１２２に接続されていてもよい。ヒートシンク１２及び筐体１１は、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ケーブル１３は、電力変換装置Ｅ１の単独、又は電力変換装置Ｅ１を含むモータ駆動システムにおけるノイズの伝達経路のインピーダンスを調整するために設けられている。つまり、ケーブル１３は、モータ駆動システムにおけるノイズの伝達経路のインピーダンス調整部材としての機能を発揮するようになっている。ケーブル１３は、例えば銅で形成された複数の細線が束ねられて形成されている。ケーブル１３は、柔軟性を有している。ケーブル１３は、ヒートシンク１２と筐体１１との間を例えば最短距離で張り渡されている。また、ケーブル１３は、ヒートシンク１２と筐体１１との間を折り返されたりせずに直線状に張り渡されている。

【００３２】

次に、電力変換装置Ｅ１を含むモータ駆動システムＭＳについて図１を参照しつつ図２を用いて説明する。

【００３３】

図２（ａ）に示すように、モータ駆動システムＭＳは、３相の交流電力を供給する商用交流電源Ｐから供給される交流電力を周波数の異なる交流電力に変換する電力変換装置Ｅ１と、電力変換装置Ｅ１から供給される交流電力で駆動されるモータＭとを備えている。

【００３４】

図２（ａ）に示すように、モータ駆動システムＭＳは、商用電源等の商用交流電源Ｐと電力変換装置Ｅ１とを接続する入力ケーブル９１を備えている。入力ケーブル９１は、商用交流電源Ｐから供給されるＲ相の交流電圧が供給されるケーブル９１ｒと、商用交流電源Ｐから供給されるＳ相の交流電圧が供給されるケーブル９１ｓと、商用交流電源Ｐから供給されるＴ相の交流電圧が供給されるケーブル９１ｔと、アース線９１ａとを有している。ケーブル９１ｒ、ケーブル９１ｓ、ケーブル９１ｔは、それぞれ電力変換装置Ｅ１に備えられた入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔに接続されている。アース線９１ａは、電力変換装置Ｅ１に備えられた入力接地端子１５に接続されている。アース線９１ａは、接地線の一例に相当する。電力変換装置Ｅ１は、アース線９１ａを介して大地や床面などの基準アース面９３に接地されている。商用交流電源Ｐも基準アース面９３に接地されている。

【００３５】

図２（ａ）に示すように、電力変換装置Ｅ１は、入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔに接続されたノイズフィルタ１８と、ノイズフィルタ１８に接続されたコンバータ部１９と、コンバータ部１９に接続された平滑用コンデンサＣｄｃと、平滑用コンデンサＣｄｃに接続されたインバータ部２０とを有している。

【００３６】

ノイズフィルタ１８は、伝導ノイズや放射ノイズを低減するために設けられている。ノイズフィルタ１８は、電力変換装置Ｅ１から商用交流電源Ｐへ流出する伝導ノイズや電力変換装置Ｅ１から外部空間へ放射される放射ノイズを主に低減するために設けられている。ノイズフィルタ１８は、ＬＣフィルタで構成されている。ノイズフィルタ１８は、入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔ側に接続された入力側コンデンサ１８１と、コモンモードチョークコイル１８２と、コンバータ部１９側に接続された出力側コンデンサ１８３とを有している。

【００３７】

入力側コンデンサ１８１は、入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔ側にスター結線された３つのコンデンサＣｒ１、Ｃｓ１、Ｃｔ１を有している。また、入力側コンデンサ１８１は、コンデンサＣｒ１，Ｃｓ１，Ｃｔ１のそれぞれの一端が入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔとコモンモードチョークコイル１８２との間に接続され、他端が互いに接続されてコンデンサＣ１を介して入力接地端子１５に接続されている。

【００３８】

コモンモードチョークコイル１８２は１つのコアに３つの銅線が巻き付けられた構造をしており、各巻線の一端は入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔに接続され、他端はコンバータ部１９に接続されている。

【００３９】

出力側コンデンサ１８３は、コンバータ部１９側にスター結線された３つのコンデンサＣｒ３，Ｃｓ３，Ｃｔ３を有している。また、出力側コンデンサ１８３は、コンデンサＣｒ３，Ｃｓ３，Ｃｔ３のそれぞれの一端がコモンモードチョークコイル１８２とコンバータ部１９との間に接続され、他端が互いに接続されてコンデンサＣ３を介して入力接地端子１５に接続されている。

【００４０】

コンバータ部１９は、入力端子Ｒ，Ｓ，Ｔから出力される商用交流電圧の各々が印加される６個のダイオード１９ａ，１９ｂ，１９ｃ，１９ｄ，１９ｅ，１９ｆを有している。ダイオード１９ａ及びダイオード１９ｄは直列に接続され、ダイオード１９ａとダイオード１９ｄとの接続点である中間点に商用交流電源ＰのＲ相の交流電圧が印加される。ダイオード１９ａのカソードは平滑用コンデンサＣｄｃの正極側電極に接続され、ダイオード１９ｄのアノードは平滑用コンデンサＣｄｃの負極側電極に接続されている。コモンモードチョークコイル１８２のリアクトルＬｒの他端がダイオード１９ａとダイオード１９ｄとの接続点である中間点に接続されている。

【００４１】

ダイオード１９ｂ及びダイオード１９ｅは直列に接続され、ダイオード１９ｂとダイオード１９ｅとの接続点である中間点に商用交流電源ＰのＳ相の交流電圧が印加される。ダ

イオード１９ｂのカソードは平滑用コンデンサＣｄｃの正極側電極に接続され、ダイオード１９ｅのアノードは平滑用コンデンサＣｄｃの負極側電極に接続されている。コモンモードチョークコイル１８２のリアクトルＬｓの他端がダイオード１９ｂとダイオード１９ｅとの接続点である中間点に接続されている。

【００４２】

ダイオード１９ｃ及びダイオード１９ｆは直列に接続され、ダイオード１９ｃとダイオード１９ｆとの接続点である中間点に商用交流電源ＰのＴ相の交流電圧が印加される。ダイオード１９ｃのカソードは平滑用コンデンサＣｄｃの正極側電極に接続され、ダイオード１９ｆのアノードは平滑用コンデンサＣｄｃの負極側電極に接続されている。コモンモードチョークコイル１８２のリアクトルＬｔの他端がダイオード１９ｃとダイオード１９ｆとの接続点である中間点に接続されている。

【００４３】

インバータ部２０は、６個のスイッチング部Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６を有している。パワー半導体モジュール１４は、６個のスイッチング部Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６によってインバータ部２０を構成している。

【００４４】

スイッチング部Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３は、平滑用コンデンサＣｄｃの正極側に接続されている。スイッチング部Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６は、平滑用コンデンサＣｄｃの負極側に接続されている。スイッチング部Ｓ１及びスイッチング部Ｓ４は、この正極側及び負極側の間に生じる直流電圧のそれぞれの出力部の間に直列に接続されている。スイッチング部Ｓ２及びスイッチング部Ｓ５は、この直流電圧の正極側と負極側との間に直列に接続されている。スイッチング部Ｓ３及びスイッチング部Ｓ６は、この正極側及び負極側の直流電圧のそれぞれの出力部の間に直列に接続されている。スイッチング部Ｓ１及びスイッチング部Ｓ４の接続点は、出力端子Ｕに接続されている。スイッチング部Ｓ２及びスイッチング部Ｓ５の接続点は、出力端子Ｖに接続されている。スイッチング部Ｓ３及びスイッチング部Ｓ６の接続点は、出力端子Ｗに接続されている。

【００４５】

スイッチング部Ｓ１及びスイッチング部Ｓ４は、Ｕ相アームを構成し、スイッチング部Ｓ２及びスイッチング部Ｓ５は、Ｖ相アームを構成し、スイッチング部Ｓ３及びスイッチング部Ｓ６は、Ｗ相アームを構成している。したがって、パワー半導体モジュール１４は、これらのＵ相アーム、Ｖ相アーム及びＷ相アームが並列接続された三相ブリッジ回路を有している。スイッチング部Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３はハイサイドスイッチを構成し、スイッチング部Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６はローサイドスイッチを構成している。

【００４６】

図示は省略するが、電力変換装置Ｅ１は、スイッチング部Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６のスイッチング動作を個別に制御する６個のゲート駆動装置と、当該ゲート駆動装置を制御する制御部とを備えている。

【００４７】

スイッチング部Ｓ１は、絶縁ゲート型バイポーラ・トランジスタ（Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｇａｔｅ Ｂｉｐｏｌａｒ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ：ＩＧＢＴ）で構成された半導体スイッチＱ１と、半導体スイッチＱ１に逆並列接続された還流用ダイオードＤ１とを有している。半導体スイッチＱ１のコレクタ端子には還流用ダイオードＤ１のカソードが接続され、半導体スイッチＱ１のエミッタ端子には還流用ダイオードＤ１のアノードが接続されている。半導体スイッチＱ１のゲート端子にはゲート駆動装置（不図示）が接続されている。

【００４８】

スイッチング部Ｓ２は、半導体スイッチＱ１を半導体スイッチＱ２と読み替え、還流用ダイオードＤ１を還流用ダイオードＤ２と読み替えた場合のスイッチング部Ｓ１と同様の構成を有している。スイッチング部Ｓ３は、半導体スイッチＱ１を半導体スイッチＱ３と読み替え、還流用ダイオードＤ１を還流用ダイオードＤ３と読み替えた場合のスイッチン

グ部Ｓ１と同様の構成を有している。スイッチング部Ｓ４は、半導体スイッチＱ１を半導体スイッチＱ４と読み替え、還流用ダイオードＤ１を還流用ダイオードＤ４と読み替えた場合のスイッチング部Ｓ１と同様の構成を有している。スイッチング部Ｓ５は、半導体スイッチＱ１を半導体スイッチＱ５と読み替え、還流用ダイオードＤ１を還流用ダイオードＤ５と読み替えた場合のスイッチング部Ｓ１と同様の構成を有している。スイッチング部Ｓ６は、半導体スイッチＱ１を半導体スイッチＱ６と読み替え、還流用ダイオードＤ１を還流用ダイオードＤ６と読み替えた場合のスイッチング部Ｓ１と同様の構成を有している。

【００４９】

インバータ部２０を構成するパワー半導体モジュール１４（図１（ｂ）参照）に設けられたスイッチング部Ｓ１～Ｓ６はそれぞれ、半導体素子の一例に相当する。また、スイッチング部Ｓ１～Ｓ６に設けられた半導体スイッチＱ１～Ｑ６はそれぞれ、半導体素子の一例に相当する。

【００５０】

図２（ａ）に示すように、モータ駆動システムＭＳは、電力変換装置Ｅ１とモータＭとを接続する出力ケーブル９２を備えている。出力ケーブル９２は、電力変換装置Ｅ１で生成されたＵ相の交流電圧をモータＭに供給するためのケーブル９２ｕを有している。出力ケーブル９２は、電力変換装置Ｅ１で生成されたＶ相の交流電圧をモータＭに供給するためのケーブル９２ｖを有している。出力ケーブル９２は、電力変換装置Ｅ１で生成されたＷ相の交流電圧をモータＭに供給するためのケーブル９２ｗを有している。出力ケーブル９２は、アース線９２ａを有している。ケーブル９２ｕは、電力変換装置Ｅ１に備えられた出力端子Ｕに接続されている。ケーブル９２ｖは、電力変換装置Ｅ１に備えられた出力端子Ｖに接続されている。ケーブル９２ｗは、電力変換装置Ｅ１に備えられた出力端子Ｗに接続されている。アース線９２ａは、電力変換装置Ｅ１に備えられた出力接地端子１６に接続されている。モータＭは、アース線９２ａ及び出力接地端子１６を介して電力変換装置Ｅ１に設けられたヒートシンク１２に接地されている。ヒートシンク１２は、ケーブル１３、筐体１１、入力接地端子１５及びアース線９１ａを介して基準アース面９３に接地されている。このため、モータＭも電力変換装置Ｅ１及びアース線９１ａを介して基準アース面９３に接地される。また、出力ケーブルには例えば、ケーブル９２ｕ、ケーブル９２ｖ、ケーブル９２ｗ、アース線９２ａのまわりを編組線で取り囲んだシールドケーブルが用いられる。

【００５１】

図２（ｂ）に示すように、半導体スイッチＱ１は、半導体チップ１１ｑと、回路パターン１２ｑとを有している。回路パターン１２ｑは、半導体チップ１１ｑにコンバータ部１９から入力される直流電圧などを供給するために設けられている。また、半導体スイッチＱ１は、ヒートシンク１２と熱接触するための銅ベース１４ｑと、回路パターン１２ｑと銅ベース１４ｑとを絶縁する絶縁層１３ｑとを有している。銅ベース１４ｑとヒートシンク１２とは、ねじ止めされている。このため、銅ベース１４ｑは、ヒートシンク１２と電気的に導通している。また、銅ベース１４ｑと回路パターン１２ｑとは絶縁層１３ｑを介して対向して配置されている。絶縁層１３ｑの膜厚は薄いため、銅ベース１４ｑ、回路パターン１２ｑ及び絶縁層１３ｑによって浮遊容量Ｃｐが形成される。回路パターン１２ｑは、スイッチング部Ｓ１及びスイッチング部Ｓ４の接続部に接続されている。このため、スイッチング部Ｓ１とヒートシンク１２との間には、浮遊容量Ｃｐが形成される。

【００５２】

半導体スイッチＱ２～Ｑ３も半導体スイッチＱ１と同様の構成を有している。このため、図２（ａ）に示すように、半導体スイッチＱ１及び半導体スイッチＱ４の接続部とヒートシンク１２との間には、浮遊容量Ｃｐが形成される。半導体スイッチＱ２及び半導体スイッチＱ５の接続部とヒートシンク１２との間には、浮遊容量Ｃｐが形成され、半導体スイッチＱ３及び半導体スイッチＱ６とヒートシンク１２との間には、浮遊容量Ｃｐが形成される。

【００５３】
　また、図２（ａ）に示すように、モータＭには、巻線とフレームとの間には、浮遊容量Ｃｍが形成されている。また、入力ケーブル９１のケーブル９１ｒ，９１ｓ，９１ｔとアース線９１ａとの間には、浮遊容量Ｃ９１が形成されている。ただし、本来、浮遊容量Ｃ９１は入力ケーブル上に分布的に存在するが、図２では簡単のため集中的に示している。また、ケーブル９１ｔとアース線９１ａとの間の浮遊容量を代表的に「Ｃ９１」と図示しており、ケーブル９１ｒとアース線９１ａとの間、ケーブル９１ｓとアース線９１ａとの間の浮遊容量は省略している。さらに、出力ケーブル９２のケーブル９２ｕ，９２ｖ，９２ｗとアース線９２ａとの間には、浮遊容量Ｃ９２が形成されている。同様に、浮遊容量Ｃ９２は出力ケーブル上に分布的に存在するが、図２では簡単のため集中的に示している。また、ケーブル９２ｕとアース線９２ａとの間、ケーブル９２ｖとアース線９２ａとの間の浮遊容量は省略し、ケーブル９２ｗとアース線９２ａとの間の浮遊容量を代表的に「Ｃ９２」と図示している。
【００５４】
　このため、モータ駆動システムＭＳにおいて、半導体スイッチＱ１～Ｑ６のスイッチング動作や、浮遊容量Ｃｐ、浮遊容量Ｃ９２及び浮遊容量Ｃｍのそれぞれを充放電する充放電電流がノイズ源となる。半導体スイッチＱ１～Ｑ６のスイッチング動作などによって発生したノイズは、商用交流電源Ｐ、入力ケーブル９１、ノイズフィルタ１８、コンバータ部１９、パワー半導体モジュール１４、出力ケーブル９２、モータＭ、ヒートシンク１２及び入力ケーブル９１を伝達経路としてモータ駆動システムＭＳの内部を伝達したり、商用交流電源Ｐへ流出したり、モータ駆動システムＭＳの外部に放射されたりする。
【００５５】
　以下、本実施形態による電子電気機器について実施例を用いてより詳細に説明する。以下の実施例においても、本実施形態による電子電気機器について電力変換装置を例にとって説明する。また、図１及び図２を用いて説明した電力変換装置Ｅ１と同一の作用・機能を奏する構成要素には、同一の符号を付してその説明は適宜省略する。
【００５６】
（実施例１）
　図３に示すように、本実施例による電力変換装置１は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、熱伝導部としてベース部１２１及び複数のフィン部１２２を有している。ヒートシンク１２は、全体が熱伝導体で形成されている。ヒートシンク１２は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２のベース部１２１上にはパワー半導体モジュール１４が実装されている。パワー半導体モジュール１４とヒートシンク１２とは銅ベース１４ｑ（図２（ｂ）参照）で熱的な接触が確保されている。これにより、半導体スイッチＱ１～Ｑ６（図２（ａ）参照）がスイッチング動作することによって発生する熱は、銅ベース１４ｑを介してヒートシンク１２に伝導し、外部に放熱される。
【００５７】
　電力変換装置１は、導電体で形成された導電部を少なくとも一部に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）と導電部（本実施形態では筐体１１の底部）とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３とを備えている。筐体１１の側壁の一部及び底部は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２は、フィン部１２２の先端部が筐体１１の底部との間で間隙を有するように筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、不図示の絶縁物を介して筐体１１に支持されている。このため、ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３によって１箇所で電気的に接続されている。
【００５８】
　ケーブル１３は、銅で形成された細線を束ねて構成された撚り線の構造を有している。

ケーブル１３は、例えば、直径が３．５ｍｍ、長さが１５０ｍｍの形状を有している。ケーブル１３は、両端部に例えば圧着端子が設けられており、この圧着端子を用いてヒートシンク１２及び筐体１１にそれぞれ固定されている。ケーブル１３は、折り返されたりせずに直線状に最短距離でヒートシンク１２と筐体１１との間に張り渡して設けられている。

【００５９】

ここで、本実施例による電力変換装置１の放射ノイズと、従来構造を有する電力変換装置の放射ノイズとをＥＭＣ規格認証測定と同じセッティングで比較した測定結果について図４及び図５を用いて説明する。従来構造の電力変換装置は、ヒートシンクが筐体に面接触させて取り付けられた構造を有している。従来構造の電力変換装置は、導電性を有するケーブルではなく面接触によってヒートシンクと筐体との電気的接続が確保されている以外は、本実施例による電力変換装置１と同様の構成を有している。図４に示すグラフの横軸は、ノイズの周波数（ＭＨｚ）を示し、当該グラフの縦軸は、ノイズの放射電界強度（ｄＢμＶ／ｍ）を示している。図４中に示す曲線Ｎ１は、実施例１における電力変換装置１の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示し、図４中に示す曲線Ｎ０は、従来構造の電力変換装置の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。図５に示すグラフの横軸は、ノイズの周波数（ＭＨｚ）を示し、当該グラフの縦軸は、ノイズ電流（ｄＢμＡ）を示している。図４中に示す曲線Ｉ１は、実施例１における電力変換装置１のノイズ電流のスペクトルを示し、図５中に示す曲線Ｉ０は、従来構造の電力変換装置のノイズ電流のスペクトルを示している。

【００６０】

図４中の楕円αで囲んで示すように、本実施例による電力変換装置１は、従来構造の電力変換装置と比較して、放射ノイズが３０ＭＨｚ近傍において約６ｄＢ低減している。本実施例による電力変換装置１は、ヒートシンク１２と筐体１１とを導電性を有するケーブル１３によって接続する構成を有している。このため、電力変換装置１は、ヒートシンクと筐体とが面接触によって電気的に接触している従来構造の電力変換装置よりも、ヒートシンク１２と筐体１１との間のインピーダンスが高くなる。これにより、電力変換装置１は、従来構造の電力変換装置と比較して、商用交流電源Ｐ及び電力変換装置１におけるノイズ電流が流れる経路のインピーダンスが高くなる。その結果、従来構造の電力変換装置では３０ＭＨｚ近傍にあった共振周波数が、電力変換装置１では３０ＭＨｚよりも低い周波数に移動して３０ＭＨｚ付近の放射ノイズが低減する。より具体的には、図５中に矢印Ｙ１で示すように、ノイズ電流の共振周波数は、従来構造の電力変換装置が３０ＭＨｚより高いのに対し、電力変換装置１は３０ＭＨｚよりも低くなっている。さらに、図５中の矢印Ｙ２で示すように、放射ノイズの規制対象の最低周波数である３０ＭＨｚ付近のノイズレベルが、従来構造の電力変換装置よりも電力変換装置１の方が低下している。

【００６１】

図４に戻って、図４中に楕円βで囲んで示すように、電力変換装置１は、従来構造の電力変換装置と比較して、７０～８０ＭＨｚ付近では放射ノイズを低減できるものの９０～１２０ＭＨｚで増加に転じ、周波数間でノイズレベルにトレードオフが発生している。しかしながら、電力変換装置１の９０～１２０ＭＨｚでのノイズレベルは小さいので、放射ノイズ規制に対して問題となる可能性は極めて低い。上述のとおり、本実施例による電力変換装置１は、放射ノイズ対策で最も難しい３０ＭＨｚ付近でのノイズレベルを低減できる。これにより、ヒートシンク１２と筐体１１とを接続するケーブル１３を備える構成は、有効な放射ノイズ対策となる。

【００６２】

また、本実施例による電力変換装置１は、ヒートシンク１２のベース部１２１及び筐体１１の底部にケーブル１３の接続点を設ける構造を有している。しかしながら、ケーブル１３の接続点は、ヒートシンク１２のフィン部１２２に設けても構わない。また、ケーブル１３は、筐体１１の上部に設けても、本実施例による電力変換装置１と同じ放射ノイズの低減効果が得られる。

【００６３】
（実施例２）
次に、本実施形態の実施例２による電子電気機器としての電力変換装置について図６を用いて説明する。
図６に示すように、本実施例による電力変換装置２は、図１及び図２に示す電力変換装置Ｅ１と同じ構成を有しているため、説明は省略する。
【００６４】
（実施例３）
次に、本実施形態の実施例３による電子電気機器としての電力変換装置について図７を用いて説明する。本実施例による電力変換装置３は、出力接地端子が筐体１１に設けられている点を除いて、図１及び図２に示す電力変換装置Ｅ１と同様の構成を有している。
【００６５】
図７に示すように、本実施例による電力変換装置３は、筐体１１に設けられた出力接地端子１６ａを備えている。出力接地端子１６ａとモータＭとは、アース線９２ａによって接続されている。筐体１１は、入力接地端子１５及びアース線９１ａを介して基準アース面９３に接地されている。このため、モータＭは、アース線９２ａ、出力接地端子１６ａ、筐体１１、入力接地端子１５及びアース線９１ａを介して基準アース面９３に接地される。
【００６６】
（実施例２及び３のノイズ低減の効果）
次に、実施例２による電力変換装置２及び実施例３による電力変換装置３のそれぞれのノイズ低減の効果について図６及び図７を参照しつつ図８を用いて説明する。図８に示すグラフの横軸は、ノイズの周波数（ＭＨｚ）を示し、当該グラフの縦軸は、ノイズの放射電界強度（ｄＢμＶ／ｍ）を示している。図８中に示す曲線Ｎ０は、従来構造の電力変換装置の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。図８中に示す曲線Ｎ２は、実施例２における電力変換装置２の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。図８中に示す曲線Ｎ３は、実施例３における電力変換装置３の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。また、図８中に示す曲線Ｎ４は、入力接地端子及び出力接地端子がヒートシンクに設けられた構造を有する電力変換装置の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。図８中に示す曲線Ｎ５は、入力接地端子がヒートシンクに設けられ、出力接地端子が筐体に設けられた構造を有する電力変換装置の放射ノイズの放射電界強度のスペクトルを示している。曲線Ｎ４に示す当該スペクトルを有する電力変換装置及び曲線Ｎ５に示す当該スペクトルを有する電力変換装置は、入力接地端子及び出力接地端子の設けられた場所が異なる点を除いて、実施例２による電力変換装置２と同様の構成を有している。また、従来構造の電力変換装置は、ケーブルではなく面接触によってヒートシンクと筐体との電気的接続が確保されている以外は、上記実施例１による電力変換装置１と同様の構成を有している。
【００６７】
なお、図８並びに後述する図１１及び図１３には、アース線９１ａが電源インピーダンス安定化回路網（ＬＩＳＮ）に接続され、かつ電力変換装置が電波暗室に配置されて放射ノイズを測定した結果が示されている。
【００６８】
図８に示すように、ヒートシンクと筐体とをケーブル接続した場合、入力接地端子及び出力接地端子の設置位置が放射ノイズレベルに影響を与える。図８中の曲線Ｎ０、曲線Ｎ２及び曲線Ｎ３に示すように、入力接地端子１５が筐体１１に設置された実施例２による電力変換装置２及び実施例３による電力変換装置３は、従来構造の電力変換装置と比較して、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減することができる。一方、図８中の曲線Ｎ０、曲線Ｎ４及び曲線Ｎ５に示すように、入力接地端子がヒートシンクに設置された電力変換装置は、従来構造の電力変換装置と比較して、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズが増加する結果となった。したがって、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減するためには、入力接地端子

は筐体に設置する必要がある。

【００６９】

また、出力接地端子が設けられる位置の相違は、入力接地端子と比較して、放射ノイズに対する影響は小さい。図８中の曲線Ｎ２及び曲線Ｎ３で示すように、出力接地端子１６がヒートシンク１２に設置された構造を有する電力変換装置２は、出力接地端子１６ａが筐体１１に設置された構造を有する電力変換装置３と比較して、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減することができる。実施例２による電力変換装置２は、ヒートシンク１２にアース線９２ａを直接、ねじ止めして出力接地端子１６とする構造を有している。しかしながら、電力変換装置２は、銅バーの一方の端部をヒートシンク１２にねじ止めし、銅バーの他方の端部を出力接地端子１６とする構造を有していても、同様の放射ノイズ低減の効果が得られる。しかしながら、電力変換装置の構造設計の難易度等に鑑み、実施例３による電力変換装置３のように、筐体１１に出力接地端子１６ａを設置した構造を有していても、実施例２による電力変換装置２よりも放射ノイズが低減しないものの従来構造の電力変換装置よりもノイズ低減の効果は得られる。

【００７０】

（実施例４）

次に、本実施形態の実施例４による電子電気機器としての電力変換装置について図９を用いて説明する。　図９に示すように、本実施例による電力変換装置４は、ヒートシンク１２と、ヒートシンク１２のベース部１２１の一側面に一部が対向する側壁を有する筐体１１と、ヒートシンク１２と筐体１１との間に配置された絶縁層４２とを備えている。絶縁層４２は、絶縁紙のような絶縁体素材で形成されている。電力変換装置４は、ヒートシンク１２を筐体１１に固定する樹脂製ねじ４１を備えている。ヒートシンク１２と筐体１１との間に絶縁層４２を挟んだ状態で樹脂製ねじ４１でヒートシンク１２を筐体１１にねじ止めすることにより、ヒートシンク１２の取り付け箇所における絶縁性が確保される。

【００７１】

筐体１１は、ヒートシンク１２が取り付けられた側壁に対向する側が開放された形状を有している。ヒートシンク１２が取り付けられた側壁側の筐体１１の底部には、入力接地端子１５が設けられている。

【００７２】

電力変換装置４は、筐体１１と絶縁性を確保した状態でヒートシンク１２を筐体１１に取り付けるとともに、導電性のケーブル１３のみによってヒートシンク１２と筐体１１とを電気的に接続するようになっている。これにより、本実施例による電力変換装置４は、上記実施例１による電力変換装置１と同様に、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズを低減することができる。

【００７３】

（実施例５）

次に、本実施形態の実施例５による電子電気機器としての電力変換装置について図１０及び図１１を用いて説明する。本実施例による電力変換装置５は、導電部材に取り付けられたインピーダンス素子を備える点に特徴を有している。

【００７４】

図１０に示すように、電力変換装置５は、ケーブル（導電部材の一例）１３と直列に取り付けられた抵抗素子（インピーダンス素子の一例）１３１を備えている。ケーブル１３に抵抗素子１３１を直列に取り付けることにより、電力変換装置５を有するモータ駆動システムＭＳのノイズの伝達経路のインピーダンスが調整される。

【００７５】

ケーブル１３を通過するノイズ電流は、経路インビーダンス共振点で放射ノイズピークを持つ。ケーブル１３に直列に挿入された抵抗素子１３１は、経路インピーダンス共振点付近でダンピング抵抗として機能する。これにより、電力変換装置５は、放射ノイズの共振ピークを緩和させることができる。

【００７６】

ここで、本実施例による電力変換装置５のノイズ電流のスペクトルの測定結果について図１１を用いて説明する。図１１に示すグラフの横軸は、ノイズの周波数（ＭＨｚ）を示し、当該グラフの縦軸は、ノイズ電流（ｄＢμＡ）を示している。図１１中に示す曲線Ｉ５は、実施例５における電力変換装置５のノイズ電流のスペクトルを示し、図１１中に示す曲線Ｉ１は、上記実施例１による電力変換装置１のノイズ電流のスペクトルを示し、図１１中に示す曲線Ｉ０は、従来構造の電力変換装置のノイズ電流のスペクトルを示している。なお、従来構造の電力変換装置は、導電性を有するケーブルではなく面接触によってヒートシンクと筐体との電気的接続が確保されている以外は、上記実施例１による電力変換装置１と同様の構成を有している。

【００７７】

図１１中の矢印Ｙ１で示すように、電力変換装置５は、ヒートシンク１２と筐体１１とを接続するケーブル１３を備えることにより、従来構造の電力変換装置と比較して、経路インピーダンス共振点を低周波域にシフトさせることができる。さらに、図１１中の矢印Ｙ２で示すように、電力変換装置５は、ケーブル１３に直列に挿入された抵抗素子１３１を有することにより、電力変換装置１と比較して、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズのレベルを低下することできる。

【００７８】

電力変換装置５の構造上の問題で、出力接地端子１６がヒートシンク１２のベース部１２１の上部に設ける必要がある場合、抵抗素子１３１は商用交流電源が供給する交流電力の周波数近傍では感電しない程度に低インピーダンスであるとよい。これにより、電力変換装置５の後段に負荷として接続されるモータＭのフレームの電位上昇を防止することができる。

【００７９】

このように、本実施例による電力変換装置５は、ヒートシンク１２と筐体１１とを接続するケーブル１３と、ケーブル１３と直列に取り付けられた抵抗素子１３１とを備えている。これにより、電力変換装置５は、放射ノイズの共振周波数を３０ＭＨｚ付近にシフトするとともに、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズのレベルを低下することができる。さらに、電力変換装置５は、ケーブル１３及び抵抗素子１３１を備えるというコンパクトな構造によって３０ＭＨｚ付近の放射ノイズのレベルの低下することができる。

【００８０】

（実施例６）

次に、本実施形態の実施例６による電子電気機器としての電力変換装置について図１２及び図１３を用いて説明する。本実施例による電力変換装置６は、導電部材に取り付けられたインピーダンス素子を備える点に特徴を有している。

【００８１】

図１２に示すように、電力変換装置６は、実施例５による電力変換装置５と同様に、ケーブル（導電部材の一例）１３と直列に取り付けられたインピーダンス素子を備えている。電力変換装置６に設けられたインピーダンス素子は、コア１３２である。コア１３２は、円筒形状を有している。コア１３２は、内壁側の空間にケーブル１３を挿通させることによってケーブル１３に取り付けられている。ケーブル１３をコア１３２の内壁側の空間に挿通させることにより、コア１３２とケーブル１３とは電気的に直列に接続される。コア１３２は、放射ノイズの３０ＭＨｚ帯域で抵抗成分が支配的となる特性を有している。これにより、コア１３２は、モータ駆動システムＭＳの経路インピーダンスで決定される共振周波数（３０ＭＨｚ）近傍において抵抗成分として機能する。これにより、電力変換装置６は、共振点（３０ＭＨｚ）付近のノイズレベルを低減することができる。

【００８２】

ここで、本実施例による電力変換装置６のノイズ電流のスペクトルの測定結果について図１３を用いて説明する。図１３に示すグラフの横軸は、ノイズの周波数（ＭＨｚ）を示し、当該グラフの縦軸は、ノイズ電流（ｄＢμＡ）を示している。図１３中に示す曲線Ｉ６は、実施例６における電力変換装置６のノイズ電流のスペクトルを示し、図１３中に示

す曲線Ｉ１は、上記実施例１による電力変換装置１のノイズ電流のスペクトルを示している。

【００８３】

ケーブル１３に直列に挿入されたコア１３２を有することにより、ケーブル１３及びコア１３２によって形成されるインピーダンスの抵抗成分は、コア１３２を有さない場合と比較して、３０ＭＨｚ帯域で大きくなる。このため、図１３中の矢印Ｙ１で示すように、電力変換装置６は、電力変換装置１と比較して、３０ＭＨｚ付近の放射ノイズのレベルを低下することできる。この場合、コア１３２は、商用交流電源が供給する交流電力の周波数近傍では感電しない程度に低インピーダンスであるとよい。これにより、出力接地端子１６がヒートシンク１２のフィン部１２２に設置する構造の場合にも、モータＭのフレームの電位上昇を防止することができる。

【００８４】

ケーブル１３にコア１３２等のインピーダンス素子を挿入する場合、放射ノイズのレベルは、３０ＭＨｚ付近では低下されるものの、図１３中に周波数領域γで示す３０ＭＨｚよりも高い周波数帯域では増加してしまう。コア１３２にケーブル１３を貫通させた場合、ケーブル１３及びコア１３２によって形成されるインビーダンスは、ケーブル１３単体のインピーダンスと比較して、モータ駆動システムＭＳの他の経路のインピーダンスに対し、周波数領域γにおいて高くなる。これにより、周波数領域γに相当する周波数帯域のノイズ電流がコア１３２を通らなくなり、ノイズレベルが増加するという問題が生じる。

【００８５】

（変形例１）

次に、実施例６の変形例１による電力変換装置について図１４を用いて説明する。本変形例による電力変換装置６ａは、実施例６による電力変換装置６の上記問題を解消することができる構造を有している。

【００８６】

具体的には、図１４中の四角枠ε１で囲んで示すように、本変形例による電力変換装置６ａでは、ケーブル（導電部材の一例）１３は、コア１３２に巻き付けられている。ケーブル１３は、コア１３２に複数回、巻き回されている。コア１３２にケーブル１３が巻き付けられていると、コア１３２のインピーダンスが高くなるだけでなく、ケーブル１３の巻き回されている部分の巻線間に浮遊容量が形成される。この浮遊容量は、高周波のノイズ電流をコア１３２の両端においてバイパスさせる経路を形成する。したがって、コア１３２に巻き付けるケーブル１３の巻数を調整して適切な値の浮遊容量を形成することによって、ケーブル１３及びコア１３２によって形成される経路を高周波ノイズ電流が通過することが可能となる。これにより、図１３中の周波数領域γにおけるノイズ電流の増加を抑制することが可能となる。しかしながら、ケーブル１３をコア１３２に巻き付けて浮遊容量を形成する構造は、巻数増加では必要な静電容量の浮遊容量を形成することが難しい場合があるという問題を有している。

【００８７】

（変形例２）

次に、実施例６の変形例２による電力変換装置について図１５を用いて説明する。本変形例による電力変換装置６ｂは、実施例６による電力変換装置６の上記問題と、変形例１による電力変換装置６ａの上記問題とを解消できる構造を有している。

【００８８】

具体的には、図１５中の四角枠ε２で囲んで示すように、本変形例による電力変換装置６ｂは、コア１３２と並列になるようにケーブル（導電部材の一例）１３に接続されたコンデンサ１３３を備えている。コア１３２に並列となるようにケーブル１３に接続されるコンデンサ１３３は、放射ノイズの低周波においてはコア１３２より高インピーダンスを持ち、放射ノイズが増加に転じる高周波帯域においてはコア１３２より低インピーダンスとなる特性を有している。これにより、高周波帯域においてノイズ電流がコア１３２の両端をバイパスする経路が形成される。その結果、高周波ノイズ電流は、ケーブル１３、コ

ア１３２及びコンデンサ１３３によって形成される経路を通過できる。これにより、電力変換装置６ｂは、高周波帯域でのノイズ増加を抑制することが可能となる。さらに、上記変形例１による電力変換装置６ａのようにコア１３２にケーブル１３を巻き付ける巻数を増加させるだけでは必要な静電容量の浮遊容量を形成し難い場合がある。これに対し、本変形例による電力変換装置６ｂは、最適な静電容量のコンデンサを選択して用いることができるので、上記変形例１による電力変換装置６ａと比較して、高周波ノイズ電流を低減し易い。

【００８９】

以上説明したように、本実施形態、実施例１～６及び変形例１，２による電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂは、インバータ部２０を構成するパワー半導体モジュール１４と、熱伝導体で形成された熱伝導部（例えばベース部１２１）及び複数のフィン部１２２を有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に例えばベース部１２１を接触して設けられたヒートシンク１２と、導電体で形成された導電部を少なくとも一部（例えば底部）に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（例えばベース部１２１）と筐体１１の導電部（例えば底部）とを接続し導電性を有するケーブル１３とを備えている。

【００９０】

当該構成を備えた電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂによれば、電磁ノイズを低減することができる。特に、電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂによれば、３０ＭＨｚ帯の放射ノイズを効果的に低減することができる。

【００９１】

また、電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂは、ヒートシンク１２と筐体１１との間に導電性を有するケーブルを設けることによって電磁ノイズを低減できる。これにより、電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂは、電力変換装置の内部に複数個の貫通コアなどの電子部品を取りつけて行う従来のノイズ対策方法よりも簡素な構成で低周波帯域（例えば３０ＭＨｚ帯）の放射ノイズを低減することが可能となる。

【００９２】

また、従来の電力変換装置では、ノイズを低減するために、ヒートシンクと筐体とは面接触させてアースすることが技術常識であった。これに対し、本発明は、ヒートシンクと筐体とをケーブルなどの導電部材を用いて線で接続させることにより、ノイズの共振点を３０ＭＨｚよりも低くするとともに、３０ＭＨｚ付近のノイズレベルを低減することができる。

【００９３】

〔第２実施形態〕

本発明の第２実施形態による電子電気機器について図１６から図２６を用いて説明する。第２実施形態による電子電気機器としての電力変換装置の説明に当たって、上記第１実施形態による電子電気機器としての電力変換装置と作用・機能が同様の構成要素には同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。また、本実施形態による電力変換装置の筐体内の構成は、図１及び図２を用いて説明した上記第１実施形態による電力変換装置Ｅ１の構成と同様であるため、当該構成の説明は省略する。

【００９４】

図１６に示すように、本実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ２は、例えば、板金等の導電体で形成された導電部１１１を少なくとも一部に有する筐体１１を備えている。筐体１１は、例えば、絶縁性の樹脂で形成された非導電部１１２を少なくとも一部に有している。筐体１１は、少なくとも一部が導電体で形成された側壁（導電部の一例）と、少なくとも一部が導電体で形成された後面部（導電部の一例）とを有している。筐体１１は、内側に空間を有している。電力変換装置Ｅ２は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に当該熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、パワー半導体モジュール１４と機械的及び熱的に接触することにより、パワー半導体モジュール１４で発生した熱を放熱すること

ができる。パワー半導体モジュール１４及びヒートシンク１２は、筐体１１の内部に配置されている。

【００９５】

ヒートシンク１２は、絶縁体を介して筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、板状のベース部１２１と、ベース部１２１に直交して配置された薄板状の複数のフィン部１２２とを有している。複数のフィン部１２２は、互いに所定の間隙を設けて並列して配置されている。ベース部１２１及びフィン部１２２は、いずれもアルミニウムあるいはアルミニウム合金等の熱伝導体で形成されており、熱伝導部の一例に相当する。パワー半導体モジュール１４は、ベース部１２１に機械的及び熱的に接触させて配置されている。

【００９６】

電力変換装置Ｅ２は、ヒートシンク１２の熱伝導部と筐体１１の導電部とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３を備えている。ケーブル１３は、例えばヒートシンク１２の熱伝導部の一例であるベース部１２１と筐体１１の導電部の一例である底部とを接続した状態で設けられている。ケーブル１３は、ベース部１２１ではなくフィン部１２２に接続されていてもよい。ヒートシンク１２及び筐体１１は、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ケーブル１３は、電力変換装置Ｅ２の単独、又は電力変換装置Ｅ２を含むモータ駆動システムにおけるノイズの伝達経路のインピーダンスを調整するために設けられている。つまり、ケーブル１３は、モータ駆動システムにおけるノイズの伝達経路のインピーダンス調整部材としての機能を発揮するようになっている。ケーブル１３は、例えば銅で形成された複数の細線が束ねられて形成されている。ケーブル１３は、柔軟性を有している。ケーブル１３は、ヒートシンク１２と筐体１１との間を例えば最短距離で張り渡されている。また、ケーブル１３は、ヒートシンク１２と筐体１１との間を折り返されたりせずに直線状に張り渡されている。

【００９７】

電力変換装置Ｅ２は、アース線９１ａ（入力側の接地線の一例）が接続される入力側接地用端子５１と、アース線９２ａ（出力側の接地線の一例）が接続される出力側接地用端子５２とを備えている。入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２はそれぞれ、筐体１１の非導電部１１２に設けられている。

【００９８】

入力側接地用端子５１は、例えば導電性を有している。入力側接地用端子５１は、アース線９１ａ及び入力アース部材３１（詳細は後述）が接続される箇所が少なくとも露出した状態で筐体１１の非導電部１１２に例えば取り付けられている。また、入力側接地用端子５１は、入力アース部材３１によって筐体１１の導電部１１１と接続されていない場合は、非導電部１１２によって導電部１１１とは電気的に絶縁されている。

【００９９】

同様に、出力側接地用端子５２は、例えば導電性を有している。出力側接地用端子５２は、アース線９２ａ及び出力アース部材３２（詳細は後述）が接続される箇所が少なくとも露出した状態で筐体１１の非導電部１１２に例えば取り付けられている。また、出力側接地用端子５２は、出力アース部材３２によって筐体１１の導電部１１１と接続されていない場合は、非導電部１１２によって導電部１１１とは電気的に絶縁されている。

【０１００】

電力変換装置Ｅ２は、入力側接地用端子５１と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部の少なくとも一方とを接続し導電性を有する入力アース部材（入力側導電部材の一例）３１を備えている。電力変換装置Ｅ２は、出力側接地用端子５２と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部の少なくとも一方とを接続し導電性を有する出力アース部材（出力側導電部材の一例）３２を備えている。

【０１０１】

電力変換装置Ｅ２は、入力アース部材３１が必要に応じて接続される第一入力側接続部６１及び第二入力側接続部７１を備えている。第一入力側接続部６１は、筐体１１の導電

部１１１に設けられている。第二入力側接続部７１は、ヒートシンク１２の熱伝導部に設けられている。電力変換装置Ｅ２は、出力アース部材３２が必要に応じて接続される第一出力側接続部６２及び第二出力側接続部７２を備えている。第一出力側接続部６２は、筐体１１の導電部１１１に設けられている。第二出力側接続部７２は、ヒートシンク１２の熱伝導部に設けられている。

【０１０２】

ところで、ＥＭＣ規格認証の際に、電力変換装置は、電気制御盤を模擬した架台上の金属板に筐体の導電部の一部（例えば裏面）を直接ねじ止めされて吊下げられる。この架台の金属板は編組線で床面に接続される。さらに、電力変換装置の入力端子と商用交流電源との間は４芯ＶＣＴケーブルによって接続され、電力変換装置の出力端子とモータの間は４芯ＶＣＴシールドケーブルによって接続される。

【０１０３】

ここで、出力側のケーブルのシールドは、シースの一部をむき出し、電気制御盤を模擬した金属板にクランプされる。これにより、出力側のシールドと当該金属板とが電気的に導通される。このようにセッティングされた状態で電力変換装置の放射ノイズ測定が行われる。このように構成されたＥＭＣ規格認証測定のセッティングにおいて、最大のノイズ放射源は入力ケーブルとなる。

【０１０４】

上記第１実施形態おいて、図４、図５、図８、図１１及び図１３を用いて説明した放射ノイズの測定結果は、ＥＭＣ規格認証測定と同様の構成で得られた結果である。ＥＭＣ規格認証測定の構成では、出力ケーブルにシールドケーブルが用いられ、かつシールドケーブルの一部が電気制御盤を模擬した金属板にクランプされている。このため、ＥＭＣ規格認証測定の構成では、入力ケーブルが支配的な放射源となっており、出力ケーブルからの放射ノイズは小さい。つまり、出力ケーブルにシールドケーブルが用いられない場合には、支配的な放射源は、出力ケーブルとなる場合、入力ケーブル及び出力ケーブルの両方となる場合、放射ノイズの周波数によって入力ケーブル及び出力ケーブルで入れ替わる場合などがある。なお、入出力ともに４芯ケーブルが用いられた場合には、出力ケーブルからの放射が支配的となる。したがって、上記第１実施形態による電子電気機器のように、ＥＭＣ規格認証測定の構成で放射ノイズが小さくなるように内部構造が最適化されていると、入出力のケーブル条件が変更になった場合に、３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズを十分に低減できない可能性がある。

【０１０５】

本実施形態による電力変換装置Ｅ２は、上記第１実施形態による電力変換装置Ｅ１と同様に、ケーブル１３を備えている。これにより、電力変換装置Ｅ２は、ＥＭＣ規格認証測定において、入力ケーブルから放射されるノイズを低減することができる。なお、電力変換装置は、出力側のケーブルがシールドされず、かつケーブル１３を備えていない場合には、出力側のケーブルが最大のノイズ放射源となる。したがって、電力変換装置Ｅ２の使用者には、ＥＭＣ規格認証測定と同様のセッティングで電力変換装置Ｅ２を使用することが例えば製品取扱説明書に記載されて推奨される。

【０１０６】

しかしながら、実際に電力変換装置Ｅ２を使用する場合、設置場所における制約やセットメーカーの施工方針などにより、推奨の構成（ＥＭＣ規格認証測定時の構成）と異なるセッティングで使用される場合がある。具体的には、出力側のケーブルにシールド線が用いられなかったり、電力線には３芯線が使用されかつアース線に単線が使用されたりする場合がある。このような場合、電力変換装置Ｅ２は、３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズを十分に低減できない可能性がある。

【０１０７】

上記第１実施形態による電子電気機器としての電力変換装置では、ヒートシンク１２と筐体１１の導電部との間をケーブル１３によって接続することにより、ヒートシンク１２から入力接地端子１５の間のインピーダンスが高くなる。これにより、上記第１実施形態

における電力変換装置では、入力ケーブル９１に流れる高周波電流が抑制される。その結果、上記第１実施形態における電力変換装置は、入力ケーブル９１から放射されるノイズを低減することができる。つまり、ヒートシンク１２から支配的な放射源となる入力ケーブル９１までのインピーダンスを高める構成にすることで、放射ノイズを低減することができる。

【０１０８】

したがって、入出力のケーブル条件が変更され、出力ケーブルからのノイズ放射が支配的になる場合には、ヒートシンク１２から出力接地端子までのインピーダンスを高くすることにより、出力ケーブルからの放射ノイズを低減することができる。

【０１０９】

上記第１実施形態における電力変換装置において、ヒートシンク１２から入力接地端子又は出力接地端子までのインピーダンスは、入力接地端子及び出力接地端子をそれぞれ接続する場所で調整することができる。上記第１実施形態における電力変換装置は、入力接地端子１５が筐体１１の導電部に設けられ、出力接地端子がヒートシンク１２に設けられた構成を有している。これにより、上記第１実施形態における電力変換装置では、高周波電流は、電力変換装置のアース電位内部を「ヒートシンク１２→ケーブル１３→筐体１１の導電部→入力接地端子１５」という経路をとおり、入力ケーブル９１のアース線９１ａから外部へ流れる。上記第１実施形態における電力変換装置の出力側では、ヒートシンク１２及び出力接地端子は直接接続されている。したがって、上記第１実施形態における電力変換装置の内部において、出力側より入力側の方が高インピーダンスに接続されているので、入力ケーブル９１に流れる高周波電流の大きさを抑制できる。

【０１１０】

そこで、本実施形態による電子電気機器としての電力変換装置Ｅ２は、入力側接地用端子５１、出力側接地用端子５２、入力アース部材３１及び出力アース部材３２を備えている。これにより、電力変換装置Ｅ２は、使用状況に応じて、ＥＭＣ規格認証測定時での構成との異同を図ることができる。すなわち、電力変換装置Ｅ２は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２によって入力ケーブル及び出力ケーブルの接続条件を変更することができる。

【０１１１】

例えば、電力変換装置Ｅ２がＥＭＣ規格認証測定と同じ構成で使用できる場合には、入力アース部材３１によって入力側接地用端子５１と入力接地端子に相当する第一入力側接続部６１との間を接続し、出力アース部材３２によって出力接地端子に相当する第二出力側接続部７２と出力側接地用端子５２との間を接続する。入力アース部材３１は、入力側接地用端子５１においてアース線９１ａと接続される。また、出力アース部材３２は、出力側接地用端子５２においてアース線９２ａと接続される。これにより、入力アース部材３１を介してアース線９１ａ及び筐体１１の導電部１１１が接続され、出力アース部材３２を介してヒートシンク１２の熱伝導部及びアース線９２ａが接続される。このため、電力変換装置Ｅ２は、入力ケーブル及び出力ケーブルの接続条件がＥＭＣ規格認証測定時と同様の構成となる。その結果、電力変換装置Ｅ２は、３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズを低減できる。

【０１１２】

また例えば、電力変換装置Ｅ２がＥＭＣ規格認証測定と同じ構成で使用できず、出力ケーブルからの放射ノイズが支配的になる場合には、入力アース部材３１によって入力側接地用端子５１と入力接地端子に相当する第二入力側接続部７１との間を接続し、出力アース部材３２によって出力接地端子に相当する第一出力側接続部６２と出力側接地用端子５２との間を接続する。これにより、入力アース部材３１を介してアース線９１ａ及びヒートシンク１２の熱伝導部が接続され、出力アース部材３２を介して筐体１１の導電部１１１及びアース線９２ａが接続される。このため、電力変換装置Ｅ２は、ＥＭＣ規格認証測定と同じ構成で使用できずＥＭＣ規格認証測定時と異なる構成であっても、入力側より出力側のインピーダンスを高めることができる。これにより、電力変換装置Ｅ２は、支配的

なノイズ放射源である出力ケーブルに流れる高周波電流を抑制して、３０ＭＨｚ付近の低周波帯域の放射ノイズの大きさを低減することができる。

【０１１３】

電力変換装置Ｅ２では、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２はそれぞれ、筐体１１の外表面に設けられている。また、入力アース部材３１は、筐体１１の外表面及びヒートシンク１２の外表面の少なくとも一方に接続されるように構成されている。さらに、出力アース部材３２は、筐体１１の外表面及びヒートシンク１２の外表面の少なくとも一方に接続されるように構成されている。つまり、入力アース部材３１及び出力アース部材３２は、電力変換装置Ｅ２の外部から入力アース部材３１及び出力アース部材３２の接続状態を変更することができる。これにより、電力変換装置Ｅ２の使用者は、電力変換装置Ｅ２の全体を分解しなくても、使用環境（例えば入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２の接続条件）に応じて、電力変換装置Ｅ２の内部の構成を電力変換装置Ｅ２の外部から切り替えることができる。ここで、電力変換装置Ｅ２の「外部」とは、電力変換装置Ｅ２の使用者が入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２の通常の配線作業を行う際に触れる領域をいい、例えば筐体１１の外表面及びヒートシンク１２の外表面が相当する。また、電力変換装置Ｅ２の「内部」とは、電力変換装置Ｅ２の使用者が入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２の通常の配線作業を行う際に触れない領域をいう。

【０１１４】

電力変換装置Ｅ２は、製品出荷時（初期状態）では、入力アース部材３１によって入力側接地用端子５１と第一入力側接続部６１（すなわち筐体１１の導電部）とが少なくとも接続されている。これにより、製品出荷時（初期状態）には、筐体１１の導電部と入力側接地用端子５１との電気的な接続が確保されている。入力側接地用端子５１は、電力変換装置Ｅ２を大地や床面などの基準アース面９３に接地するために用いられる。

【０１１５】

電力変換装置Ｅ２は、製品出荷時（初期状態）では、出力アース部材３２によって第二出力側接続部７２（すなわちヒートシンク１２の熱伝導部）と出力側接地用端子５２とが少なくとも接続されている。これにより、製品出荷時（初期状態）には、ヒートシンク１２の熱伝導部と出力側接地用端子５２との電気的な接続が確保されている。出力側接地用端子５２は、電力変換装置Ｅ２とモータＭなどの負荷のフレームとを接続して、負荷装置を接地するために用いられる。図１６では、出力側接地用端子５２は、ヒートシンク１２の熱伝導部の一例であるベース部１２１に設けられているが、ヒートシンク１２の熱伝導部の一例であるフィン部１２２に設けられていてもよい。

【０１１６】

以上説明したように、本実施形態による電子電気機器は、接地線と電子電気機器との電気的な接続をとる場所を切り替えることができるので、使用状況（特にＥＭＣ規格認証測定時の構成と異なる使用状況）に応じて、電磁ノイズの放射を低減することができる。

【０１１７】

以下、本実施形態による電子電気機器について実施例を用いてより詳細に説明する。以下の実施例においても、本実施形態による電子電気機器について電力変換装置を例にとって説明する。また、図１及び図２に示す上記第１実施形態による電力変換装置Ｅ１又は本実施形態における電力変換装置Ｅ２と同一の作用・機能を奏する構成要素には、同一の符号を付してその説明は適宜省略する。

【０１１８】

（実施例１）

本実施形態の実施例１による電子電気機器としての電力変換装置について図１７及び図１８を用いて説明する。図１７（ａ）及び図１８（ａ）では、理解を容易にするため、電力変換装置から入力アース部材及び出力アース部材が取り外された状態が図示されている。また、図１７（ａ）及び図１８（ａ）では、理解を容易にするため、電力変換装置に設けられた筐体の非導電部が透過した状態で図示されている。本実施例による電力変換装置７は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２がそれぞれ４種類のアースバーを４本

有し、電力変換装置７の使用状況（設置状況）に応じて４種類のアースバーのうちのいずれか２本を選択して入出力を接続する点に特徴を有している。

【０１１９】

図１７及び図１８に示すように、本実施例による電力変換装置７は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４（図１７及び図１８では不図示、図１参照）と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、熱伝導部としてベース部１２１及び複数のフィン部１２２を有している。ヒートシンク１２は、全体が熱伝導体で形成されている。ヒートシンク１２は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２のベース部１２１上にはパワー半導体モジュール１４が実装されている。パワー半導体モジュール１４とヒートシンク１２とは熱的な接触が確保されている。これにより、半導体スイッチＱ１～Ｑ６（図１７及び図１８では不図示、図２（ａ）参照）がスイッチング動作することによって発生する熱は、銅ベース１４ｑを介してヒートシンク１２に伝導し、外部に放熱される。

【０１２０】

電力変換装置７は、導電体で形成された導電部１１１を少なくとも一部に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）と導電部（本実施例では筐体１１の底部）とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３（図１７及び図１８では不図示、図１６参照）とを備えている。筐体１１の側壁の一部及び底部は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２は、フィン部１２２の先端部が筐体１１の底部との間で間隙を有するように筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、不図示の絶縁物を介して筐体１１に支持されている。このため、ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３によって１箇所で電気的に接続されている。

【０１２１】

図１７及び図１８に示すように、電力変換装置７は、入力側接地用端子５１、出力側接地用端子５２、入力アース部材（入力側導電部材の一例）３１及び出力アース部材（出力側導電部材の一例）３２を備えている。入力アース部材３１は、入力側接地用端子５１とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する第一入力アースバー（第一入力側導電部材の一例）３１１（図１８参照）と、入力側接地用端子５１と筐体１１の導電部とを接続する第二入力アースバー（第二入力側導電部材の一例）３１２（図１７参照）とを有している。出力アース部材３２は、出力側接地用端子５２とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する第一出力アースバー（第一出力側導電部材の一例）３２１（図１７参照）と、出力側接地用端子５２と筐体１１の導電部１１１とを接続する第二出力アースバー（第二出力側導電部材の一例）３２２（図１８参照）とを有している。

【０１２２】

図１８に示すように、筐体１１の導電部１１１に設けられた第一入力側接続部６１は、筐体１１の底部の一部から張り出して形成された薄板長方形状の切り出し部を筐体１１の側壁側に垂直に折り曲げ加工して形成された部位に設けられている。当該部位の端部（筐体１１の底部側の端部と反対側の端部）は、外側に向かって折り曲げられて筐体１１の底部とほぼ平行になるように形成されている。第一入力側接続部６１は、当該部位の当該端部と、当該端部に形成されたねじ穴とで構成されている。

【０１２３】

一方、筐体１１の導電部１１１に設けられた第一出力側接続部６２は、第一入力側接続部６１が設けられた側壁側とは反対の側壁側に設けられている。第一出力側接続部６２は、第一入力側接続部６１が設けられた部位と対称構造の部位の端部に設けられている。第一出力側接続部６２は、当該部位の当該端部と、当該端部に形成されたねじ穴とで構成されている。図１７（ｂ）及び図１７に示すように、第一入力側接続部６１及び第一出力側接続部６２は、電力変換装置７を上方から見た場合に、ほぼ一直線上に配置されている。

【０１２４】

第二入力側接続部７１は、ヒートシンク１２の例えばベース部１２１の一部に形成されたねじ穴と、ベース部１２１の一部であって当該ねじ穴の周辺部とで構成されている。第二入力側接続部７１は、第一入力側接続部６１が設けられた筐体１１の側壁と同じ側壁側に設けられている。第一入力側接続部６１及び第二入力側接続部７１は、当該側壁に沿ってほぼ一直線に配置されている。

【０１２５】

第二出力側接続部７２は、ヒートシンク１２の例えばベース部１２１の一部に形成されたねじ穴と、ベース部１２１の一部であって当該ねじ穴の周辺部とで構成されている。第二出力側接続部７２は、第一出力側接続部６２が設けられた筐体１１の側壁と同じ側壁側に設けられている。第一出力側接続部６２及び第二出力側接続部７２は、当該側壁に沿ってほぼ一直線に配置されている。第一出力側接続部６２及び第二出力側接続部７２は、当該側壁に直交する方向にほぼ一直線上に配置されている。

【０１２６】

入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は、導電部１１１を囲んで配置されて例えば樹脂で形成された非導電部１１２に設けられている。入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は、非導電部１１２の一側壁の上端部に並んで配置されている。入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２はそれぞれ、非導電部１１２の一側壁に上端部から所定位置まで形成された穴部で構成されている。入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２が設けられた非導電部１１２の一側壁は、第一入力側接続部６１及び第一出力側接続部６２が設けられた筐体１１の導電部１１１の側壁並びに第二入力側接続部７１及び第二出力側接続部７２が設けられた筐体１１の導電部１１１の側壁とほぼ直交して配置されている。

【０１２７】

第一入力アースバー３１１、第二入力アースバー３１２、第一出力アースバー３２１及び第二出力アースバー３２２はそれぞれ、薄板長方形状の金属板を所定形状に折り曲げて形成されている。第一入力アースバー３１１、第二入力アースバー３１２、第一出力アースバー３２１及び第二出力アースバー３２２は、互いに異なる形状を有している。

【０１２８】

第一入力アースバー３１１は、電力変換装置７に設置した場合に、一方の端部が入力側接地用端子５１上に配置され、他方の端部が第二入力側接続部７１上に配置されるように構成されている。第一入力アースバー３１１の一方の端部には、入力側接地用端子５１を構成する穴部と対応する位置に貫通孔が形成されている。第一入力アースバー３１１の他方の端部には、第二入力側接続部７１のねじ穴と対応する位置に貫通孔が形成されている。第一入力アースバー３１１は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板が露出して他の導電性の部分を覆う絶縁物を有している。つまり、第一入力アースバー３１１は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板を露出させた状態で当該絶縁物で被覆されている。第一入力アースバー３１１は、電力変換装置７の外部の上方から内部に取り付けられるように構成されている。第一入力アースバー３１１は、一部を除いて絶縁物で被覆されていることにより、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）及び入力側接地用端子５１に接続される入力ケーブル９１を構成するアース線９１ａ（図１７及び図１８では不図示、図２参照）以外の導電部に接触することが防止される。

【０１２９】

第二入力アースバー３１２は、電力変換装置７に設置した場合に、一方の端部が入力側接地用端子５１上に配置され、他方の端部が第一入力側接続部６１上に配置されるように構成されている。第二入力アースバー３１２の一方の端部には、入力側接地用端子５１を構成する穴部と対応する位置に貫通孔が形成されている。第二入力アースバー３１２の他方の端部には、第一入力側接続部６１のねじ穴と対応する位置に貫通孔が形成されている。第二入力アースバー３１２は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板が露出して他の導電性の部分を覆う絶縁物を有している。つまり、第二入力アースバー３１２は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板を露出させた状態で当該絶縁物で被覆されている。第二入力

アースバー３１２は、電力変換装置７の外部の上方から内部に取り付けられるように構成されている。第二入力アースバー３１２は、一部を除いて絶縁物で被覆されていることにより、電力変換装置７に取り付けられた場合に、筐体１１の導電部１１１及び入力側接地用端子５１に接続される入力ケーブル９１を構成するアース線９１ａ以外の導電部に接触することが防止される。

【０１３０】

第一出力アースバー３２１は、電力変換装置７に設置した場合に、一方の端部が出力側接地用端子５２上に配置され、他方の端部が第二出力側接続部７２上に配置されるように構成されている。第一出力アースバー３２１の一方の端部には、出力側接地用端子５２を構成する穴部と対応する位置に貫通孔が形成されている。第一出力アースバー３２１の他方の端部には、第二出力側接続部７２のねじ穴と対応する位置に貫通孔が形成されている。第一出力アースバー３２１は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板が露出して他の導電性の部分を覆う絶縁物を有している。つまり、第一出力アースバー３２１は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板を露出させた状態で当該絶縁物で被覆されている。第一出力アースバー３２１は、電力変換装置７の外部の上方から内部に取り付けられるように構成されている。第一出力アースバー３２１は、一部を除いて絶縁物で被覆されていることにより、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）及び出力側接地用端子５２に接続される出力ケーブル９２を構成するアース線９２ａ（図１７及び図１８では不図示、図２参照）以外の導電部に接触することが防止される。

【０１３１】

第二出力アースバー３２２は、電力変換装置７に設置した場合に、一方の端部が出力側接地用端子５２上に配置され、他方の端部が第一出力側接続部６２上に配置されるように構成されている。第二出力アースバー３２２の一方の端部には、出力側接地用端子５２を構成する穴部と対応する位置に貫通孔が形成されている。第二出力アースバー３２２の他方の端部には、第一出力側接続部６２のねじ穴と対応する位置に貫通孔が形成されている。第二出力アースバー３２２は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板が露出して他の導電性の部分を覆う絶縁物を有している。つまり、第二出力アースバー３２２は例えば、これらの貫通孔の周囲に金属板を露出させた状態で当該絶縁物で被覆されている。第二出力アースバー３２２は、電力変換装置７の外部の上方から内部に取り付けられるように構成されている。第二出力アースバー３２２は、一部を除いて絶縁物で被覆されていることにより、電力変換装置７に取り付けられた場合に、筐体１１の導電部１１１及び出力側接地用端子５２に接続される出力ケーブル９２を構成するアース線９２ａ以外の導電部に接触することが防止される。

【０１３２】

図１７に示すように、電力変換装置７は、製品出荷時（初期状態）では、ＥＭＣ規格認証測定構成（メーカ推奨設置構成）の態様、すなわち第二入力アースバー３１２及び第一出力アースバー３２１が選択されて取り付けられている。このため、電力変換装置７がＥＭＣ規格認証測定構成と同様と見做せる状態で使用される場合には、入力アース部材３１及び出力アース部材３２を取り換えずに使用できる。

【０１３３】

図１８に示すように、電力変換装置７は、使用環境などに起因して製品出荷時（初期状態）とは異なる態様（例えば出力ケーブルをシールドできない態様）で使用される場合、第一入力アースバー３１１及び第二出力アースバー３２２が選択されて取り付けられる。入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業は例えば、電力変換装置７の使用者によって行われる。入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業は、通常の入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２を接続する場合に開ける外側カバー（不図示）を開け、ねじの取り外し及びねじ止め作業によって入力アース部材３１及び出力アース部材３２のそれぞれの種類を交換できる。このため、電力変換装置７は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業が煩雑になることを防止できる。

【０１３４】

これにより、本実施例による電力変換装置７は、上記第２実施形態における電力変換装置Ｅ２と同様の効果が得られる。

【０１３５】

（実施例２）

本実施形態の実施例２による電子電気機器としての電力変換装置について図１９及び図２０を用いて説明する。図１９（ａ）及び図２０（ａ）では、理解を容易にするため、電力変換装置から入力アース部材及び出力アース部材が取り外された状態が図示されている。また、図１９及び図２０では、理解を容易にするため、プリント回路基板の図示が省略されている。本実施例による電力変換装置８は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２がそれぞれ２種類のアースバーを４本有し、電力変換装置８の使用状況（設置状況）に応じて２種類のアースバーのうちのいずれか１種類の２本を選択して入出力を接続する点に特徴を有している。

【０１３６】

図１９及び図２０に示すように、本実施例による電力変換装置７は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４（図１９及び図２０では不図示、図１参照）と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、熱伝導部としてベース部１２１及び複数のフィン部１２２（図１９及び図２０では不図示、図１参照）を有している。ヒートシンク１２は、全体が熱伝導体で形成されている。ヒートシンク１２は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２のベース部１２１上にはパワー半導体モジュール１４が実装されている。パワー半導体モジュールとヒートシンク１２とは熱的な接触が確保されている。これにより、半導体スイッチＱ１～Ｑ６（図１９及び図２０では不図示、図２（ａ）参照）がスイッチング動作することによって発生する熱は、ヒートシンク１２に伝導し、外部に放熱される。

【０１３７】

電力変換装置８は、導電体で形成された導電部１１１を少なくとも一部に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）と導電部（本実施例では筐体１１の底部）とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３（図１９及び図２０では不図示、図１６参照）とを備えている。筐体１１の側壁の一部及び底部は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２は、フィン部１２２の先端部が筐体１１の底部との間で間隙を有するように筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、不図示の絶縁物を介して筐体１１に支持されている。このため、ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３によって１箇所で電気的に接続されている。

【０１３８】

図１９及び図２０に示すように、電力変換装置８は、入力側接地用端子５１、出力側接地用端子５２、入力アース部材（入力側導電部材の一例）３１及び出力アース部材（出力側導電部材の一例）３２を備えている。入力アース部材３１は、入力側接地用端子５１とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する第一入力アースバー（第一入力側導電部材の一例）３１３（図２０参照）と、入力側接地用端子５１と筐体１１の導電部とを接続する第二入力アースバー（第二入力側導電部材の一例）３１４（図１９参照）とを有している。出力アース部材３２は、出力側接地用端子５２とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する第一出力アースバー（第一出力側導電部材の一例）３２３（図１９参照）と、出力側接地用端子５２と筐体１１の導電部１１１とを接続する第二出力アースバー（第二出力側導電部材の一例）３２４（図２０参照）とを有している。

【０１３９】

第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４は、同一の形状を有し、第二入力アースバー３１４及び第一出力アースバー３２３は、同一の形状を有している。これにより、本実施例による電力変換装置８は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２において２種類のアース部材を製造すればよいので、製造コストの削減を図ることができ

る。

【０１４０】

入力側接地用端子５１は、第一入力側接地用端子５１１及び第二入力側接地用端子５１２を有し、出力側接地用端子５２は、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２を有している。第一入力側接地用端子５１１、第一出力側接地用端子５２１、第二入力側接地用端子５１２及び第二出力側接地用端子５２２は、非導電部１１２の一側壁の上端部に並んで配置されている。第一入力側接地用端子５１１、第一出力側接地用端子５２１、第二入力側接地用端子５１２及び第二出力側接地用端子５２２はそれぞれ、非導電部１１２の一側壁に上端部から所定位置まで形成された穴部に取り付けられている。第一入力側接地用端子５１１、第一出力側接地用端子５２１、第二入力側接地用端子５１２及び第二出力側接地用端子５２２が設けられた非導電部１１２の一側壁は、第一入力側接続部６１及び第一出力側接続部６２が設けられた筐体１１の導電部１１１の側壁並びに第二入力側接続部７１及び第二出力側接続部７２が設けられた筐体１１の導電部１１１の側壁とほぼ直交して配置されている。第一入力側接地用端子５１１、第一出力側接地用端子５２１、第二出力側接地用端子５２２及び第二入力側接地用端子５１２は、第一入力側接続部６１が設けられた筐体１１の側壁側からこの順に並んで配置されている。

【０１４１】

第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２はそれぞれ、例えば非導電部１１２の一側壁の上端部側を開口した円筒状を有している。第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２はそれぞれ、例えばこの円筒状の内壁面にねじが切られている。これにより、第一入力側接地用端子５１１には、アース線９１ａ（図１９及び図２０では不図示、図１６参照）と、第一入力アースバー３１３又は第二入力アースバー３１４とが電気的に接続された状態でねじ止めすることができる。同様に、第二入力側接地用端子５１２には、アース線９１ａと、第一入力アースバー３１３又は第二入力アースバー３１４とが電気的に接続された状態でねじ止めすることができる。同様に、第一出力側接地用端子５２１には、アース線９２ａ（図１９及び図２０では不図示、図１６参照）と、第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４とが電気的に接続された状態でねじ止めすることができる。同様に、第二出力側接地用端子５２２には、アース線９２ａと、第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４とが電気的に接続された状態でねじ止めすることができる。

【０１４２】

本実施例における第一入力側接続部６１は、本実施形態の上記実施例１における第一入力側接続部６１と同様の構成を有している。本実施例における第一出力側接続部６２は、本実施形態の上記実施例１における第一出力側接続部６２と同様の構成を有している。本実施例における第一出力側接続部６２は、本実施形態の上記実施例１における第一出力側接続部６２と同様の構成を有している。本実施例における第二出力側接続部７２は、本実施形態の上記実施例１における第二出力側接続部７２と同様の構成を有している。

【０１４３】

しかしながら、本実施例における第二入力側接続部７１は、本実施形態の上記実施例１における第二入力側接続部７１よりも第一入力側接続部６１の近くに配置されている。同様に、本実施例における第二出力側接続部７２は、本実施形態の上記実施例１における第二出力側接続部７２よりも第一出力側接続部６２の近くに配置されている。これにより、本実施例における電力変換装置８は、第一入力側接地用端子５１１から第二入力側接続部７１までの長さと、第二入力側接地用端子５１２から第一入力側接続部６１までの長さがほぼ同じになるように構成される。同様に、電力変換装置８は、第一出力側接地用端子５２１から第二出力側接続部７２までの長さと、第二出力側接地用端子５２２から第一出力側接続部６２までの長さがほぼ同じになるように構成される。また、電力変換装置８は、第一入力側接地用端子５１１から第二入力側接続部７１までの長さと、第一出力側接地用端子５２１から第二出力側接続部７２までの長さがほぼ同じになるように構成されている

。さらに、電力変換装置８は、第二入力側接地用端子５１２から第一入力側接続部６１までの長さと、第二出力側接地用端子５２２から第一出力側接続部６２までの長さがほぼ同じになるように構成されている。

【０１４４】

このため、同一の形状を有する第二入力アースバー３１４及び第一出力アースバー３２３を用いて、図１９（ｂ）に示すように、第二入力アースバー３１４によって第二入力側接地用端子５１２と第一入力側接続部６１との間を接続することができ、第一出力アースバー３２３によって第一出力側接地用端子５２１と第二出力側接続部７２との間を接続することができる。また、同一の形状を有する第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４を用いて、図２０（ｂ）に示すように、第一入力アースバー３１３によって第一入力側接地用端子５１１と第二入力側接続部７１との間を接続することができ、第二出力アースバー３２４によって第二出力側接地用端子５２２と第一出力側接続部６２との間を接続することができる。

【０１４５】

第一入力アースバー３１３は、本実施形態の実施例１における第一入力アースバー３１１のように、第二入力側接地用端子５１２及び第一入力側接続部６１に接続される部分に金属板が露出され、その他の部分が絶縁物で被覆されている。第二入力アースバー３１４は、本実施形態の実施例１における第二入力アースバー３１２のように、第一入力側接地用端子５１１及び第二入力側接続部７１に接続される部分に金属板が露出され、その他の部分が絶縁物で被覆されている。第一出力アースバー３２３は、本実施形態の実施例１における第一出力アースバー３２１のように、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接続部７２に接続される部分に金属板が露出され、その他の部分が絶縁物で被覆されている。第二出力アースバー３２４は、本実施形態の実施例１における第二出力アースバー３２２のように、第二出力側接地用端子５２２及び第一出力側接続部６２に接続される部分に金属板が露出され、その他の部分が絶縁物で被覆されている。これにより、第一入力アースバー３１３、第二入力アースバー３１４、第一出力アースバー３２３及び第二出力アースバー３２４が電力変換装置８にそれぞれ取り付けられた場合に、所定の端子以外の導電部に接触することが防止される。

【０１４６】

図１９に示すように、電力変換装置８は、製品出荷時（初期状態）では、ＥＭＣ規格認証測定構成（メーカ推奨設置構成）の態様、すなわち２種類のアースバーのうちの一方の種類の第二入力アースバー３１４及び第一出力アースバー３２３が選択されて取り付けられている。このため、電力変換装置８がＥＭＣ規格認証測定構成と同様と見做せる状態で使用される場合には、入力アース部材３１及び出力アース部材３２を取り換えずに使用できる。

【０１４７】

図２０に示すように、電力変換装置８は、使用環境などに起因して製品出荷時（初期状態）とは異なる態様（例えば出力ケーブルをシールドできない態様）で使用される場合、２種類のアースバーのうちの他方の種類の第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４が選択されて取り付けられる。本実施例における入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業は、本実施形態の上記実施例１による入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業と同様に行うことができる。さらに、本実施例による入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業は、第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４が同一の形状を有しているので、第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４は入出力のいずれの側にも接続でき、いずれの側にも接続しても電力変換装置８は同様の放射ノイズの低減効果が得られる。このため、本実施例による電力変換装置８は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業が煩雑になることを防止するとともに、本実施形態の上記実施例１による電力変換装置７よりも入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業の作業効率の向上を図ることができる。

【０１４８】
また、本実施例による電力変換装置８では、第二入力アースバー３１４及び第一出力アースバー３２３は同一の形状を有し、第一入力アースバー３１３及び第二出力アースバー３２４は同一の形状を有している。これにより、本実施例による電力変換装置８は、入力アース部材３１及び出力アース部材３２において２種類のアース部材を製造すればよいので、製造コストの削減を図ることができる。
【０１４９】
本実施例による電力変換装置８は、第一入力アースバー３１３、第二入力アースバー３１４、第一出力アースバー３２３及び第二出力アースバー３２４、すなわち２種類かつ４本のアースバーを備えている。しかしながら、本実施例による電力変換装置８は、２種類かつ２本のアースバーを備えていてもよい。上述のとおり、電力変換装置８は、製品出荷時（初期状態）では、第二入力アースバー３１４及び第一出力アースバー３２３が選択されて取り付けられている。このため、使用環境などに起因して製品出荷時（初期状態）とは異なる態様（例えば出力ケーブルをシールドできない態様）で電力変換装置８が使用される場合には、第二入力アースバー３１４を第二出力アースバーとして使用し、第一出力アースバー３２３を第一入力アースバーとして使用するように切り替えることができる。これにより、電力変換装置８で使用されるアースバーの本数を削減することができるので、電力変換装置８の低コスト化を図ることができる。
【０１５０】
本実施例では、第一入力アースバー３１３及び第一出力アースバー３２３は、異なる形状を有し、第二入力アースバー３１４及び第二出力アースバー３２４は、異なる形状を有している。しかしながら、第一入力アースバー３１３及び第一出力アースバー３２３は、同一の形状を有し、第二入力アースバー３１４及び第二出力アースバー３２４は、同一の形状を有していてもよい。すなわち、第一入力アースバー３１３、第二入力アースバー３１４、第一出力アースバー３２３及び第二出力アースバー３２４は、同一の形状を有していてもよい。例えば、第一入力側接地用端子５１１から第二入力側接続部７１までの長さ、第二出力側接地用端子５２２から第一入力側接続部６１までの長さ、第一出力側接地用端子５２１から第二出力側接続部７２までの長さ、及び第二入力側接地用端子５１２から第一出力側接続部６２までの長さを同一とすることにより、各アースバーを同一の形状とすることができる。これにより、電力変換装置８の低コスト化を図ることができる。
【０１５１】
（実施例３）
本実施形態の実施例３による電子電気機器としての電力変換装置について図２１及び図２２を用いて説明する。図２１では、理解を容易にするため、電力変換装置から入力アース部材及び出力アース部材が取り外された状態が図示されている。また、図２１及び図２２では、理解を容易にするため、プリント回路基板の図示が省略されている。本実施例による電力変換装置９は、入力アース部材３３及び出力アース部材３４と筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部との接続箇所を適宜変更することによって使用環境に対応する点に特徴を有している。
【０１５２】
図２１及び図２２に示すように、本実施例による電力変換装置９は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４（図２１及び図２２では不図示、図１参照）と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、熱伝導部としてベース部１２１及び複数のフィン部１２２（図２１及び図２２では不図示、図１参照）を有している。ヒートシンク１２は、全体が熱伝導体で形成されている。ヒートシンク１２は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２のベース部１２１上にはパワー半導体モジュール１４が実装されている。パワー半導体モジュールとヒートシンク１２とは熱的な接触が確保されている。これにより、半導体スイッチＱ１～Ｑ６（図２１及び図２２では不図示、図２（ａ）参照）がスイッチング動作することによって

発生する熱は、ヒートシンク１２に伝導し、外部に放熱される。

【０１５３】

電力変換装置９は、導電体で形成された導電部１１１を少なくとも一部に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）と導電部（本実施例では筐体１１の底部）とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３（図２１及び図２２では不図示、図１６参照）とを備えている。筐体１１の側壁の一部及び底部は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２は、フィン部１２２の先端部が筐体１１の底部との間で間隙を有するように筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、不図示の絶縁物を介して筐体１１に支持されている。このため、ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３によって１箇所で電気的に接続されている。

【０１５４】

図２１及び図２２に示すように、電力変換装置９は、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２を備えている。また、電力変換装置９は、入力側接地用端子５１と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１の少なくとも一方とを接続し導電性を有する入力アース部材（入力側導電部材の一例）３３を備えている。さらに、電力変換装置９は、出力側接地用端子５２と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１の少なくとも一方とを接続し導電性を有する出力アース部材（出力側導電部材の一例）３４を備えている。

【０１５５】

入力アース部材３３は、入力側接地用端子５１、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１と電気的に接触する箇所を少なくとも露出して導電性の部分を覆う入力側絶縁物３３ａを有している。出力アース部材３４は、出力側接地用端子５２、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１と接触する箇所を少なくとも露出して導電性の部分を覆う出力側絶縁物３４ａを有している。

【０１５６】

入力アース部材３３は、例えば金属板で形成されている。入力側絶縁物３３ａは、入力アース部材３３の金属製の表面（導電性の部分の一例）を当該表面の一部を残して絶縁処理することによって形成される。このため、入力側絶縁物３３ａは例えば、入力アース部材３３の表面を覆う絶縁性の被膜で構成されている。

【０１５７】

出力アース部材３４は、例えば金属板で形成されている。出力側絶縁物３４ａは、出力アース部材３４の金属製の表面（導電性の部分の一例）を当該表面の一部を残して絶縁処理することによって形成される。このため、出力側絶縁物３４ａは例えば、出力アース部材３４の表面を覆う絶縁性の被膜で構成されている。

【０１５８】

図２２に示すように、電力変換装置９は、入力アース部材３３と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか一方とを接続するねじ８１（第一入力側接続部材の一例）を備えている。電力変換装置９は、出力アース部材３４と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか他方とを接続するねじ８２（第一出力側接続部材の一例）とを備えている。

【０１５９】

図２１及び図２２に示すように、入力アース部材３３は、入力側絶縁物３３ａを有していない箇所にねじ穴３３１、ねじ穴３３２（図２２（ｂ）参照）及びねじ穴３３３を有している。入力アース部材３３を電力変換装置９に取り付けた場合に、ねじ穴３３１は入力側接地用端子５１と対応する位置に配置され、ねじ穴３３２は第一入力側接続部６１と対応する位置に配置され、ねじ穴３３３は第二入力側接続部７１と対応する位置に配置される。なお、本実施例における入力側接地用端子５１は、本実施形態の実施例１における入力側接地用端子５１と同様の構造を有している。また、本実施例における第一入力側接続部６１は、本実施形態の実施例１における第一入力側接続部６１と同様の構造を有してい

る。さらに、本実施例における第二入力側接続部７１は、本実施形態の実施例１における第二入力側接続部７１と同様の構造を有している。

【０１６０】

入力側絶縁物３３ａは、ねじ８１が接触する入力アース部材３３の箇所で導電性の部分を露出している。より具体的には、入力側絶縁物３３ａは、ねじ穴３３１、ねじ穴３３２及びねじ穴３３３のねじが切られている入力アース部材３３の内側面に形成されていない。一方、入力側絶縁物３３ａは、ねじ穴３３１、ねじ穴３３２及びねじ穴３３３の周縁部には形成されている。これにより、入力側絶縁物３３ａは、ねじ穴３３１、ねじ穴３３２及びねじ穴３３３のねじが切られている入力アース部材３３の内側面を露出している。その結果、ねじ８１がねじ穴３３２及び第一入力側接続部６１に取り付けられた場合には、ねじ穴３３２及び第一入力側接続部６１は、ねじ８１と機械的に接触し、ねじ８１を介して電気的に接触するので、入力アース部材３３及び筐体１１の導電部１１１は、ねじ８１を介して電気的に接触することができる。一方、ねじ８１がねじ穴３３３及び第二入力側接続部７１に取り付けられた場合には、ねじ穴３３３及び第二入力側接続部７１は、ねじ８１と機械的及び電気的に接触するので、入力アース部材３３及びヒートシンク１２の熱伝導部は、ねじ８１を介して電気的に接触することができる。

【０１６１】

図２１及び図２２に示すように、出力アース部材３４は、出力側絶縁物３４ａを有していない箇所にねじ穴３４１、ねじ穴３４２（図２２（ａ）参照）及びねじ穴３４３を有している。出力アース部材３４を電力変換装置９に取り付けた場合に、ねじ穴３４１は出力側接地用端子５２と対応する位置に配置され、ねじ穴３４２は第一出力側接続部６２と対応する位置に配置され、ねじ穴３４３は第二出力側接続部７２と対応する位置に配置される。なお、本実施例における出力側接地用端子５２は、本実施形態の実施例１における出力側接地用端子５２と同様の構造を有している。また、本実施例における第一出力側接続部６２は、本実施形態の実施例１における第一出力側接続部６２と同様の構造を有している。さらに、本実施例における第二出力側接続部７２は、本実施形態の実施例１における第二出力側接続部７２と同様の構造を有している。

【０１６２】

出力側絶縁物３４ａは、ねじ８２が接触する出力アース部材３４の箇所で導電性の部分を露出している。より具体的には、出力側絶縁物３４ａは、ねじ穴３４１、ねじ穴３４２及びねじ穴３４３のねじが切られている出力アース部材３４の内側面に形成されていない。一方、出力側絶縁物３４ａは、ねじ穴３４１、ねじ穴３４２及びねじ穴３４３の周縁部には形成されている。これにより、出力側絶縁物３４ａは、ねじ穴３４１、ねじ穴３４２及びねじ穴３４３のねじが切られている出力アース部材３４の内側面を露出している。その結果、ねじ８２がねじ穴３４２及び第一出力側接続部６２に取り付けられた場合には、ねじ穴３４２及び第一出力側接続部６２は、ねじ８２と機械的に接触し、ねじ８２を介して電気的に接触するので、出力アース部材３４及び筐体１１の導電部１１１は、ねじ８２を介して電気的に接触することができる。一方、ねじ８２がねじ穴３４３及び第二出力側接続部７２に取り付けられた場合には、ねじ穴３４２及び第二出力側接続部７２は、ねじ８２と機械的及び電気的に接触するので、出力アース部材３４及びヒートシンク１２の熱伝導部は、ねじ８２を介して電気的に接触することができる。

【０１６３】

図２２（ａ）及び図２２（ｂ）に示すように、入力アース部材３３及び出力アース部材３４は、電気的に接触される対象が逆になる。より具体的には、図２２（ａ）に示すように、入力アース部材３３は、ねじ８１がねじ穴３３２に取り付けられて筐体１１の導電部１１１と電気的に接触するのに対し、出力アース部材３４は、ねじ８２がねじ穴３４３に取り付けられてヒートシンク１２の熱伝導部と電気的に接触する。一方、図２２（ｂ）に示すように、入力アース部材３３は、ねじ８１がねじ穴３３３に取り付けられてヒートシンク１２の熱伝導部と電気的に接触するのに対し、出力アース部材３４は、ねじ８２がねじ穴３４２に取り付けられて筐体１１の導電部１１１と電気的に接触する。

【０１６４】
図２２（ａ）に示すように、電力変換装置９は、製品出荷時（初期状態）では、ＥＭＣ規格認証測定構成（メーカ推奨設置構成）の態様、すなわち、ねじ８１がねじ穴３３２（図２２（ｂ）参照）に取り付けられ、ねじ８２がねじ穴３４３（図２２（ｂ）参照）に取り付けられている。これにより、電力変換装置９は、製品出荷時（初期状態）では、入力アース部材３３が筐体１１の導電部１１１に接続され、出力アース部材３４がヒートシンク１２の熱伝導部に接続される。このため、電力変換装置９がＥＭＣ規格認証測定構成と同様と見做せる状態で使用される場合には、ねじ８１及びねじ８２を付け替えずに使用できる。

【０１６５】
図２２（ｂ）に示すように、電力変換装置９は、使用環境などに起因して製品出荷時（初期状態）とは異なる態様（例えば出力ケーブルをシールドできない態様）で使用される場合、ねじ８１がねじ穴３３３（図２２（ａ）参照）に取り付けられ、ねじ８２がねじ穴３４２（図２２（ａ）参照）に取り付けられる。本実施例における入力アース部材３３及び出力アース部材３４の接続状態の変更作業（本実施形態の実施例１及び２におけるアース部材の取り換え作業に相当する）は、ねじ８１及びねじ８２の取り付け箇所を変更するだけである。このため、本実施例による電力変換装置９は、入力アース部材３３及び出力アース部材３４の接続状態の変更作業が煩雑になることを防止するとともに、本実施形態の上記実施例１及び２による電力変換装置７，８における入力アース部材３１及び出力アース部材３２の取り換え作業よりも作業効率の向上を図ることができる。

【０１６６】
本実施例による電力変換装置９は、ねじ穴３３２，３３３及びねじ８１によって入力アース部材３３と、筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部のいずれか一方とが電気的に接触するように構成されている。また、電力変換装置９は、ねじ穴３４２，３４３及びねじ８２によって出力アース部材３４と、筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部のいずれか一方とが電気的に接触するように構成されている。しかしながら、電力変換装置９は、このような構成ではなく、筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部に切り込みなどの入力アース部材３３及び出力アース部材３４を保持する構成を有していてもよい。この場合、電力変換装置９は、これらの領域のうち入力アース部材３３と電気的に接触させる対象の方の領域を例えば入力アース部材３３に押圧して電気的に接触させ、非対象の方の領域では当該領域を押圧せずに入力アース部材３３と電気的に接触させない。同様に、電力変換装置９は、これらの領域のうち出力アース部材３４と電気的に接触させる対象の方の領域を例えば出力アース部材３４に押圧して電気的に接触させ、非対象の方の領域では当該領域を押圧せずに出力アース部材３４と電気的に接触させない。このような構成であっても、入力アース部材３３と、筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部のいずれか一方とを電気的に接触させ、出力アース部材３４と、筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部のいずれか他方とを電気的に接触することができるので、本実施例による電力変換装置９と同様の効果が得られる。

【０１６７】
（実施例４）
本実施形態の実施例４による電子電気機器としての電力変換装置について図２３及び図２４を用いて説明する。図２３及び図２４では、理解を容易にするため、プリント回路基板の図示が省略されている。本実施例による電力変換装置７０は、２個の入力側接地用端子及び２個の出力側接地用端子を備え、未使用の入力側接地用端子及び出力側接地用端子をカバー部材で覆う点に特徴を有している。

【０１６８】
図２３及び図２４に示すように、本実施例による電力変換装置７０は、パワー半導体モジュール（半導体素子の一例）１４（図２３及び図２４では不図示、図１参照）と、熱伝導体で形成された熱伝導部を少なくとも一部に有しパワー半導体モジュール１４の少なく

とも一部に熱伝導部を接触して設けられたヒートシンク１２とを備えている。ヒートシンク１２は、熱伝導部としてベース部１２１及び複数のフィン部１２２（図２３及び図２４では不図示、図１参照）を有している。ヒートシンク１２は、全体が熱伝導体で形成されている。ヒートシンク１２は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２のベース部１２１上にはパワー半導体モジュール１４が実装されている。パワー半導体モジュールとヒートシンク１２とは熱的な接触が確保されている。これにより、半導体スイッチＱ１～Ｑ６（図２３及び図２４では不図示、図２（ａ）参照）がスイッチング動作することによって発生する熱は、ヒートシンク１２に伝導し、外部に放熱される。

【０１６９】

電力変換装置７０は、導電体で形成された導電部１１１（図２３及び図２４では、不図示、図１９参照）を少なくとも一部に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（本実施例ではベース部１２１）と導電部（本実施例では筐体１１の底部）とを接続し導電性を有するケーブル（導電部材の一例）１３（図２３及び図２４では不図示、図１６参照）とを備えている。筐体１１の側壁の一部及び底部は、導電体で形成されている。ヒートシンク１２は、フィン部１２２の先端部が筐体１１の底部との間で間隙を有するように筐体１１に取り付けられている。ヒートシンク１２は、不図示の絶縁物を介して筐体１１に支持されている。このため、ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３のみで電気的に接続されている。ヒートシンク１２と筐体１１とは、ケーブル１３によって１箇所で電気的に接続されている。

【０１７０】

筐体１１は、非導電部１１２上に配置された上部部材１１３を有している。上部部材１１３は例えば、非導電部１１２と同様に樹脂で形成されている。詳細は後述するが、上部部材１１３は、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２が設けられている場所にも配置されている。

【０１７１】

図２３及び図２４に示すように、電力変換装置７０は、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２を備えている。入力側接地用端子５１は、第一入力側接地用端子５１３（図２３参照）及び第二入力側接地用端子５１４（図２４参照）を有し、出力側接地用端子５２は、第一出力側接地用端子５２３（図２４参照）及び第二出力側接地用端子５２４（図２３参照）を有している。第一入力側接地用端子５１３及び第一出力側接地用端子５２３は、筐体１１の一側端部に配置されている。第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は、入出力端子台の近傍に配置されている。

【０１７２】

第一入力側接地用端子５１３は、本実施形態の実施例１から３における第一入力側接続部６１と同様に、筐体１１の底部の一部から張り出して形成された薄板長方形状の切り出し部を筐体１１の側壁側に垂直に折り曲げ加工して形成された部位に設けられている。第一入力側接地用端子５１３は、本実施形態の実施例１から３における第一入力側接続部６１と同様に、当該部位の端部と、当該端部に形成されたねじ穴とで構成されている。第二入力側接地用端子５１４は、本実施形態の実施例１及び３における入力側接地用端子５１と同様に筐体１１の非導電部１１２に設けられている。第二入力側接地用端子５１４は、本実施形態の実施例１及び実施例３における入力側接地用端子５１と同様の構成を有している。すなわち、第二入力側接地用端子５１４は、導電性を有しており、かつ内壁面にねじが切られているので、入力ケーブル９１のアース線９１ａ（図２３及び図２４では不図示、図２参照）と入力アース部材（詳細は後述）とを電気的に接続した状態でねじ止めすることができる。

【０１７３】

第一出力側接地用端子５２３は、本実施形態の実施例１から３における第一出力側接続部６２と同様に、筐体１１の底部の一部から張り出して形成された薄板長方形状の切り出し部を筐体１１の側壁側に垂直に折り曲げ加工して形成された部位に設けられている。第一出力側接地用端子５２３は、本実施形態の実施例１から３における第一出力側接続部６

２と同様に、当該部位の端部と、当該端部に形成されたねじ穴とで構成されている。第二出力側接地用端子５２４は、本実施形態の実施例１及び３における出力側接地用端子５２と同様に筐体１１の非導電部１１２に設けられている。第二出力側接地用端子５２４は、本実施形態の実施例１及び実施例３における出力側接地用端子５２と同様の構成を有している。すなわち、第二出力側接地用端子５２４は、導電性を有しており、かつ内壁面にねじが切られているので、出力ケーブル９２のアース線９２ａ（図２３及び図２４では不図示、図２参照）と出力アース部材（詳細は後述）とを電気的に接続した状態でねじ止めすることができる。

【０１７４】

図２３及び図２４に示すように、電力変換装置７０は、絶縁性材料（例えば樹脂）で形成されて入力側接地用端子５１を覆う入力側カバー部材５７と、絶縁性材料（例えば樹脂）で形成されて出力側接地用端子５２を覆う出力側カバー部材５８とを備えている。上述のとおり、入力側接地用端子５１は、第一入力側接地用端子５１３及び第二入力側接地用端子５１４を有し、出力側接地用端子５２は、第一出力側接地用端子５２３及び第二出力側接地用端子５２４を有している。

【０１７５】

入力側カバー部材５７は、第一入力側接地用端子５１３及び第二入力側接地用端子５１４を別個独立して覆うように形成されている。また、出力側カバー部材５８は、第一出力側接地用端子５２３及び第二出力側接地用端子５２４を別個独立して覆うように形成されている。より具体的には、図２４に示すように、入力側カバー部材５７は、第一入力側接地用端子５１３を覆っている場合には、第二入力側接地用端子５１４を覆わないように構成されている。また、図２３に示すように、入力側カバー部材５７は、第一入力側接地用端子５１３を覆っていない場合には、第二入力側接地用端子５１４を覆うように構成されている。図２４に示すように、出力側カバー部材５８は、第一出力側接地用端子５２３を覆っていない場合には、第二出力側接地用端子５２４を覆うように構成されている。また、図２３に示すように、出力側カバー部材５８は、第一出力側接地用端子５２３を覆っている場合には、第二出力側接地用端子５２４を覆わないように構成されている。

【０１７６】

第一入力側接地用端子５１３及び第一出力側接地用端子５２３は、上部部材１１３の一部を切り欠いた領域に露出して配置されている。入力側カバー部材５７は、第一入力側接地用端子５１３を露出させる切り欠き領域に嵌め込むことが可能な形状を有している。出力側カバー部材５８は、第一出力側接地用端子５２３を露出させる切り欠き領域に嵌め込むことが可能な形状を有している。入力側カバー部材５７は、第一入力側接地用端子５１３を露出させる切り欠き領域に嵌め込まれることによって、第一入力側接地用端子５１３が外部に露出することを防止できる。同様に、出力側カバー部材５８は、第一出力側接地用端子５２３を露出させる切り欠き領域に嵌め込まれることによって、第一出力側接地用端子５２３が外部に露出することを防止できる。

【０１７７】

第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は、上部部材１１３の上面に形成された対向壁部の間に配置されている。第二入力側接地用端子５１４は、第二入力側接地用端子５１４の両側に設けられた当該対向壁部の間に露出して配置されている。第二出力側接地用端子５２４は、第二出力側接地用端子５２４の両側に設けられた当該対向壁部の間に露出して配置されている。入力側カバー部材５７は、第二入力側接地用端子５１４の両側に設けられた当該対向壁部の間に挟み込まれることが可能な形状を有している。出力側カバー部材５８は、第二出力側接地用端子５２４の両側に設けられた当該対向壁部の間に挟み込まれることが可能な形状を有している。このため、入力側カバー部材５７は、第二入力側接地用端子５１４の両側に設けられた当該対向壁部の間に挟み込まれることによって、第二入力側接地用端子５１４が外部に露出することを防止できる。同様に、出力側カバー部材５８は、第二出力側接地用端子５２４の両側に設けられた当該対向壁部の間に挟み込まれることによって、第二出力側接地用端子５２４が外部に露出すること

を防止できる。

【０１７８】

電力変換装置７０は、第二入力側接地用端子５１４とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する入力アース部材（入力側導電部材の一例、図２３及び図２４では不図示）を備えている。電力変換装置７０は、第二出力側接地用端子５２４とヒートシンク１２の熱伝導部とを接続する出力アース部材（出力側導電部材の一例、図２３及び図２４では不図示）を備えている。入力アース部材は、一方の端部で第二入力側接地用端子５１４にねじ止めされ、他方の端部でヒートシンク１２の熱伝導部にねじ止めされている。出力アース部材は、一方の端部で第二出力側接地用端子５２４にねじ止めされ、他方の端部でヒートシンク１２の熱伝導部にねじ止めされている。

【０１７９】

図２３に示すように、電力変換装置７０は、製品出荷時（初期状態）では、ＥＭＣ規格認証測定構成（メーカ推奨設置構成）の態様では、第二入力側接地用端子５１４に入力側カバー部材５７が取り付けられ、第一出力側接地用端子５２３に出力側カバー部材５８が取り付けられている。これにより、電力変換装置７０がＥＭＣ規格認証測定構成と同様と見做せる状態で使用される場合には、入力側カバー部材５７及び出力側カバー部材５８を付け替えずに、第一入力側接地用端子５１３に入力ケーブル９１のアース線９１ａを接続し、第二出力側接地用端子５２４に出力ケーブル９２のアース線９２ａを接続することによって使用できる。

【０１８０】

図２４に示すように、電力変換装置７０は、使用環境などに起因して製品出荷時（初期状態）とは異なる態様（例えば出力ケーブルをシールドできない態様）で使用される場合、第一入力側接地用端子５１３に入力側カバー部材５７が付け替えられ、第二出力側接地用端子５２４に出力側カバー部材５８が付け替えられる。さらに、第二入力側接地用端子５１４に入力ケーブル９１のアース線９１ａが接続され、第一出力側接地用端子５２３に出力ケーブル９２のアース線９２ａが接続される。これにより、入力ケーブル９１のアース線９１ａとヒートシンク１２の熱伝導部とが入力アース部材を介して接続され、出力ケーブル９２のアース線９２ａと筐体１１の導電部１１１とが接続される。

【０１８１】

本実施例における入力側カバー部材５７及び出力側カバー部材５８の付け替え作業は、工具を用いずに手作業で行うことができる。また、入力側カバー部材５７及び出力側カバー部材５８は、通常の入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２を接続する場合に開ける外側カバー（不図示）を開けるだけで触れることが可能な場所に取り付けられている。このため、本実施例による電力変換装置７０は、入力側カバー部材５７及び出力側カバー部材５８の付け替え作業が煩雑になることを防止することができる。さらに、本実施例による電力変換装置７０は、未使用の入力側接地用端子及び出力側接地用端子を入力側カバー部材５７及び出力側カバー部材５８で塞ぐことによって、使用環境に応じた入力ケーブル９１及び出力ケーブル９２の取り付け誤りを低減することができる。

【０１８２】

（実施例５）

本実施形態の実施例５による電子電気機器としての電力変換装置について図２５及び図２６を用いて説明する。図２５では、理解を容易にするため、電力変換装置から入力アース部材及び出力アース部材が取り外された状態が図示されている。また、図２５及び図２６では、理解を容易にするため、プリント回路基板の図示が省略されている。本実施例による電力変換装置８０は、入力アース部材３３及び出力アース部材３４と筐体１１の導電部１１１及びヒートシンク１２の熱伝導部との接続箇所を解除することによって使用環境に対応する点に特徴を有している。

【０１８３】

本実施例による電力変換装置８０は、本実施例の実施例３による電力変換装置９とほぼ同様の構成を有しているため、電力変換装置９と異なる点を詳細に説明する。

図２６（ａ）に示すように、電力変換装置８０は、入力アース部材３３と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか一方とを接続するねじ８１１（第一入力側接続部材の一例）を備えている。電力変換装置８０は、出力アース部材３４と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか他方とを接続するねじ８２１（第一出力側接続部材の一例）とを備えている。

【０１８４】

電力変換装置８０は、入力アース部材３３と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか他方とを接続するねじ８１２（第二入力側接続部材の一例）を備えている。電力変換装置８０は、出力アース部材３４と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１のいずれか一方とを接続するねじ８２２（第二出力側接続部材の一例）を備えている。

【０１８５】

入力側絶縁物３３ａは、ねじ８１２が接触する入力アース部材３３の箇所で導電性の部分を露出している。より具体的には、入力側絶縁物３３ａは、ねじ８１２が取り付けられるねじ穴３３３（図２５及び図２６（ｂ）参照）のねじが切られている入力アース部材３３の内側面に形成されていない。一方、入力側絶縁物３３ａは、ねじ穴３３３の周縁部には形成されている。これにより、入力側絶縁物３３ａは、ねじ穴３３３のねじが切られている入力アース部材３３の内側面を露出している。その結果、ねじ８１２がねじ穴３３３及び第二入力側接続部７１に取り付けられた場合には、ねじ穴３３３及び第二入力側接続部７１は、ねじ８１２と機械的及び電気的に接触するので、入力アース部材３３及びヒートシンク１２の熱伝導部は、ねじ８１２を介して電気的に接触することができる。

【０１８６】

出力側絶縁物３４ａは、ねじ８２２が接触する出力アース部材３４の箇所で導電性の部分を露出している。より具体的には、出力側絶縁物３４ａは、ねじ８２２が取り付けられるねじ穴３４３（図２５及び図２６では不図示、図２２（ｂ）参照）のねじが切られている出力アース部材３４の内側面に形成されていない。一方、出力側絶縁物３４ａは、ねじ穴３４３の周縁部には形成されている。これにより、出力側絶縁物３４ａは、ねじ穴３４３のねじが切られている出力アース部材３４の内側面を露出している。その結果、ねじ８２２がねじ穴３４３及び第二出力側接続部７２に取り付けられた場合には、ねじ穴３４３及び第二出力側接続部７２は、ねじ８２２と機械的及び電気的に接触するので、出力アース部材３４及びヒートシンク１２の熱伝導部は、ねじ８２２を介して電気的に接触することができる。

【０１８７】

詳細な説明は省略するが、ねじ８１１がねじ穴３３２及び第一入力側接続部６１に取り付けられた場合には、ねじ穴３３２及び第一入力側接続部６１は、ねじ８１１と機械的に接触し、ねじ８１１を介して電気的に接触するので、入力アース部材３３及び筐体１１の導電部１１１は、ねじ８１１を介して電気的に接触することができる。また、ねじ８２１がねじ穴３４２及び第一出力側接続部６２に取り付けられた場合には、ねじ穴３４２及び第一出力側接続部６２は、ねじ８２１と機械的に接触し、ねじ８２１を介して電気的に接触するので、出力アース部材３４及び筐体１１の導電部１１１は、ねじ８２１を介して電気的に接触することができる。

【０１８８】

図２６（ａ）に示すように、電力変換装置８０は、製品出荷時（初期状態）では、ねじ８１１，８１２，８２１，８２２が電力変換装置８０の所定箇所に取り付けられた状態にある。このため、電力変換装置８０は、製品出荷時（初期状態）では、筐体１１の導電部１１１とヒートシンク１２の熱伝導部とが、入力アース部材３３及びねじ８１１，８１２並びに出力アース部材３４及びねじ８２１，８２２によって多点で接続されている。このため、電力変換装置８０は、製品出荷時（初期状態）では、ケーブル１３の効果は無効になり、ヒートシンク１２の熱伝導部と筐体１１の導電部１１１とが面接触している状態と等価となる。

【０１８９】
これにより、電力変換装置８０は、ケーブル１３の効果は無効になるものの、本実施形態の上記実施例１～３による電力変換装置のように入力アース部材及び出力アース部材の組み換え作業において、入力アース部材又は出力アース部材の付け忘れや接続不良などによって負荷の接地がとれず誤動作してしまうことを防止できる。
【０１９０】
図２６（ｂ）に示すように、電力変換装置８０は、使用環境がＥＭＣ規格認証測定構成（メーカの推奨構成）と同様と見做せる場合には、ねじ８１２及びねじ８２１が取り外される。これにより、ヒートシンク１２の熱伝導部と、筐体１１の導電部１１１とがケーブル１３のみで接続される状態となる。また、入力側接地用端子５１が筐体１１の導電部１１１と接続され、出力側接地用端子５２がヒートシンク１２の熱伝導部と接続された推奨設置状態となる。その結果、電力変換装置８０は、放射ノイズを低減することが可能となる。
【０１９１】
電力変換装置８０は、使用環境がＥＭＣ規格認証測定構成以外の場合には、製品出荷状態のまま使用される。電力変換装置８０の内部は、筐体１１及びヒートシンク１２が面接触している状態と看做せることから、ヒートシンク１２から入力側接地用端子５１までのインピーダンスと、ヒートシンク１２から出力側接地用端子５２までのインピーダンスがほぼ等しくなる。その結果、電力変換装置８０は、出力ケーブル９２からの放射されるノイズの増加を抑制することができる。
【０１９２】
電力変換装置８０は、入力アース部材３３と筐体１１の導電部１１１との接続点、及び出力アース部材３４とヒートシンク１２の熱伝導部との接続点は、ねじ８１１，８１２，８２１，８２２が外れないように、ねじ８１１，８１２，８２１，８２２を覆うカバー部材を有していてもよい。電力変換装置８０は、当該カバー部材を有することにより、負荷のアースをより確実にとることが可能となる。
【０１９３】
以上説明したように、本実施形態、実施例１～５による電力変換装置Ｅ２，７～８，７０，８０は、インバータ部２０を構成するパワー半導体モジュール１４と、熱伝導体で形成された熱伝導部（例えばベース部１２１）及び複数のフィン部１２２を有しパワー半導体モジュール１４の少なくとも一部に例えばベース部１２１を接触して設けられたヒートシンク１２と、導電体で形成された導電部を少なくとも一部（例えば底部）に有する筐体１１と、ヒートシンク１２の熱伝導部（例えばベース部１２１）と筐体１１の導電部（例えば底部）とを接続し導電性を有するケーブル１３とを備えている。
【０１９４】
これにより、本実施形態、実施例１～５による電力変換装置Ｅ２，７～８，７０，８０は、上記第１実施形態、実施例及び変形例による電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂと同様の効果が得られる。
【０１９５】
また、本実施形態、実施例１～５による電力変換装置Ｅ２，７～８，７０，８０は、入力側のアース線９１ａが接続される入力側接地用端子５１と、出力側のアース線９２ａが接続される出力側接地用端子５２と、入力側接地用端子５１と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１の少なくとも一方とを接続し導電性を有する入力アース部材３１，３３と、出力側接地用端子５２と、ヒートシンク１２の熱伝導部及び筐体１１の導電部１１１の少なくとも一方とを接続し導電性を有する出力アース部材３２，３４とを備えている。
【０１９６】
これにより、本実施形態、実施例１～５による電力変換装置Ｅ２，７～８，７０，８０は、電力変換装置Ｅ２，７～８，７０，８０の使用環境や設定条件などに応じて、３０ＭＨｚ帯の放射ノイズを効果的に低減することができる。

【０１９７】
本発明は上記実施形態に限らず、種々の変形が可能である。
上記実施形態などによる電力変換装置Ｅ１，１～６，６ａ，６ｂ，Ｅ２，７～９，７９，８０は、ケーブルで構成された導電部材を有しているが、本発明はこれに限られない。例えば、導電部材は、ノイズの伝達経路の共振周波数を３０ＭＨｚより小さくできる所定のインピーダンスを有していれば、銅板のような剛性を有する部材であってもよい。
【０１９８】
上記実施形態などでは、ケーブル１３は、ヒートシンク１２と筐体１１との間に最短距離で張り渡されているが、本発明はこれに限られない。例えば、ケーブル１３で例示される導電部材は、ノイズの伝達経路の共振周波数を３０ＭＨｚより小さくできる所定のインピーダンスを有していれば、ヒートシンク１２と筐体１１との間に最短距離で張り渡されていなくてもよい。但し、導電部材は、筐体の内部に引き回しすぎると、導電部材自体からノイズが放射される可能性がある。このため、導電部材は、所定のインピーダンスを確保しつつ可能な限り短い長さに形成されるとよい。
【０１９９】
上記実施形態などでは、スイッチング部は、ＩＧＢＴで構成された半導体スイッチを有しているが、本発明はこれに限られない。例えば、スイッチング部に設けられる半導体スイッチは、ワイドバンドギャップ半導体を有する高耐圧のＭＯＳＦＥＴであってもよい。ワイドバンドギャップ半導体として例えばシリコンカーバイド（ＳｉＣ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）及びダイアモンドの少なくとも１つが用いられていてもよい。
【０２００】
上記第１実施形態及び第２実施形態による電力変換装置Ｅ１，Ｅ２は、ノイズフィルタ１８を備えているが、ノイズフィルタは備えていなくてもよい。
【０２０１】
上記第２実施形態の実施例１から５による電力変換装置は、ケーブル１３によってヒートシンク１２と筐体１１との間が接続されているが、本発明はこれに限られない。例えば、上記第２実施形態の実施例１から５による電力変換装置は、上記第１実施形態の実施例５又は６による電力変換装置と同様に、ケーブル１３と直列に取り付けられたインピーダンス素子（例えば抵抗素子１３１又はコア１３２）を備えていてもよい。また、この場合、ケーブル１３は、上記第１実施形態の実施例６の変形例１による電力変換装置と同様に、インピーダンス素子としてのコア１３２に巻き付けられていてもよい。さらに、上記第２実施形態の実施例１から５による電力変換装置は、上記第１実施形態の実施例６の変形例２による電力変換装置と同様に、コア１３２と並列になるようにケーブル１３に接続されたコンデンサ１３３を備えていてもよい。
【０２０２】
上記第２実施形態の実施例１及び２による電力変換装置は、製品出荷時（初期状態）に、入力アース部材及び出力アース部材がそれぞれ１つずつ取り付けられているが、本発明はこれに限られない。電力変換装置は、入力アース部材及び出力アース部材がそれぞれ２つずつ取り付けられていてもよい。この場合、電力変換装置は、使用環境に合わせて、入力アース部材及び出力アース部材のそれぞれの一方が取り外されて使用される。また、上記第２実施形態の実施例５による電力変換装置と同様に、筐体１１の導電部１１１とヒートシンク１２の熱伝導部とが、入力アース部材３３及びねじ８１１，８１２並びに出力アース部材３４及びねじ８２１，８２２によって多点で接続される。このため、電力変換装置は、ケーブル１３の効果が無効になり、ヒートシンク１２の熱伝導部と筐体１１の導電部１１１とが面接触している状態と等価となる。この場合の電力変換装置は、上記第２実施形態の実施例５による電力変換装置と同様の効果が得られる。
【０２０３】
具体的には、電力変換装置の使用環境がＥＭＣ規格認証測定構成（メーカの推奨構成）と同様とみなせる場合には、入力側接地用端子及びヒートシンクの間を接続する入力アース部材と、出力側接地用端子及び筐体の導電部の間を接続する出力アース部材が取り外さ

れる。これにより、ヒートシンクと筐体１１の導電部とがケーブルのみによる接続状態となる。また、入力側接地用端子及び筐体の導電部が入力アース部材によって接続され、出力側接地用端子及びヒートシンクが出力アース部材によって接続される。このため、電力変換装置は、ＥＭＣ規格認証測定構成（メーカの推奨構成）と同じ構成となるので、放射ノイズを低減することが可能となる。

【０２０４】

さらに、入力側接地用端子及び筐体の導電部の間を接続する入力アース部材と、出力側接地用端子及びヒートシンクの間を接続する出力アース部材とは、外部から取り外すことができない構造としてもよい。また、入力側接地用端子及びヒートシンクの間を接続する入力アース部材と、出力側接地用端子及び筐体の導電部の間を接続する出力アース部材は、外部から取り外しができる構造としておいてもよい。これにより、電力変換装置の製品出荷時（初期状態）では、２つの入力アース部材及び２つの出力アース部材が接続された状態となり、設置状況（使用環境）に合わせて、入力側接地用端子及びヒートシンクの間を接続する入力アース部材並びに出力側接地用端子及び筐体の導電部の間を接続する出力アース部材を取り外すか否かを、電力変換装置の使用者が選択できる。

【０２０５】

これにより、電力変換装置や後段に接続される負荷の接地を確実にとることが可能となるので、電力変換装置の誤動作を防止できる。さらに、電力変換装置の設置条件（使用環境）がＥＭＣ規格測定構成と同様と看做せる場合には、入力側接地用端子及びヒートシンクの間を接続する入力アース部材並びに出力側接地用端子及び筐体の導電部の間を接続する出力アース部材を取り外すことで、放射ノイズを低減することが可能となる。また、電力変換装置の設置条件（使用環境）がＥＭＣ規格測定構成と異なると判断される場合には、入力アース部材及び出力アース部材が全て接続されている状態を選択することで、筐体の導電部とヒートシンクが多点（３点）で接続されることになる。このため、筐体の導電部とヒートシンクが面接触状態と等価となるので、ヒートシンクと入力側接地用端子との間のインピーダンスと、ヒートシンクと出力側接地用端子との間のインピーダンスとが、ほぼ同じになってバランスする。その結果、電力変換装置は、出力ケーブルからの放射ノイズの増加を緩和することができる。

【０２０６】

上記第２実施形態では、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は、導電性を有しているが、本発明はこれに限られない。入力側接地用端子５１は、電気的に接続された状態のアース線９１ａ及び入力アース部材３１を保持できれば、非導電性を有していてもよい。同様に、出力側接地用端子５２は、電気的に接続された状態のアース線９２ａ及び出力アース部材３２を保持できれば、非導電性を有していてもよい。例えば、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は、筐体１１の非導電部１１２と一体に形成されていてもよい。この場合、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は例えば、筐体１１の非導電部１１２の一側壁に上端部から所定位置まで形成された穴部で構成されていてもよい。入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２は、当該穴部を囲む内壁面に例えばねじが切られていてもよい。これにより、入力側接地用端子５１は、電気的に接続された状態のアース線９１ａ及び入力アース部材３１をねじ止めすることができる。また、出力側接地用端子５２は、電気的に接続された状態のアース線９２ａ及び出力アース部材３２をねじ止めすることができる。

【０２０７】

このように、入力側接地用端子５１及び出力側接地用端子５２が非導電性を有していても、アース線９１ａ及び入力アース部材３１並びにアース線９２ａ及び出力アース部材３２のそれぞれの電気的接続を確保できるので、電力変換装置は、上記第２実施形態による電力変換装置と同様の効果が得られる。

【０２０８】

上記第２実施形態の実施例２では、第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２は、導電性を有

しているが、本発明はこれに限られない。第一入力側接地用端子５１１及び第二入力側接地用端子５１２はそれぞれ、電気的に接続された状態でアース線９１ａと、第一入力アースバー３１３又は第二入力アースバー３１４とを保持できれば、非導電性を有していてもよい。また、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２はそれぞれ、電気的に接続された状態でアース線９２ａと、第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４とを保持できれば、非導電性を有していてもよい。この場合、第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２は例えば、筐体１１の非導電部１１２の一側壁に上端部から所定位置まで形成された穴部で構成されていてもよい。第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２は、当該穴部を囲む内壁面に例えばねじが切られていてもよい。これにより、第一入力側接地用端子５１１及び第二入力側接地用端子５１２はそれぞれ、電気的に接続された状態のアース線９１ａと第一入力アースバー３１３又は第二入力アースバー３１４とをねじ止めすることができる。また、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２はそれぞれ、電気的に接続された状態のアース線９２ａと第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４とをねじ止めすることができる。

【０２０９】

このように、第一入力側接地用端子５１１、第二入力側接地用端子５１２、第一出力側接地用端子５２１及び第二出力側接地用端子５２２が非導電性を有していても、アース線９２ａと、第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４との電気的接続を確保でき、アース線９２ａと、第一出力アースバー３２３又は第二出力アースバー３２４との電気的接続を確保できるので、電力変換装置は、上記第２実施形態の実施例２による電力変換装置と同様の効果が得られる。

【０２１０】

上記第２実施形態の実施例４では、第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は、導電性を有しているが、本発明はこれに限られない。第二入力側接地用端子５１４は、電気的に接続された状態のアース線９１ａ及び入力アース部材を保持できれば、非導電性を有していてもよい。同様に、第二出力側接地用端子５２４は、電気的に接続された状態のアース線９２ａ及び出力アース部材を保持できれば、非導電性を有していてもよい。例えば、第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は、筐体１１の非導電部１１２と一体に形成されていてもよい。この場合、第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は例えば、筐体１１の非導電部１１２の一側壁に上端部から所定位置まで形成された穴部で構成されていてもよい。第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４は、当該穴部を囲む内壁面に例えばねじが切られていてもよい。これにより、第二入力側接地用端子５１４は、電気的に接続された状態のアース線９１ａ及び入力アース部材をねじ止めすることができる。また、第二出力側接地用端子５２４は、電気的に接続された状態のアース線９２ａ及び出力アース部材をねじ止めすることができる。

【０２１１】

このように、第二入力側接地用端子５１４及び第二出力側接地用端子５２４が非導電性を有していても、アース線９１ａ及び入力アース部材並びにアース線９２ａ及び出力アース部材のそれぞれの電気的接続を確保できるので、電力変換装置は、上記第２実施形態の実施例４による電力変換装置と同様の効果が得られる。

【０２１２】

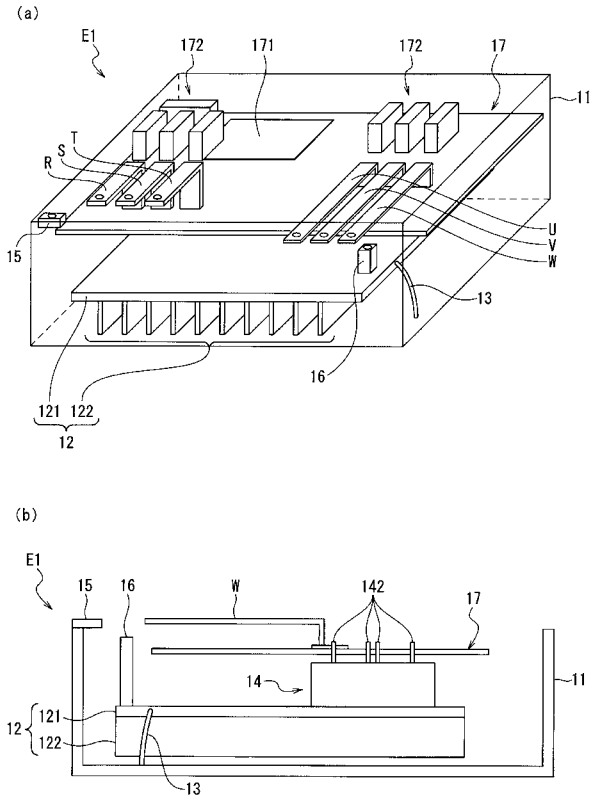
本発明の技術的範囲は、図示され記載された例示的な実施形態に限定されるものではなく、本発明が目的とするものと均等な効果をもたらす全ての実施形態をも含む。さらに、本発明の技術的範囲は、請求項により画される発明の特徴の組み合わせに限定されるものではなく、全ての開示されたそれぞれの特徴のうち特定の特徴のあらゆる所望する組み合わせによって画されうる。

【符号の説明】

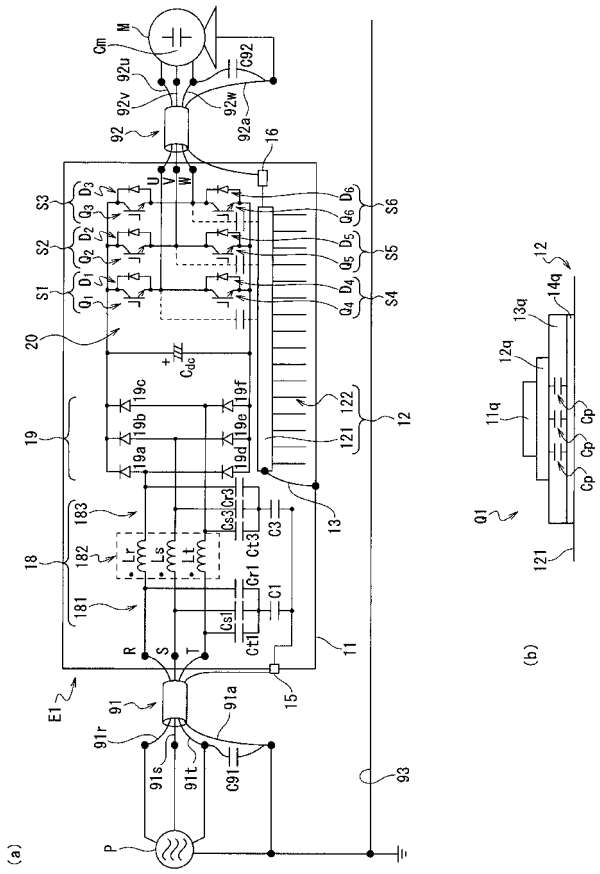
【０２１３】
１，２，３，４，５，６，６ａ，６ｂ，７，８，９，７０，８０，Ｅ１，Ｅ２　電力変換装置
１１　筐体
１１ｑ　半導体チップ
１２　ヒートシンク
１２ｑ　回路パターン
１３，９１ｒ，９１ｓ，９１ｔ，９２ｕ，９２ｖ，９２ｗ　ケーブル
１３ｑ　絶縁層
１４　パワー半導体モジュール
１４ｑ　銅ベース
１５　入力接地端子
１６，１６ａ　出力接地端子
１７　プリント回路基板
１８　ノイズフィルタ
１９　コンバータ部
１９ａ，１９ｂ，１９ｃ，１９ｄ，１９ｅ，１９ｆ　ダイオード
２０　インバータ部
４２　絶縁層
３１，３３　入力アース部材
３２，３４　出力アース部材
３３ａ　入力側絶縁物
３４ａ　出力側絶縁物
５１　入力側接地用端子
５２　出力側接地用端子
５７　入力側カバー部材
５８　出力側カバー部材
６１　第一入力側接続部
６２　第一出力側接続部
７１　第二入力側接続部
７２　第二出力側接続部
９１　入力ケーブル
９１ａ，９２ａ　アース線
９２　出力ケーブル
９３　基準アース面
１１２　非導電部
１１３　上部部材
１２１　ベース部
１２２　フィン部
１３１　抵抗素子
１３２　コア
１３３　コンデンサ
１４２　端子
１７１　配線パターン部
１７２　電子部品群
１８１　入力側コンデンサ
１８２　コモンモードチョークコイル
１８３　出力側コンデンサ
３１１　第一入力アースバー
３１２　第二入力アースバー

３１３　第一入力アースバー
３１４　第二入力アースバー
３２１　第一出力アースバー
３２２　第二出力アースバー
３２３　第一出力アースバー
３２４　第二出力アースバー
３３１，３３２，３３３，３４１，３４２，３４３　ねじ穴
５１１，５１３　第一入力側接地用端子
５１２，５１４　第二入力側接地用端子
５２１，５２３　第一出力側接地用端子
５２２，５２４　第二出力側接地用端子
Ｃ１，Ｃ３，Ｃｒ１，Ｃｒ３，Ｃｓ１，Ｃｓ３，Ｃｔ１，Ｃｔ３　コンデンサ
Ｃ９１，Ｃ９２，Ｃｍ，Ｃｐ　浮遊容量
Ｃｄｃ　平滑用コンデンサ
Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４，Ｄ５，Ｄ６　還流用ダイオード
Ｌｒ，Ｌｓ，Ｌｔ　リアクトル
Ｍ　モータ
ＭＳ　モータ駆動システム
Ｐ　商用交流電源
Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４，Ｑ５，Ｑ６　半導体スイッチ
Ｒ，Ｓ，Ｔ　入力端子
Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６　スイッチング部
Ｕ，Ｖ，Ｗ　出力端子

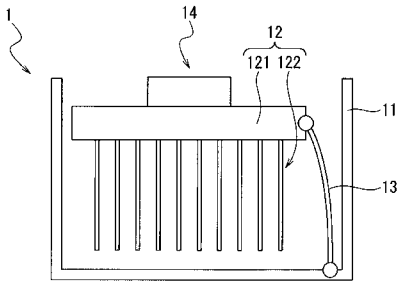
【図１】



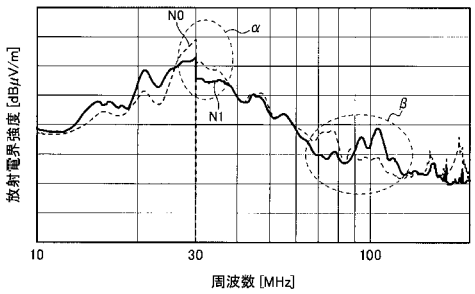
【図２】



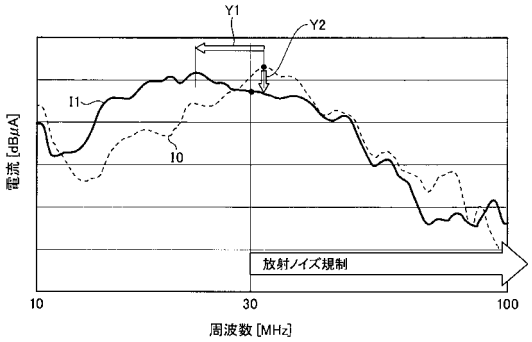
【図３】



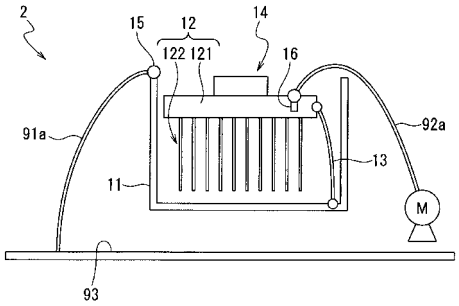
【図４】



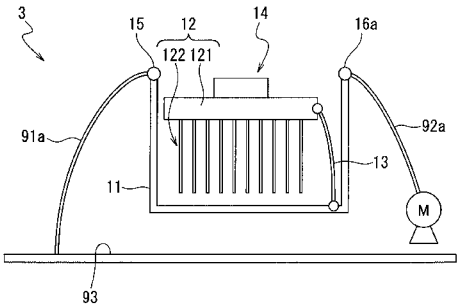
【図５】



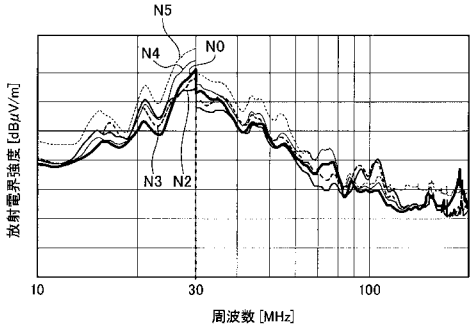
【図６】



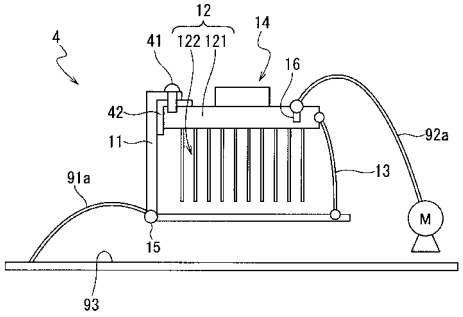
【図７】



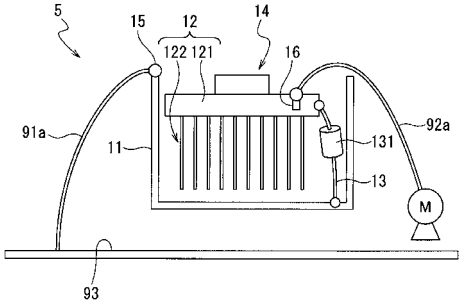
【図８】



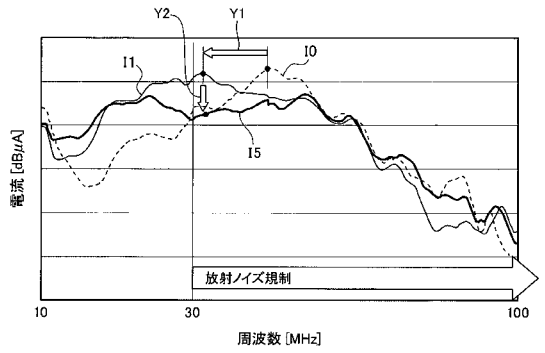
【図９】



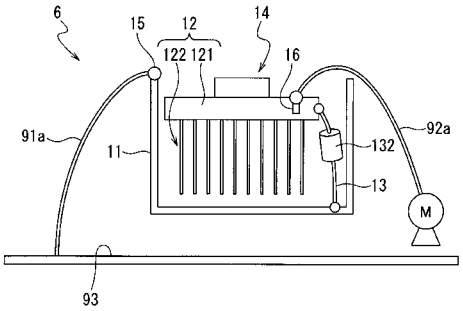
【図１０】



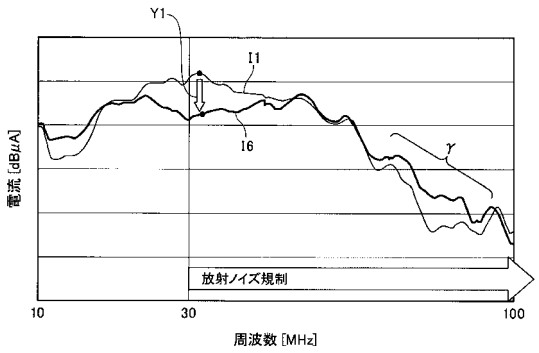
【図１１】



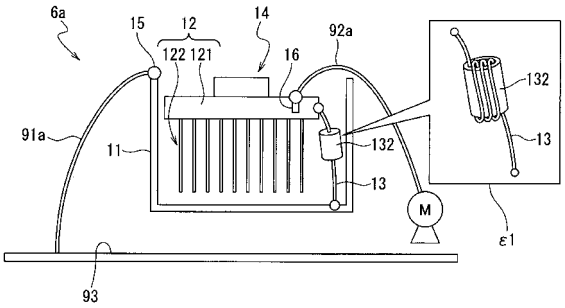
【図１２】



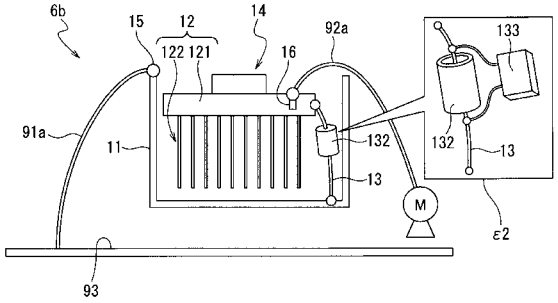
【図１３】



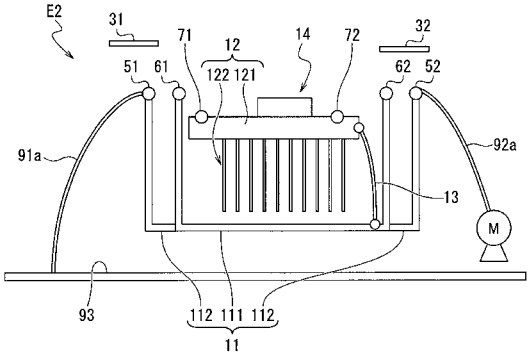
【図１４】



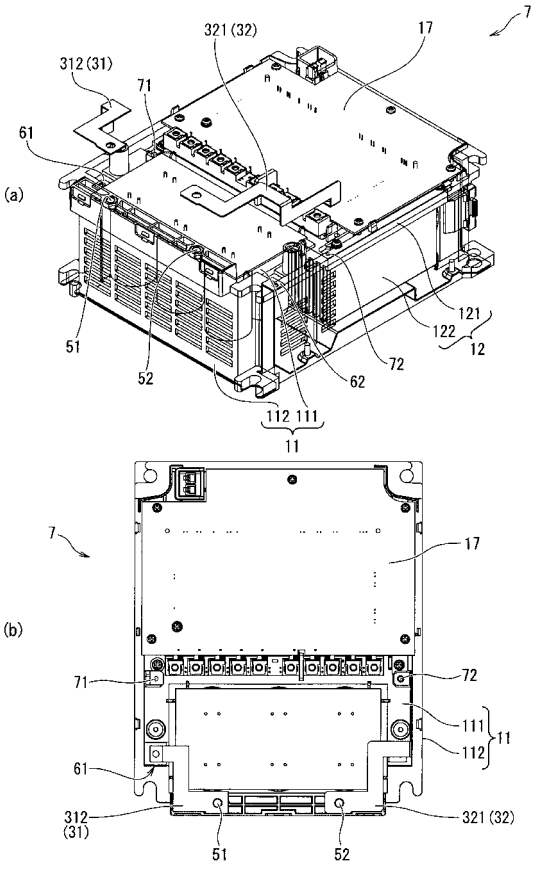
【図１５】



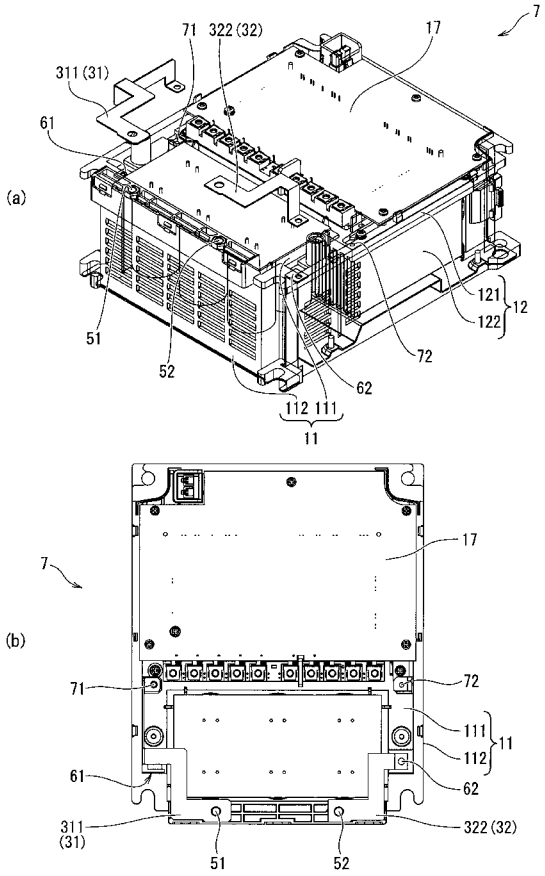
【図１６】



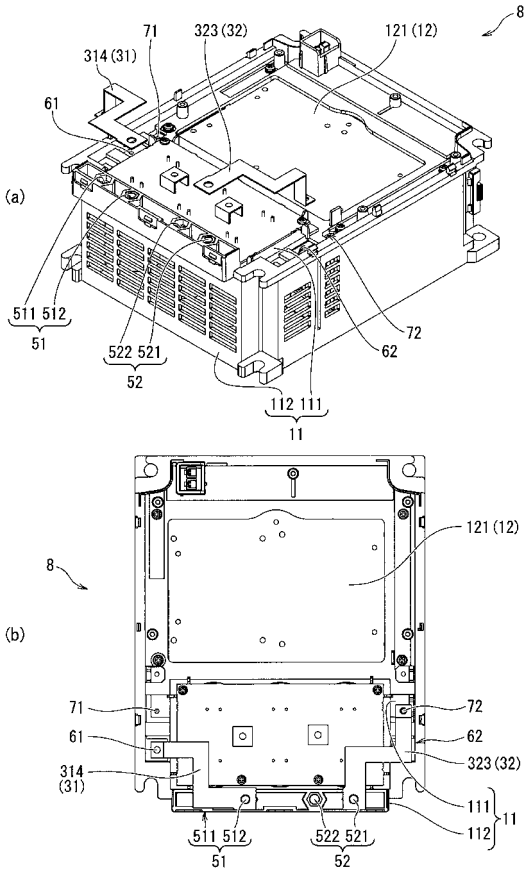
【図１７】



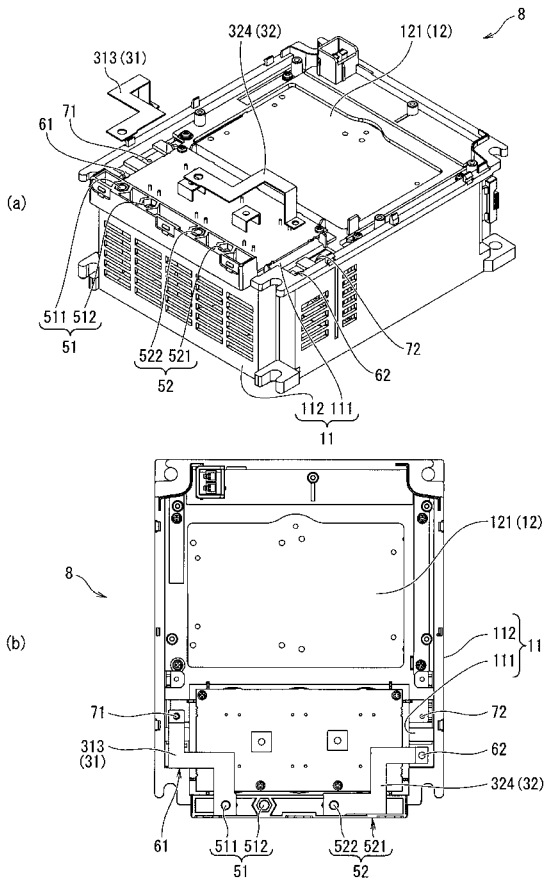
【図１８】



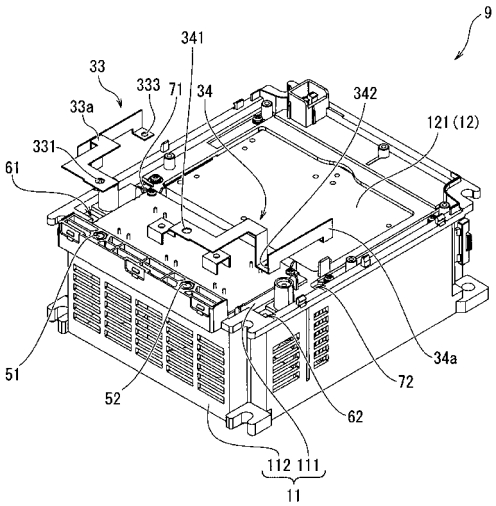
【図１９】



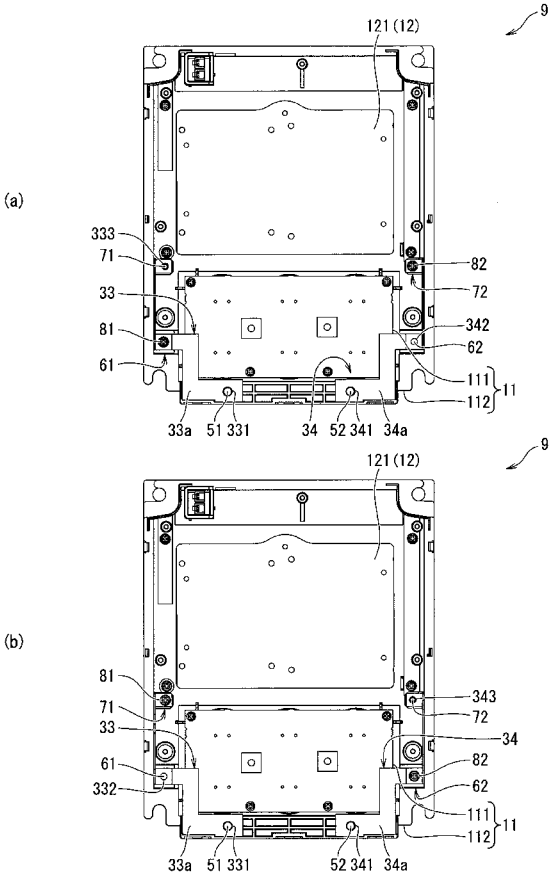
【図２０】



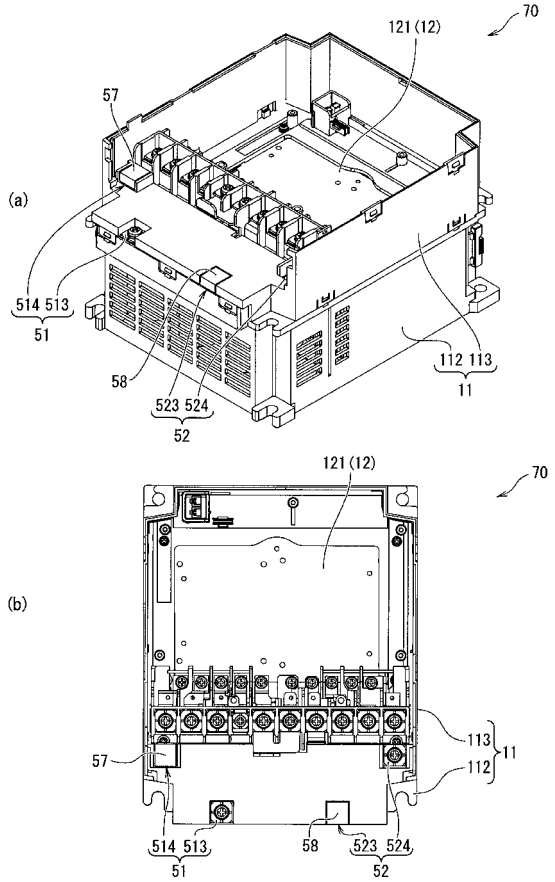
【図２１】



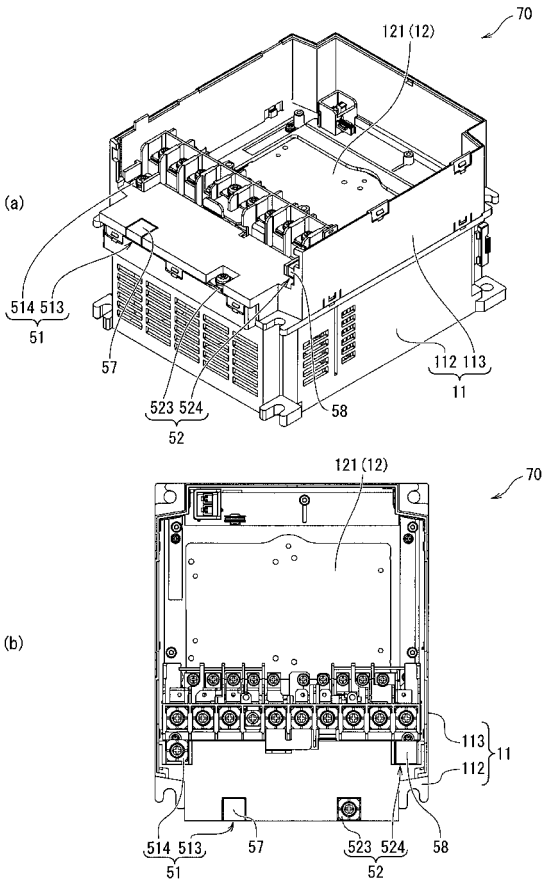
【図２２】



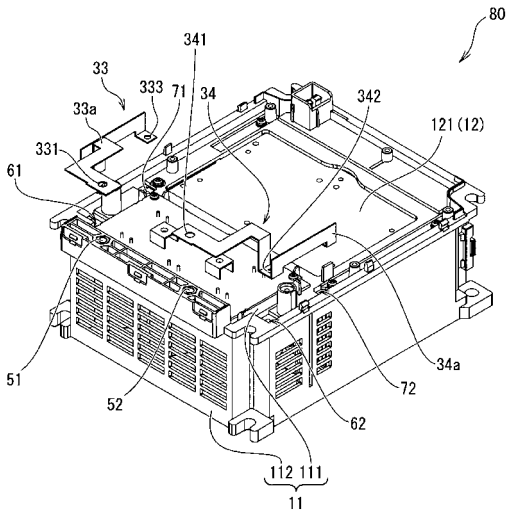
【図２３】



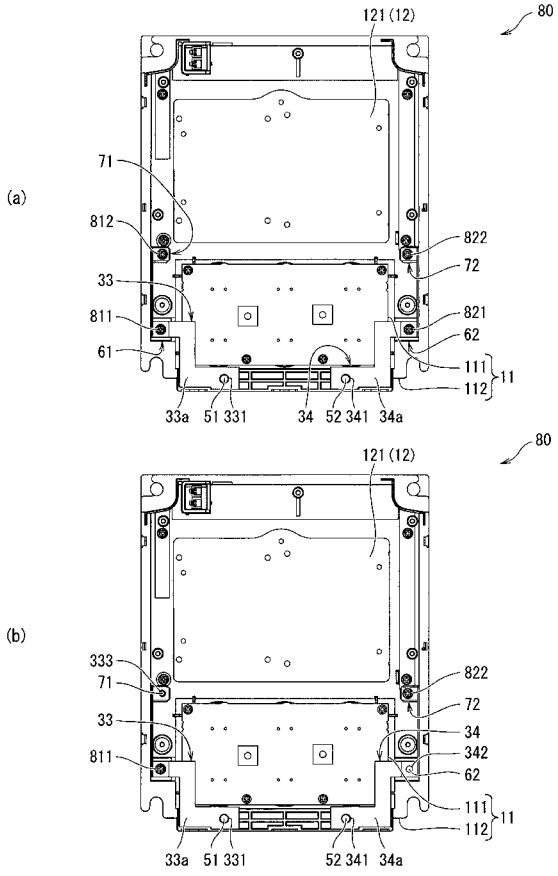
【図２４】



【図２５】



【図２６】


(a)
121 (12)
80
71
812
822
72
33
821
811
62
61
111
112
11
33a
51
331
34
52
341
34a
(b)
121 (12)
80
333
71
822
72
33
34
342
811
62
111
112
11
33a
51
331
52
341
34a

フロントページの続き

(72)発明者　玉手　道雄
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内
(72)発明者　漆間　智樹
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内
(72)発明者　山澤　航太朗
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内

Ｆターム(参考) 5E321 AA11 AA32 GG05 GH03
5E322 AA01 EA11
5F136 BA04 BC05 DA27 FA02
5H770 AA05 BA01 CA02 DA03 DA41 PA21 PA42 QA01 QA06 QA27