

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7154397号
(P7154397)

(45)発行日 令和4年10月17日(2022.10.17)

(24)登録日 令和4年10月6日(2022.10.6)

(51)国際特許分類	F I
B 6 1 C 17/12 (2006.01)	B 6 1 C 17/12 A
B 6 1 C 17/00 (2006.01)	B 6 1 C 17/00 E
B 6 0 L 3/00 (2019.01)	B 6 0 L 3/00 C
H 0 2 M 7/48 (2007.01)	H 0 2 M 7/48 Z

請求項の数 6 (全11頁)

(21)出願番号	特願2021-514880(P2021-514880)	(73)特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(86)(22)出願日	令和2年4月3日(2020.4.3)	(74)代理人	110000062 特許業務法人第一国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/015365	(72)発明者	橋口 直矢 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(87)国際公開番号	WO2020/213438	(72)発明者	菱田 昭裕 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(87)国際公開日	令和2年10月22日(2020.10.22)	(72)発明者	岡安 剛 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和3年9月28日(2021.9.28)	(72)発明者	寺門 秀一
(31)優先権主張番号	特願2019-76906(P2019-76906)		
(32)優先日	平成31年4月15日(2019.4.15)		
(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】 鉄道車両用電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性素材から形成された筐体と、パワーモジュールと、前記パワーモジュールを実装した導電性素材から形成された熱交換器とを有する鉄道車両用電力変換装置であって、

前記筐体に設けた筐体開口部の外部周囲を囲うように絶縁板が配置され、前記パワーモジュールを前記筐体内に配置した状態で、前記絶縁板を介在させて前記筐体と前記熱交換器とが締結され、

前記熱交換器のフランジ部が、前記絶縁板に密着して前記筐体と締結されており、前記筐体開口部の外形寸法は、前記フランジ部の外形寸法より小さい、

ことを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項2】

請求項1に記載の鉄道車両用電力変換装置において、

前記熱交換器から、ノイズ低減抵抗を介して車体へと接地が行われることを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項3】

導電性素材から形成された筐体と、パワーモジュールと、前記パワーモジュールを実装した導電性素材から形成された熱交換器とを有する鉄道車両用電力変換装置であって、

前記筐体に設けた筐体開口部の外部周囲を囲うように絶縁板が配置され、前記パワーモジュールを前記筐体内に配置した状態で、前記絶縁板を介在させて前記筐体と前記熱交換器とが締結され、

前記筐体と前記熱交換器とは、段付き絶縁部材と段付き金属部材とを用いて締結されることを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の鉄道車両用電力変換装置において、

前記段付き絶縁部材は、内側に絶縁段付き部を形成した絶縁中空円筒部材を有し、

前記段付き金属部材は、前記絶縁段付き部に当接する金属段付き部を外側に形成した金属中空円筒部材を有し、

前記筐体と前記熱交換器とを締結する締結ボルトが、前記段付き絶縁部材と前記段付き金属部材とを貫通することを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の鉄道車両用電力変換装置において、

前記段付き絶縁部材は、内側に絶縁段付き部を形成し、且つ前記絶縁段付き部から軸方向に突出する延出円筒部を形成した絶縁中空円筒部材を有し、

前記段付き金属部材は、前記絶縁段付き部に当接する金属段付き部を外側に形成し、且つ前記延出円筒部により少なくとも一部が包囲される金属中空円筒部材を有し、

前記筐体と前記熱交換器とを締結する締結ボルトが、前記段付き絶縁部材と前記段付き金属部材とを貫通することを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の鉄道車両用電力変換装置において、

前記段付き金属部材の金属段付き部の外径は、前記締結ボルトを挿通する前記熱交換器の穴径より大きいことを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道車両用電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的な鉄道車両用電力変換装置において、交流電力を直流電力に変換する、あるいは直流電力を交流電力に変換するために、Si、SiC等の半導体素子を実装したパワーモジュールを利用している。電力変換回路は、主にパワーモジュールとフィルタコンデンサ、これらの間を電氣的に接続するラミネートブスバーから成り、スイッチング動作に起因して高周波の電位変動が生じるという特性を有する。

【0003】

また、電力変換回路の主回路を構成するパワーモジュールは、スイッチング動作によって発生した熱を効率良く伝熱させるために、熱伝導性に優れたアルミ等の金属材料から成る熱交換器に実装されている。金属材料からなる熱交換器は、熱伝導性に優れるが、電気伝導性にも優れているため、スイッチング動作による高周波の電位変動が熱交換器にも伝わる恐れがある。

【0004】

特に、電力変換装置の筐体に、パワーモジュールを実装した熱交換器をボルトで直接締結する構造を取り入れている電力変換装置においては、接触面を介して導通しているため、電力変換装置の筐体全体にも高周波の電位変動が伝わる。さらに、電力変換装置は接地回路を介して車体にも接続されているため、高周波の電位変動の影響は車体にも及ぶ。このような高周波の電位変動に起因して生ずるノイズは、通信設備や信号設備などの軌道側設備へ障害を与える可能性もある。したがって、電力変換回路から発生する高周波の電位変動を電氣的に遮断して、軌道側設備に到達させないようにすることが求められる。

【0005】

高周波の電位変動によるノイズの経路には、主として、熱交換器や筐体等の導体を介する経路と、空間を介する経路とがある。したがって、仮に導体を介した経路を電氣的に遮断したとしても、パワーモジュールと熱交換器の高周波の電位変動が生じると、放射ノイ

10

20

30

40

50

ズとなって空間を介して伝わる恐れがある。空間を介した放射ノイズの遮断は、シールド構造の追加等が必要となり、装置全体の重量化等を招くため、製品に適用するのは望ましくない。

【0006】

このような背景の中、特許文献1では導体を介してノイズが伝導する経路に対して、高周波ノイズ源の平滑コンデンサと、これを格納する筐体間を絶縁した上で、抵抗器を介して電氣的に接続する手法を提案している。かかる手法によれば、ノイズの伝導経路を1つに絞り、その経路上でノイズをコントロールすることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2007-89395号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1では、高周波のノイズ源となる平滑コンデンサを周囲の導体から絶縁した上で、電力変換装置の筐体内部に設置する構成が示されている。しかし、例えば、多数のパワーモジュールを実装した熱交換器は、筐体に対し占有する面積も大きく、筐体内部に設置する場合は筐体間の絶縁部材が大型化し、電力変換装置の重量化を招く。

【0009】

また、熱交換器と筐体の間に挿入する絶縁部材として例えば樹脂材料を用いた場合、長期使用により劣化して強度低下を招く恐れがあるが、たとえ劣化が生じても熱交換器を確実に保持できるようにする必要がある。

【0010】

本発明は、小型軽量である構成を有しながらもノイズを効果的に遮断できる鉄道車両用電力変換装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、代表的な本発明の鉄道車両用電力変換装置の一つは、導電性素材から形成された筐体と、パワーモジュールと、前記パワーモジュールを実装した導電性素材から形成された熱交換器とを有する鉄道車両用電力変換装置であって、前記筐体に設けた筐体開口部の外部周囲を囲うように絶縁板が配置され、前記パワーモジュールを前記筐体内に配置した状態で、前記絶縁板を介在させて前記筐体と前記熱交換器とが締結され、前記熱交換器のフランジ部が、前記絶縁板に密着して前記筐体と締結されており、前記筐体開口部の外形寸法は、前記フランジ部の外形寸法より小さいことにより達成される。

また、代表的な本発明の鉄道車両用電力変換装置の一つは、導電性素材から形成された筐体と、パワーモジュールと、前記パワーモジュールを実装した導電性素材から形成された熱交換器とを有する鉄道車両用電力変換装置であって、

前記筐体に設けた筐体開口部の外部周囲を囲うように絶縁板が配置され、前記パワーモジュールを前記筐体内に配置した状態で、前記絶縁板を介在させて前記筐体と前記熱交換器とが締結され、

前記筐体と前記熱交換器とは、段付き絶縁部材と段付き金属部材とを用いて締結されることにより達成される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、小型軽量である構成を有しながらもノイズを効果的に遮断できる鉄道車両用電力変換装置を提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】図 1 は、第 1 の実施形態における鉄道車両用電力変換装置の分解図である。

【図 2】図 2 は、第 1 の実施形態における鉄道車両用電力変換装置の正面図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態の電気回路図である。

【図 4】図 4 は、第 1 の実施形態の筐体内部詳細図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施形態の締結部の断面図である。

【図 6】図 6 は、第 1 の実施形態における段付き絶縁部材と段付き金属部材を示す図である。

【図 7】図 7 は、第 2 の実施形態の締結部の断面図である。

【図 8】図 8 は、第 2 の実施形態における段付き絶縁部材と段付き金属部材を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

〔第 1 の実施形態〕

図 1 ~ 図 6 を用いて第 1 の実施形態を説明する。本実施形態は、車体の床下に艤装された鉄道車両用電力変換装置に対して、さらに熱交換器が吊下がる構造、もしくは車体の屋根上に艤装された鉄道車両用電力変換装置に対して、熱交換器が突き出る構造に適用されると好ましい。換言すれば、車体 - 軌道間、もしくは車体 - 架線間における重力方向のスペースを十分に有した車体に、本実施形態を適用することができる。

【 0 0 1 5 】

また、熱交換器の冷却方式に関しては、重力の作用を冷却に利用しない方式、例えば、車体が走行することで発生する対流を利用する走行風冷方式や、ファンやプロワを利用する強制風冷方式等が挙げられる。

20

【 0 0 1 6 】

本実施形態では、熱交換器を締結する軸力の向きは重力方向と平行になる。また、重力方向と平行な向きの軸力を用いて熱交換器を締結する場合、重力に沿った方向に締結する態様と、重力に逆らう方向に締結する態様とがあるが、本実施形態では重力方向に逆らって締結する（熱交換器が吊下がる）態様を例に取り説明する。ただし、筐体に対し重力に沿った方向に熱交換器を締結してもよい。以下の図面において、重力方向を矢印 G にて示す。

30

【 0 0 1 7 】

図 1 は、鉄道車両用電力変換装置 1 の筐体 2 に対して、熱交換器 5 を矢印 G で示す重力方向に逆らって締結する場合の構成を示す分解図である。矢印 G で示す重力方向の上方から順に筐体 2、絶縁板 4、熱交換器 5 が配置され、更に段付き絶縁部材 6 と段付き金属部材 7 を介して、締結ボルト 8 で熱交換器 5 と筐体 2 とが締結される。

【 0 0 1 8 】

筐体 2 は、鉄、ステンレス、アルミ等の金属材料の導電性素材から形成された導体である。熱交換器 5 は、アルミや銅等の熱伝導性に優れた金属材料の導電性素材から形成された導体である。ゆえに、直接締結すると、筐体 2 と熱交換器 5 は接触面を介して導通してしまう。そこで本実施の形態では、筐体開口部 3 の外部周囲を囲うように矩形枠板状の絶縁板 4 を配置し、間に挟み込んでいる。絶縁板 4 は、筐体 2 の下面と熱交換器 5 のフランジ部 5 a とに全周で密着して保持されている。

40

【 0 0 1 9 】

図 2 の正面図に示すように、筐体開口部 3 の開口寸法は、熱交換器 5 のフランジ部 5 a の外形寸法より小さいため、熱交換器 5 のフランジ部 5 a を筐体 2 に締結することで筐体開口部 3 は閉じ、筐体内部は外気から遮断される。すなわち、熱交換器 5 は筐体開口部 3 のカバーとしても機能する。熱交換器 5 のフランジ部 5 a の外形寸法は、絶縁板 4 の外形寸法に略等しくなっており、絶縁板 4 の枠幅を小さくすることで、筐体 2 と熱交換器 5 に対する接触面積を最小に、電氣的絶縁を図ることができる。

【 0 0 2 0 】

50

ここで、図 1、図 2 においては図示を省略しているが、熱交換器 5 を保持するフレーム及び熱交換器 5 の上面には、電力変換を担うパワーモジュール 9、フィルタコンデンサ 10、これらの間を電氣的に接続するラミネートブスバー 11 等の部品が実装されている。したがって、熱交換器 5 のフランジ部 5 a を筐体 2 に締結すると、これらの部品はすべて、筐体開口部 3 を介して筐体 2 の内部に挿入され配置される構成になっている（図 2 の点線参照）。熱交換器 5、パワーモジュール 9、フィルタコンデンサ 10、ラミネートブスバー 11 から成る構造は、機能的に完結したユニットであり、以下、パワーユニット 12 と称する（図 3）。

【 0 0 2 1 】

図 3、図 4 を用いて、筐体 2 内部の構成を説明する。図 3 は、本実施形態の電気回路を示した図であり、図 4 は筐体 2 の内部詳細図である。ここで、ノイズ伝導の観点から内部構成に着目すると、熱交換器 5 は周囲の導体から絶縁されているから、パワーモジュール 9 から発生した高周波の電位変動は、熱交換器 5 まででは伝導しても、それより外方には導体を介しては伝導しない。ただし、空間を介して伝わる経路は断たれていないため、放射ノイズの問題が残る。

10

【 0 0 2 2 】

そこで、本実施形態では、熱交換器 5 の表面から、ノイズ低減抵抗 13 を介した上で、接地配線 14 にて不図示の車体に接地する構成としている。これにより、パワーモジュール 9 及び熱交換器 5 の電位が低くなるため放射ノイズが低減し、更にノイズの伝導経路を 1 つに絞ることで、その経路上でノイズをコントロールすることが可能になる。なお、接地配線 14 は鉄道車両用電力変換装置内で他にも存在するため、鉄道車両用電力変換装置内の接地点である接地配線集約箇所 15 に集約の上、車体へと電氣的に接続する構成とした。

20

【 0 0 2 3 】

以上、ノイズ源のパワーモジュール 9 を実装した熱交換器 5 を、絶縁を確保しながら筐体 2 へ実装する構成、および熱交換器 5 の表面からノイズ低減抵抗 13 を介して接地する構成について記載してきた。一方、素材の劣化による影響を予め想定し、その対策を行うことも重要である。そこで、本実施形態による素材の劣化に対応できる構成を以下に示す。図 5 は、鉄道車両用電力変換装置 1 の筐体 2 に対して、熱交換器 5 を矢印 G で示す重力方向に沿って締結する場合における締結部の周辺を示す拡大断面図である。

30

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、締結部に設けた段付き絶縁部材 6 と段付き金属部材 7 の段形状に特徴がある。図 6 に、段付き絶縁部材 6 と段付き金属部材 7 の分解斜視図を示す。段付き絶縁部材 6 の素材としては、樹脂、例えばガラス布エポキシ樹脂積層板等を用いることができ、また段付き金属部材 7 の素材としては、ステンレス（SUS）等を用いることができる。

【 0 0 2 5 】

まず、段付き絶縁部材 6 は、絶縁中空円筒部材 6 a の上端内側に突出した環状の内側段付き部（絶縁段付き部）6 b を形成している。一方、段付き金属部材 7 は、この内側段付き部 6 b に突き当たるように、金属中空円筒部材 7 a の下端外側に突出した環状の外側段付き部（金属段付き部）7 b を設ける。組み付け時には、金属中空円筒部材 7 a が内側段付き部 6 b 内に挿通され、また絶縁中空円筒部材 6 a が外側段付き部 7 b の外部周囲を囲う。

40

【 0 0 2 6 】

熱交換器 5 のフランジ部 5 a には、段差面 5 c を備えたボルト穴 5 b が複数個（図 5 では 1 つのみ図示）、形成されている。

【 0 0 2 7 】

組み付け時には、段付き絶縁部材 6 と段付き金属部材 7 内に挿通した締結ボルト 8 の上端を、ボルト穴 5 b に挿通して筐体 2 のねじ穴 2 a に螺合させる。かかる状態から、締結ボルト 8 を締め付けていくと、締結ボルト 8 の頭部により上方に押圧された段付き金属部材 7 の外側段付き部 7 b と、ボルト穴 5 b の段差面 5 c との間で、段付き絶縁部材 6 の内

50

側段付き部 6 b が挟持される。これにより、内側段付き部 6 b を介して外側段付き部 7 b から段差面 5 c に締結力が伝わり、熱交換器 5 を筐体 2 に取り付けることができる。

【 0 0 2 8 】

また、締結ボルト 8 を締め付けてゆくと、段付き金属部材 7 の上端が筐体 2 の下面に当接し、段付き金属部材 7 の下端が締結ボルト 8 の頭部に当接するので、その後所定の軸力を付与することで締結ボルト 8 が段付き金属部材 7 を介して筐体 2 に固定される。なお、内側段付き部 6 b と外側段付き部 7 b については、保持する熱交換器 5 の自重に対して、締結点数と段付き部の接触面積を調整することで、締結時にも許容応力範囲内に維持することが可能である。ボルト穴 5 b と金属中空円筒部材 7 a とは、加工公差の範囲内で偏心しても接しない寸法関係を有する。

10

【 0 0 2 9 】

締結ボルト 8 と段付き金属部材 7 はいずれも導体であるため、該締結により筐体 2 と段付き金属部材 7 は導通するが、段付き金属部材 7 と熱交換器 5 との間には段付き絶縁部材 6 が介在するので、筐体 2 と熱交換器 5 とは電氣的に絶縁される。以上により、筐体 2 と熱交換器 5 との間の絶縁を確保し、ノイズの影響を抑制しつつ、締結力を伝達することができる。

【 0 0 3 0 】

一方で、絶縁材料として代表的な樹脂材料により絶縁部材を形成したような場合には、長期使用において劣化するという課題がある。一般的な樹脂材料に荷重を継続的に作用させると、徐々に変形が進むクリープ現象が発生することが知られている。そこで、本実施形態では、段付き金属部材 7 の外側段付き部 7 b の外径 A を、締結ボルト 8 を挿通する熱交換器 5 のボルト穴 5 b の穴径 B より大きくしている（図 5）。したがって、万が一、クリープ現象により段付き絶縁部材 6 が破損に至り、熱交換器 5 が自重により下方に変位した場合でも、外側段付き部 7 b がボルト穴 5 b の周囲に当接することで、熱交換器 5 の脱落を阻止できる。

20

【 0 0 3 1 】

以上述べた本実施形態によれば、筐体 2 に筐体開口部 3 を設けて熱交換器 5 で覆うようにすることで、筐体開口部 3 の分だけ筐体 2 を軽量化できる。また、筐体開口部 3 の外周を囲うように絶縁板 4 を配置することで、絶縁板 4 を筐体 2 と熱交換器 5 のフランジ部 5 a に挟持される範囲だけに限定することで、軽量化を図れる。

30

【 0 0 3 2 】

[第 2 の実施形態]

図 7、図 8 を用いて第 2 の実施形態を説明する。本実施形態の想定される構造としては、車体の床下に艤装された鉄道車両用電力変換装置に対して、熱交換器を側方から取り付ける構造である。図 7、8 においては、左方を矢印 G で示すように重力方向とする。熱交換器の冷却方式に関しては、熱交換を冷媒の相変化によって成すヒートパイプ冷却方式や、熱交換器に接する空気の温度上昇による対流を利用した自然風冷方式等が挙げられる。なお、熱交換器を締結する軸力は重力方向と垂直になる。第 1 の実施形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【 0 0 3 3 】

組立の順序に沿って本実施形態を説明する。艤装用の設備（不図示）に吊られた鉄道車両用電力変換装置の筐体 2 の下方（図 7 で左方）で、昇降台車に乗せたパワーユニット 1 2 を所定位置まで移動した後、昇降台車上でパワーユニット 1 2 を上昇（図 7 で右方に変位）させて筐体 2 に取りつける。

40

【 0 0 3 4 】

上述した第 1 の実施形態のパワーユニット 1 2 も、同様な手法で取り付けを行うことができる。ただし、第 1 の実施形態と異なる点としては、昇降台車でパワーユニット 1 2 を上昇させ、取り付けられる高さまで上昇させた後、パワーユニット 1 2 ごと、筐体 2 に対して水平（図 7 で上方）に押し込んで取り付けることである。

【 0 0 3 5 】

50

ここで、鉄道車両用電力変換装置に搭載するパワーユニット12は、100kgを超す重量物となることも多く、水平方向に取りつける際に2つの大きな問題が生じる。一つの問題は、パワーユニット12が重量物ゆえに水平方向に押し込む作業自体が困難であることである。かかる問題に対しては、パワーユニット12のフレーム下方にテフロン（登録商標）等の滑りの良い材料から成る構造物を設置し、この構造物の摺動によって必要な押し込み力を低減させることが有効である。

【0036】

もう一つの問題は、パワーユニット12の自重によって、鉛直方向下方（図7で左方）に熱交換器5が変位し、熱交換器5と段付き金属部材7が接触する恐れがあることである。ここで、使用開始時には、段付き絶縁部材6と段付き金属部材7の加工公差を管理する

10

ことで、自重による接触を回避できるため、接触の問題は生じない。しかし、第1の実施形態に関連して述べたように、長期使用を想定するとクリープ現象による段付き絶縁部材6の変形、破損が起こりうるので、上記問題が顕在化する。そこで、第2の実施形態のように水平方向に沿って締結する場合は、重力方向に沿って締結する場合とは異なる形状の段付き部材を使用して、かかる問題を解消することが望ましい。

【0037】

図7は、鉄道車両用電力変換装置の筐体2に対して熱交換器5を水平方向(重力に対し、垂直の方向)に締結する場合における締結形態の詳細を示す断面図である。また、図8は、水平方向に沿って締結する場合に適した段付き絶縁部材18と段付き金属部材19を示す斜視図である。なお、段付き絶縁部材18と段付き金属部材19と締結ボルト8による組

20

付手順については、第1の実施形態と同様であるため説明を省略する。

【0038】

段付き絶縁部材18は、第1の実施形態の段付き絶縁部材6に対して、更に外側に段付きを追加した構造である。具体的には、段付き絶縁部材18は、絶縁中空円筒部材18aの上端内側に突出した内側段付き部（絶縁段付き部）18bと、更に内側段付き部18bの内周から軸方向に突出した延出円筒部18cとを有する。内側段付き部18bは環状であり、延出円筒部18cは、絶縁中空円筒部材18aより小径の円筒状である。

【0039】

一方、段付き金属部材19は、第1の実施形態の段付き金属部材7と同様に、金属中空円筒部材19aの下端外側に突出した外側段付き部（金属段付き部）19bを設けている

30

。また、金属中空円筒部材19aは段付き絶縁部材18の外側の段付き分だけ、外径を小さくした構造である。段付き絶縁部材18と、段付き金属部材19とを組み合わせたときに、金属中空円筒部材19aの一部は延出円筒部18cにより全周を囲われる。本実施形態でも、外側段付き部19bの外径を、締結ボルト8を挿通する熱交換器5のボルト穴5bの穴径より大きくしている。

【0040】

段付き絶縁部材18を設けることで、熱交換器5が自重によって鉛直方向下方にずれたとしても、金属中空円筒部材19aと熱交換器5のフランジ部5aの間に延出円筒部18cが介在するので、熱交換器5が段付き金属部材19に接触することはなく両者の絶縁が保たれる。なお、第1の実施形態と同様、万が一、間に介している段付き絶縁部材18が

40

破損に至ったとしても、間に介している段付き金属部材19によって、熱交換器5の自重を支えることができる。

【0041】

第2実施形態の段付き絶縁部材18と段付き金属部材19を、図5に示すように重力方向が軸力と平行になるような取付態様で用いてもよい。

【0042】

なお、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態における構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能で

50

あり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態における構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

【符号の説明】

【0043】

- 1 鉄道車両用電力変換装置
- 2 筐体
- 2 a ねじ穴
- 3 筐体開口部
- 4 絶縁板 10
- 5 熱交換器
- 5 a フランジ部
- 5 b ボルト穴
- 5 c 段差面
- 6 段付き絶縁部材（重力方向締結用）
- 6 a 絶縁中空円筒部材
- 6 b 内側段付き部
- 7 段付き金属部材（重力方向締結用）
- 7 a 金属中空円筒部材
- 7 b 外側段付き部 20
- 8 締結ボルト
- 9 パワーモジュール
- 10 フィルタコンデンサ
- 11 ラミネートプスパー
- 12 パワーユニット
- 13 ノイズ低減抵抗
- 14 接地配線
- 15 接地配線集約箇所
- 18 段付き絶縁部材（水平方向締結用）
- 18 a 絶縁中空円筒部材 30
- 18 b 内側段付き部
- 18 c 延出円筒部
- 19 段付き金属部材（水平方向締結用）
- 19 a 金属中空円筒部材
- 19 b 外側段付き部
- A 外側段付き部の外径
- B ボルト穴の穴径
- G 重力の方向を示す矢印

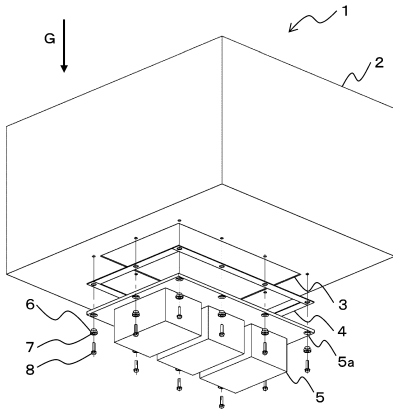
40

50

【図面】

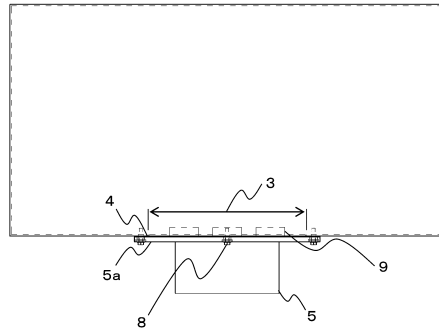
【図 1】

図1



【図 2】

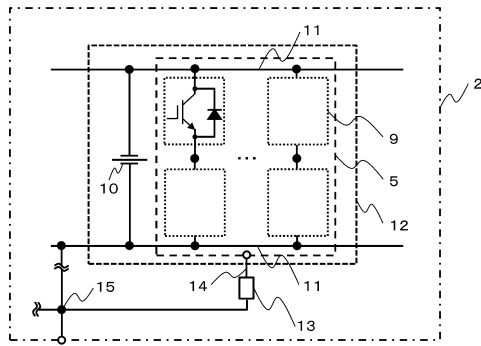
図2



10

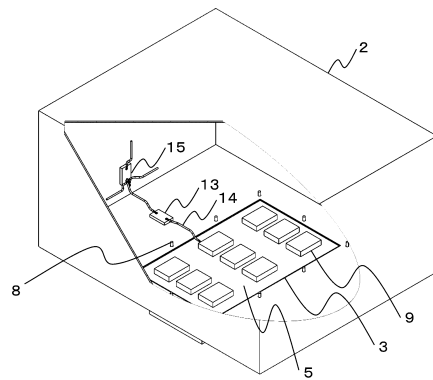
【図 3】

図3



【図 4】

図4



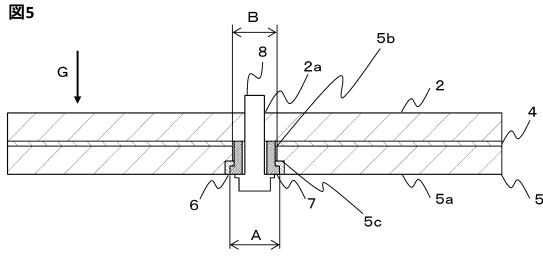
20

30

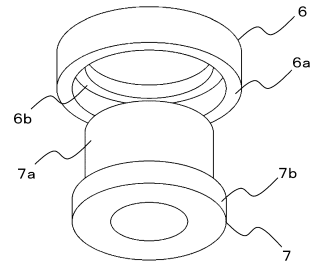
40

50

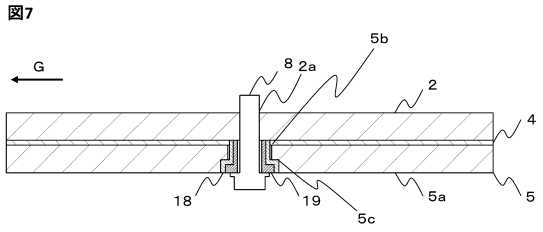
【 図 5 】



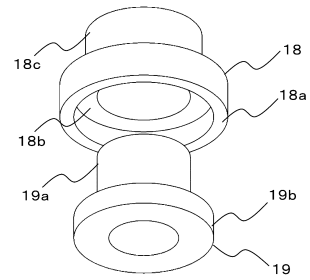
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 諸星 圭祐

- (56)参考文献 特開2007-013223(JP,A)
特開2019-034689(JP,A)
米国特許出願公開第2019/0054931(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B61C 17/12
B61C 17/00
B60L 3/00
H02M 7/48