

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6182021号
(P6182021)

(45) 発行日 平成29年8月16日(2017.8.16)

(24) 登録日 平成29年7月28日(2017.7.28)

(51) Int.Cl. F I
HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z
 HO2M 7/48 M

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-176323 (P2013-176323)	(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
(22) 出願日	平成25年8月28日(2013.8.28)	(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 真司
(65) 公開番号	特開2015-46993 (P2015-46993A)	(74) 代理人	100129218 弁理士 百本 宏之
(43) 公開日	平成27年3月12日(2015.3.12)	(72) 発明者	漆原 法美 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株 式会社日立製作所 交通システム社内
審査請求日	平成28年2月12日(2016.2.12)	(72) 発明者	菱田 昭裕 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株 式会社日立製作所 交通システム社内

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】

鉄道車両用の電力変換装置において、
 直流電圧を平滑化するフィルタコンデンサと、
 前記フィルタコンデンサに蓄積されている電荷を放出させる過電圧保護装置と、
 直流電圧を交流電圧に変換する複数のパワースイッチング素子と、
 前記パワースイッチング素子を冷却する冷却ユニットと、
 前記フィルタコンデンサ、前記過電圧保護装置及び前記パワースイッチング素子を電気的に接続する導体バーとを備え、

前記フィルタコンデンサ、前記過電圧保護装置及び前記パワースイッチング素子は、前記電力変換装置の一方側から、前記過電圧保護装置、前記フィルタコンデンサ、前記パワースイッチング素子の順に配置され、

前記過電圧保護装置は、前記フィルタコンデンサに近接して配置され、
 前記導体バーに接続される前記フィルタコンデンサの端子及び前記過電圧保護装置の端子は、それぞれ同一側に配置される

ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記過電圧保護装置は、
 前記電力変換装置に直付けにより固定される
 ことを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記過電圧保護装置は、
前記フィルタコンデンサに蓄積される電圧を検出する直流電圧検出器と、
前記フィルタコンデンサに蓄積されている電荷を放出する際に ON に切り替えられる過電圧保護装置用パワースイッチング素子と、
前記過電圧保護装置用パワースイッチング素子の駆動を制御する駆動回路とを備えて構成される

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記導体バーは、
薄型かつ平板形状を有し、前記フィルタコンデンサと、前記過電圧保護装置との間に跨って延在して配置され、前記フィルタコンデンサと前記過電圧保護装置とを接続することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力変換装置に関し、特に鉄道車両用の電力変換装置に適用して好適なものである。

【背景技術】**【0002】**

鉄道車両に設置される電力変換装置は、鉄道架線から入力される直流電力を複数のパワースイッチング素子により電力変換し、鉄道車両用の電動機に出力するものである。この電力変換装置は、主としてパワースイッチング素子と、パワースイッチング素子を冷却するための冷却ユニットと、鉄道架線から入力される直流電力の安定化を図るためのフィルタコンデンサとから構成される。

【0003】

特許文献 1 には、パワースイッチング素子にスナバ回路を並列に接続して構成される正側アームと、同様に構成される負側アームとを直列に接続して一相分のユニットを構成し、この一相分のユニットを 3 個用いてそれぞれを接続することにより、三相交流電圧を直流電圧に変換する電力変換装置が開示されている。

【0004】

この特許文献 1 に記載の電力変換装置によれば、三相分のユニットを互いに接続する接続線を短くすることができるため、小さなスナバ回路容量であってもパワースイッチング素子にかかる高電圧を抑制することができるとしている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】 特開平 5 - 8 3 9 5 7 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかし、特許文献 1 に記載の電力変換装置におけるスナバ回路は、スナバ抵抗器、スナバダイオード及びスナバコンデンサから構成されており、特にスナバコンデンサを備えて構成されているため、重くてかさ張るものとなる。よって特許文献 1 に記載の構成では、電力変換装置の軽量化を図ることはできない。

【0007】

またスナバ回路は、上述したように重くてかさ張るものであるため、電力変換装置を収納する筐体内においてパワースイッチング素子とは別置きに設置する必要がある。スナバ回路をパワースイッチング素子とは別置きに設置すると、筐体内における機器のレイアウトに制約が生じる。よって電力変換装置の小型化を図ることはできない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

またスナバ回路とパワースイッチング素子とを別置きに設置すると、両者の間の配線が長くなり、一定以上長くなる場合には配線のインダクタンス成分を無視することができなくなる。この場合、この配線部分に誘導電圧が発生し、パワースイッチング素子を適正に保護することができない。

【 0 0 0 9 】

本発明は以上の点を考慮してなされたものであり、軽量化及び小型化を図るとともに、パワースイッチング素子を適正に保護して信頼性の向上を実現し得る電力変換装置を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 1 0 】

かかる課題を解決するために、本発明における鉄道車両用の電力変換装置は、直流電圧を平滑化するフィルタコンデンサと、前記フィルタコンデンサに蓄積されている電荷を放出させる過電圧保護装置と、直流電圧を交流電圧に変換する複数のパワースイッチング素子と、前記パワースイッチング素子を冷却する冷却ユニットと、前記フィルタコンデンサ、前記過電圧保護装置及び前記パワースイッチング素子を電氣的に接続する導体バーとを備え、前記フィルタコンデンサ、前記過電圧保護装置及び前記パワースイッチング素子は、前記電力変換装置の一方側から、前記過電圧保護装置、前記フィルタコンデンサ、前記パワースイッチング素子の順に配置され、前記過電圧保護装置は、前記フィルタコンデンサに近接して配置され、前記導体バーに接続される前記フィルタコンデンサの端子及び前記過電圧保護装置の端子は、それぞれ同一側に配置されることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、軽量化及び小型化を図るとともに、パワースイッチング素子を適正に保護して信頼性の向上を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】電力変換装置の取り付け位置を示す全体構成図である。

【図 2】電力変換装置の正面構成図である。

【図 3】電力変換装置の斜視構成図である。

30

【図 4】電力変換装置の要部正面構成図である。

【図 5】電力変換装置の回路構成図である。

【図 6】従来の電力変換装置の正面構成図である。

【図 7】従来の電力変換装置の斜視構成図である。

【図 8】従来の電力変換装置の要部正面構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本実施の形態における電力変換装置 10 の取り付け位置を示す。電力変換装置 10 は、鉄道車両 R の床下に配置された筐体 1 の内部に収納されて設置される。

40

【 0 0 1 5 】

図 2 は、電力変換装置 10 の正面構成を示す。電力変換装置 10 は、パワースイッチング素子 11、フィルタコンデンサ 12、導体バー 13、冷却ユニット 14、入出力端子 15、ゲート制御回路 16、ゲート配線 17 及び過電圧保護装置 18 から構成される。

【 0 0 1 6 】

電力変換装置 10 は、単相交流から直流を発生させる装置及び直流から三相交流を発生させる装置である。前者はコンバータと呼ばれ、後者はインバータと呼ばれる。

【 0 0 1 7 】

コンバータは、交流電源からの単相交流電圧を直流電圧に変換し、直流電圧平滑用のフ

50

フィルタコンデンサ 1 2 を充電するもので、2 相のレグで構成される。

【 0 0 1 8 】

インバータは、フィルタコンデンサ 1 2 に充電された直流電圧をパワースイッチング素子 1 1 の ON / OFF の比率を連続的に変化させることで交流電圧に変換するもので、三相のレグで構成される。

【 0 0 1 9 】

電力変換装置 1 0 は、コンバータ及びインバータを介して三相交流を発生させることにより、鉄道車両 R に設置された電動機を駆動させる。なお何れの電力変換も半導体群を通電制御することで行なわれる。また通電制御に際して、別に設けられている制御装置は、制御信号を出力し、電力変換装置 1 0 に取付けられたゲート制御回路 1 6 及びゲート配線 1 7 を介して、パワースイッチング素子 1 1 を駆動する。

10

【 0 0 2 0 】

パワースイッチング素子 1 1 は、例えば IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。IGBT は、ON 抵抗及び駆動電流が小さく、またスイッチング速度が速いという利点がある。一方で、通電及び遮断時に大電力を消費して発熱するため、本実施の形態においては放熱のために冷却ユニット 1 4 が設けられる。

【 0 0 2 1 】

フィルタコンデンサ 1 2 は、上述したように直流電圧を平滑するためのものである。

導体バー 1 3 は、外部機器と電氣的に接続するための平板状の接続線であり、ラミネートブスバーとも呼ばれる。ラミネートブスバーは、IGBT などのパワースイッチング素子 1 1 を用いた電気回路において高速スイッチング時に生じる異常電圧 (サージ電圧) を抑制させる構造を有する。

20

【 0 0 2 2 】

具体的に導体バー 1 3 は、導体の発熱を抑えるため、材料としては体積抵抗率の小さい銅が用いられ、また導体断面積が大きい形状を有する。導体バー 1 3 を薄い平板形状とした理由は、配線インダクタンスを低減させるためである。

【 0 0 2 3 】

冷却ユニット 1 4 は、冷却ブロック 1 4 1、冷却フィン 1 4 2 及びヒートパイプ 1 4 3 から構成される。冷却ブロック 1 4 1 は、パワースイッチング素子 1 1 から発生した熱を吸収し、ヒートパイプ 1 4 3 に封入された冷媒を気化して冷却する。冷却フィン 1 4 2 は、気化した冷媒を風に当てて熱交換することにより冷媒を再び液化させる。なお本実施の形態における冷却ユニット 1 4 は、ヒートパイプ式が採用されているがこれに限らず、ラジエータ式を採用してもよい。

30

【 0 0 2 4 】

入出力端子 1 5 は、直流を入力するための直流端子 P 及び N と、直流端子 P 及び N から入力された直流を任意周波数及び任意電圧の 3 相交流に変換して出力するための交流端子 U、V 及び W から構成される。

【 0 0 2 5 】

ゲート制御回路 1 6 は、ゲート信号を生成及び出力するための回路である。ゲート配線 1 7 は、ゲート制御回路 1 6 から生成及び出力されたゲート信号をパワースイッチング素子 1 1 に出力するための配線である。

40

【 0 0 2 6 】

過電圧保護装置 1 8 は、直流電圧検出器 1 8 1、パワースイッチング素子 1 8 2 及び駆動回路 1 8 3 から構成される。過電圧保護装置 1 8 は、フィルタコンデンサ 1 2 の過電圧検出時や制御電源 OFF 時にパワースイッチング素子 1 8 2 を ON し、フィルタコンデンサ 1 2 に蓄積されている電荷を放出させるための装置である。直流電圧検出器 1 8 1 は、フィルタコンデンサ 1 2 の過電圧を検出し、パワースイッチング素子 1 8 2 は、フィルタコンデンサ 1 2 に蓄積されている電荷を放出する際に ON に切り替えられ、駆動回路 1 8 3 は、パワースイッチング素子 1 8 2 を駆動して ON / OFF を切り替える。

【 0 0 2 7 】

50

なお従来の過電圧保護装置は、上述の構成に加えて、スナバ回路を備えて構成される。スナバ回路は、パワースイッチング素子182のOFF時に発生するサージ電圧を抑制するため、配線のインダクタンス成分に蓄えられたエネルギーをスナバコンデンサに転流させる回路であり、スナバ抵抗器、スナバダイオード及びスナバコンデンサから構成される。

【0028】

本実施の形態においては、従来の過電圧保護装置からスナバ回路を廃止した過電圧保護装置18を採用して、軽量化及び小型化を実現しようとするものである。

【0029】

ここで、上述したようにスナバ回路はサージ電圧を抑制するための回路であるから、スナバ回路を廃止するとサージ電圧の抑制が困難になるところ、本実施の形態においては過電圧保護装置18をフィルタコンデンサ12に近接して配置し、過電圧保護装置18とフィルタコンデンサ12との間の配線(導体バー13)の長さが可能な限り短くなるように構成される。よって配線のインダクタンスが無視できるレベルとなるため、サージ電圧の発生を抑制することができる。

10

【0030】

図3は、電力変換装置10の斜視構成を示す。図3に示す斜視構成は、図2に示す方向D1から見た斜視構成である。電力変換装置10は、手前側から奥側にかけて、過電圧保護装置18、フィルタコンデンサ12、冷却ブロック141及び冷却フィン142が順に配置され、冷却ブロック141には入出力端子15が設けられて構成される。これらは、電力変換装置10として同一筐体1内に収納される。

20

【0031】

図4は、電力変換装置10の要部正面構成を示す。ここでは図2に示した電力変換装置10のうち、特にパワースイッチング素子11、フィルタコンデンサ12、導体バー13、冷却ブロック141及び過電圧保護装置18を示す。

【0032】

フィルタコンデンサ12及び過電圧保護装置18は、それぞれに設けられた端子が同一方向となるように配置され、かつ、互いに近接して配置される。導体バー13は、これらフィルタコンデンサ12及び過電圧保護装置18の上面に沿って延在して設置され、またパワースイッチング素子11、フィルタコンデンサ12及び過電圧保護装置18をそれぞれ接続するように設置される。

30

【0033】

本実施の形態においては、フィルタコンデンサ12と過電圧保護装置18との間の物理的な距離L1及びL2が可能な限り短くなるような配置構成を採用したので、過電圧保護装置18からスナバ回路を廃止しても、この部分に誘導電圧が発生することを抑制することができる。

【0034】

図5は、電力変換装置10の回路構成を示す。鉄道のき電方式には、交流式及び直流式があり、電動機にも交流電動機及び直流電動機とが存在する。よってき電方式と電動機との組み合わせにより電力変換装置10にもインバータ単独、コンバータ単独又は両者の組み合わせが有り得る。本実施の形態においては、一例として直流き電方式と交流電動機との組み合わせの場合に適用するインバータについて説明する。

40

【0035】

本実施の形態における電力変換装置10の主回路は、入出力端子15のうちの直流端子P及びN間に接続されるフィルタコンデンサ12と、3相インバータとによって構成される。3相インバータは、入力された直流を任意周波数及び任意電圧の3相交流に変換し、入出力端子15のうちの交流端子U、V、Wに3相交流を出力するものである。

【0036】

3相インバータは、6つのパワースイッチング素子11から構成される。各相のパワースイッチング素子11は、素子と素子に並列接続されたフリーホイールダイオードとから

50

構成される。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態においては、フィルタコンデンサ 1 2 と過電圧保護装置 1 8 との間の配線の長さ L 1 及び L 2 を可能な限り短くするようにしたので、この L 1 及び L 2 部分に誘導電圧が発生することを抑制することができる。

【 0 0 3 8 】

以下図 6 ~ 図 8 を参照して、従来の電力変換装置 1 0 A について説明する。本実施の形態における電力変換装置 1 0 と同様の構成については同一の符号又は同一の符号に A を付してその説明を省略し、異なる構成について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、従来の電力変換装置 1 0 A の正面構成を示す。従来の電力変換装置 1 0 A は、以下の点で本実施の形態における電力変換装置 1 0 と異なる。

【 0 0 4 0 】

すなわち従来の電力変換装置 1 0 A は、同一筐体 1 内において過電圧保護装置 1 8 A とは別置きに設置される点、別置きに設置されるため過電圧保護装置 1 8 A とフィルタコンデンサ 1 2 A との間の配線の長さが一定以上となりこの部分に誘導電圧が発生し、過電圧保護装置 1 8 A に設けられているパワースイッチング素子 1 8 2 A に誘導電圧が印加するおそれがある点、パワースイッチング素子 1 8 2 A を保護するために過電圧保護装置 1 8 A 内にスナバ回路 1 8 4 A が設けられる点で、本実施の形態における電力変換装置 1 0 と異なる。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、従来の電力変換装置 1 0 A の斜視構成を示す。電力変換装置 1 0 A は、手前側から奥側にかけて、フィルタコンデンサ 1 2 A、冷却ブロック 1 4 1 A 及び冷却フィン 1 4 2 A が順に配置され、フィルタコンデンサ 1 2 A の下部にはゲート制御回路 1 6 A が設置され、冷却ブロック 1 4 1 には入出力端子 1 5 A が設けられて構成される。これらは、電力変換装置 1 0 A として同一筐体 1 内に収納される。また同一筐体 1 内において電力変換装置 1 0 A とは別置きに過電圧保護装置 1 8 A が設置される。

【 0 0 4 2 】

図 8 は、従来の電力変換装置 1 0 A の要部正面構成を示す。ここでは図 6 に示した電力変換装置 1 0 A のうち、特にパワースイッチング素子 1 1 A、フィルタコンデンサ 1 2 A、導体バー 1 3 A、冷却ブロック 1 4 1 A 及び過電圧保護装置 1 8 A を示す。

【 0 0 4 3 】

従来の形態においては、フィルタコンデンサ 1 2 A と過電圧保護装置 1 8 A との間の物理的な距離 L 1 1 及び L 1 2 が長くなるため、この部分に誘導電圧が発生する。よってこの誘導電圧からパワースイッチング素子 1 8 2 A を保護するため、過電圧保護装置 1 8 A にはスナバ回路 1 8 4 A が必要となる。スナバ回路 1 8 4 A は、上述したようにスナバ抵抗器、スナバダイオード及びスナバコンデンサから構成され、特にスナバコンデンサが重くかさ張るものであるため、過電圧保護装置 1 8 A を収納する筐体 1 の軽量化及び小型化を阻害することになる。

【 0 0 4 4 】

以上のように本実施の形態によれば、フィルタコンデンサ 1 2 と過電圧保護装置 1 8 との間の導体配線長が最短となるようにこれらフィルタコンデンサ 1 2 及び過電圧保護装置 1 8 を近接して配置したので、フィルタコンデンサ 1 2 と過電圧保護装置 1 8 との間の導体配線のインダクタンス成分を無視できるレベルに減らすことができ、スナバ回路 1 8 4 A を廃止することができる。よって過電圧保護装置 1 8 の軽量化及び小型化を実現することができるとともに、電力変換装置 1 0 の信頼性向上を実現することができる。

【 0 0 4 5 】

またフィルタコンデンサ 1 2 と過電圧保護装置 1 8 との間の接続には、薄型平板形状の導体バー 1 3 を近接させて延長して沿わせるようにしたので、更なる配線インダクタンスの低減を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

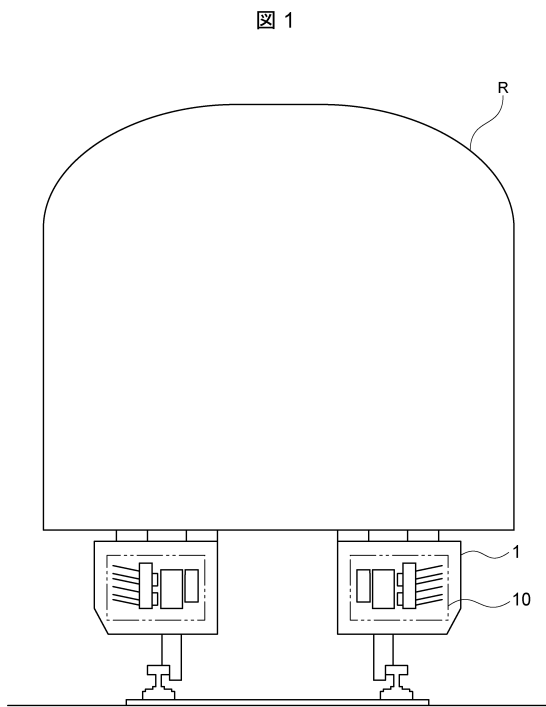
また、過電圧保護装置 1 8 の軽量化に伴い、過電圧保護装置 1 8 を電力変換装置 1 0 に直付けし、過電圧保護装置 1 8 とフィルタコンデンサ 1 2 が近接して配置されるように固定することができる。

【 符号の説明 】

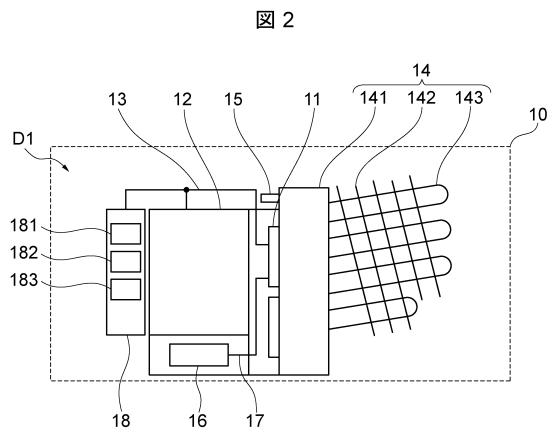
【 0 0 4 7 】

- 1 筐体
- 1 0 電力変換装置
- 1 1 パワースイッチング素子
- 1 2 フィルタコンデンサ
- 1 3 導体バー
- 1 4 冷却ユニット
- 1 5 入出力端子
- 1 6 ゲート制御回路
- 1 7 ゲート配線
- 1 8 過電圧保護装置

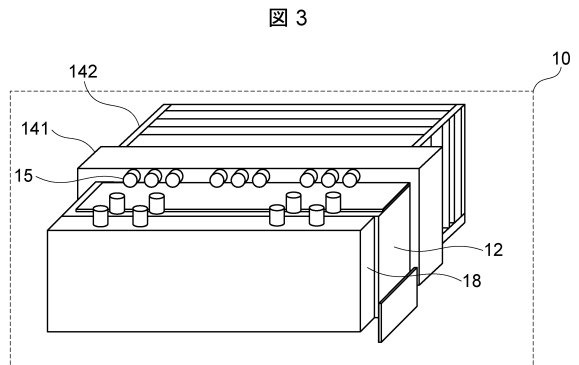
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

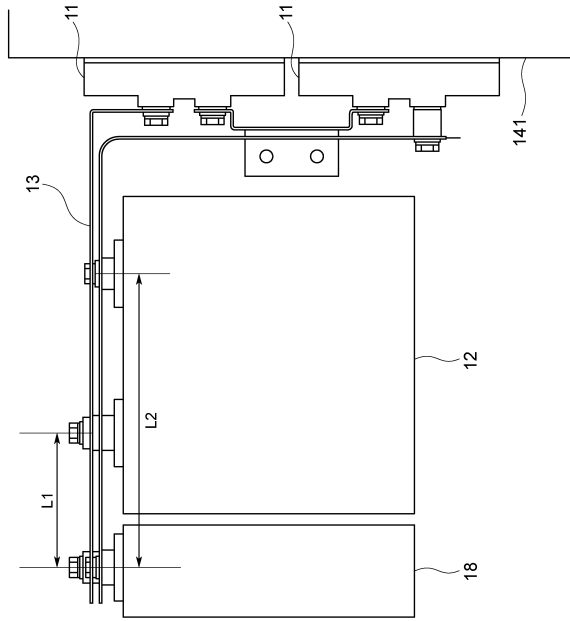
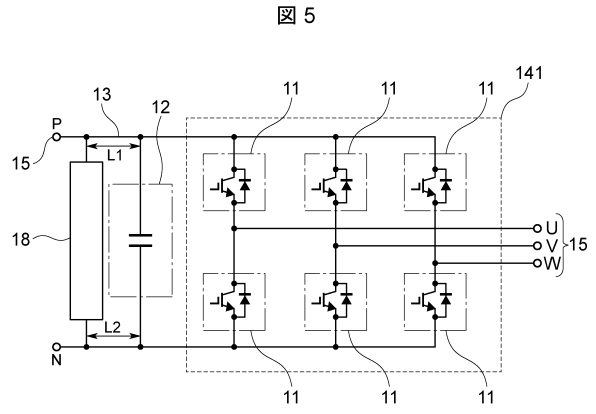
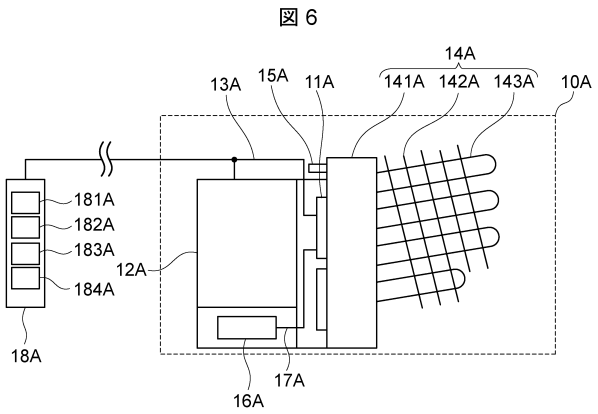


図 4

【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 8 】

【 図 7 】

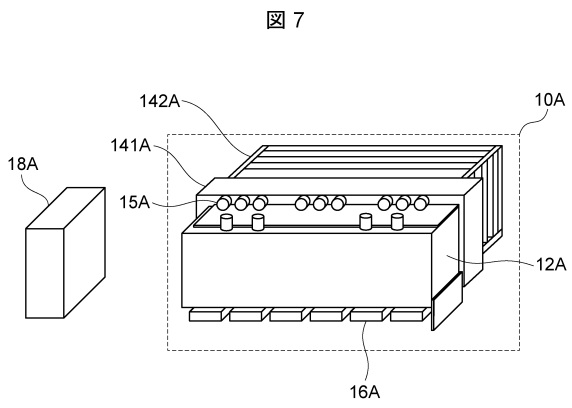
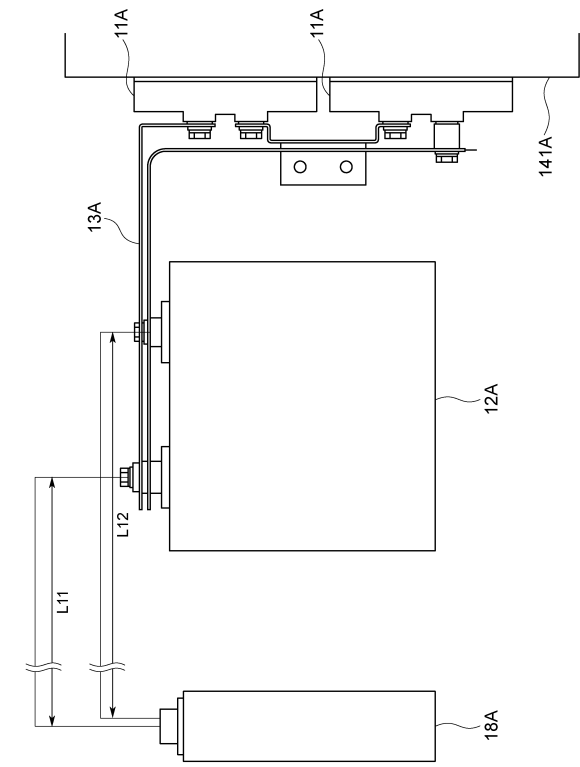


図 8



フロントページの続き

(72)発明者 高木 健雄

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会社日立製作所 交通システム社内

審査官 栗栖 正和

(56)参考文献 特開平09-037414(JP,A)

特開平10-098887(JP,A)

国際公開第2008/001427(WO,A1)

特開平10-014254(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48