

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7106018号
(P7106018)

(45)発行日 令和4年7月25日(2022.7.25)

(24)登録日 令和4年7月14日(2022.7.14)

(51)国際特許分類 F I
B 6 0 L 7/22 (2006.01) B 6 0 L 7/22 G

請求項の数 10 (全17頁)

| | | | |
|-------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2021-560793(P2021-560793) | (73)特許権者 | 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (86)(22)出願日 | 令和1年11月26日(2019.11.26) | (74)代理人 | 100118762 弁理士 高村 順 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2019/046111 | (72)発明者 | 中川 綾乃 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |
| (87)国際公開番号 | WO2021/106063 | (72)発明者 | 山下 良範 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |
| (87)国際公開日 | 令和3年6月3日(2021.6.3) | (72)発明者 | 千葉 佳範 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |
| 審査請求日 | 令和3年12月27日(2021.12.27) | 審査官 | 篠原 将之 |
| 早期審査対象出願 | | | |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 推進制御装置および推進制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は前記電力供給線から直流電力が供給される電力線に接続され、前記電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は基準電位に接続された接地線に接続される第1の配線と、

前記電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は前記電力線に接続され、前記電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は前記接地線に接続される第2の配線と、

還流ダイオードである第1のダイオードが並列接続された第1のスイッチング素子および還流ダイオードである第2のダイオードが並列接続された第2のスイッチング素子が直列接続されたブレーキチョッパ回路と、

を備え、

前記ブレーキチョッパ回路は、前記第1のスイッチング素子の一端が前記第1の配線に接続され、前記第1のスイッチング素子の他端と前記第2のスイッチング素子の一端とが接続点で接続され、前記第2のスイッチング素子の他端が前記第2の配線に接続され、前記電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は前記接続点と前記第2の配線とがブレーキ抵抗を介して接続され、前記電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は前記接続点と前記第1の配線とがブレーキ抵抗を介して接続される、

ことを特徴とする推進制御装置。

【請求項2】

前記ブレーキチョッパ回路は、前記ブレーキ抵抗と、前記ブレーキ抵抗の接続先を変更可能なスイッチと、を備え、

前記ブレーキチョッパ回路は、前記ブレーキ抵抗の一端が前記接続点に接続され、前記ブレーキ抵抗の他端が前記スイッチの第1の端子に接続され、前記スイッチの第2の端子が前記第1の配線に接続され、前記スイッチの第3の端子が前記第2の配線に接続され、前記スイッチは、前記第1の端子の接続先を前記第2の端子または前記第3の端子にすることを特徴とする請求項1に記載の推進制御装置。

【請求項3】

前記直流電力の極性が正の場合、前記電力線が前記第1の配線に接続され、前記接地線が前記第2の配線に接続され、前記スイッチにおいて前記第1の端子と前記第3の端子とが接続され、

10

前記直流電力の極性が負の場合、前記接地線が前記第1の配線に接続され、前記電力線が前記第2の配線に接続され、前記スイッチにおいて前記第1の端子と前記第2の端子とが接続される、

ことを特徴とする請求項2に記載の推進制御装置。

【請求項4】

前記ブレーキ抵抗は、抵抗値が変更可能な可変抵抗である、

ことを特徴とする請求項2または3に記載の推進制御装置。

【請求項5】

前記第1の配線にかかる電位、および前記第1の配線に流れる電流のうち少なくとも1つを検出し、第1の検出結果を出力する第1のセンサと、

20

前記第2の配線にかかる電位、および前記第2の配線に流れる電流のうち少なくとも1つを検出し、第2の検出結果を出力する第2のセンサと、

前記第1の検出結果および前記第2の検出結果に基づいて、前記スイッチの前記第1の端子の接続先が規定された端子か否かを判定するとともに、前記第1のスイッチング素子および前記第2のスイッチング素子のオンオフを制御する制御部と、

を備えることを特徴とする請求項2から4のいずれか1つに記載の推進制御装置。

【請求項6】

前記第1の配線にかかる電位、および前記第1の配線に流れる電流のうち少なくとも1つを検出し、第1の検出結果を出力する第1のセンサと、

30

前記第2の配線にかかる電位、および前記第2の配線に流れる電流のうち少なくとも1つを検出し、第2の検出結果を出力する第2のセンサと、

前記第1の検出結果および前記第2の検出結果に基づいて、前記スイッチの前記第1の端子の接続先を前記第2の端子または前記第3の端子にするとともに、前記第1のスイッチング素子および前記第2のスイッチング素子のオンオフを制御する制御部と、

を備えることを特徴とする請求項2から4のいずれか1つに記載の推進制御装置。

【請求項7】

前記制御部は、前記電力線が前記第1の配線に接続され、前記接地線が前記第2の配線に接続される場合、前記第2のスイッチング素子を常時オフとし、前記第1のスイッチング素子のオンオフを制御し、前記接地線が前記第1の配線に接続され、前記電力線が前記第2の配線に接続される場合、前記第1のスイッチング素子を常時オフとし、前記第2のスイッチング素子のオンオフを制御する、

40

ことを特徴とする請求項5または6に記載の推進制御装置。

【請求項8】

請求項2に記載の推進制御装置における推進制御方法であって、

前記推進制御装置は、前記第1のスイッチング素子および前記第2のスイッチング素子のオンオフを制御する制御部を備え、

前記制御部が、前記第1の配線にかかる電位、および前記第1の配線に流れる電流のうち少なくとも1つを検出する第1のセンサから第1の検出結果を取得する第1の取得ステップと、

50

前記制御部が、前記第 2 の配線にかかる電位、および前記第 2 の配線に流れる電流のうち少なくとも 1 つを検出する第 2 のセンサから第 2 の検出結果を取得する第 2 の取得ステップと、

前記制御部が、前記第 1 の検出結果および前記第 2 の検出結果に基づいて、前記スイッチの前記第 1 の端子の接続先が規定された端子か否かを判定する判定ステップと、を含むことを特徴とする推進制御方法。

【請求項 9】

請求項 2 に記載の推進制御装置における推進制御方法であって、

前記推進制御装置は、前記第 1 のスイッチング素子および前記第 2 のスイッチング素子のオンオフを制御する制御部を備え、

10

前記制御部が、前記第 1 の配線にかかる電位、および前記第 1 の配線に流れる電流のうち少なくとも 1 つを検出する第 1 のセンサから第 1 の検出結果を取得する第 1 の取得ステップと、

前記制御部が、前記第 2 の配線にかかる電位、および前記第 2 の配線に流れる電流のうち少なくとも 1 つを検出する第 2 のセンサから第 2 の検出結果を取得する第 2 の取得ステップと、

前記制御部が、前記第 1 の検出結果および前記第 2 の検出結果に基づいて、前記スイッチの前記第 1 の端子の接続先を前記第 2 の端子または前記第 3 の端子にする制御ステップと、を含むことを特徴とする推進制御方法。

【請求項 10】

20

前記制御部が、前記電力線が前記第 1 の配線に接続され、前記接地線が前記第 2 の配線に接続される場合、前記第 2 のスイッチング素子を常時オフとし、前記第 1 のスイッチング素子のオンオフを制御し、前記接地線が前記第 1 の配線に接続され、前記電力線が前記第 2 の配線に接続される場合、前記第 1 のスイッチング素子を常時オフとし、前記第 2 のスイッチング素子のオンオフを制御する制御ステップ、

を含むことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の推進制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道車両に搭載される推進制御装置および推進制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、電車に使用される鉄道車両では、減速時に回生ブレーキを使用して得られた電力を架線に戻すことが行われている。複数の電車の運行を制御するシステムは、架線に戻された電力を周辺の他の電車が使用することで、システム全体での消費電力を低減することができる。ここで、回生ブレーキを使用する電車は、周辺に他の電車が存在しない場合、架線に電力を戻しても回生失効になってしまう。回生失効を回避するため、特許文献 1 には、ブレーキチョッパ回路が備えるブレーキ抵抗によって、回生ブレーキによって発生した電力のうち他の電車で使用できない余分な電力を消費する技術が開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2018 - 126039 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

架線から電車に供給される電力には、交流電力および直流電力がある。架線から直流電力が供給される場合、架線の電圧が正の極性で運用されている路線が一般的であるが、架線の電圧が負の極性で運用されている路線が稀にある。架線の極性が異なる場合、すなわち架線の極性が正の場合と負の場合とでは、電車にかかる電位は逆になり、電車に流れる電

50

流が逆向きになる。そのため、特許文献 1 に記載の回路構成の装置では、架線の極性が正の場合および負の場合の両方に対応することが困難である、という問題があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、電圧の極性が異なる電力供給線から直流電力の供給を受けることが可能な推進制御装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の推進制御装置は、電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は電力供給線から直流電力が供給される電力線に接続され、電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は基準電位に接続された接地線に接続される第 1 の配線と、電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は電力線に接続され、電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は接地線に接続される第 2 の配線と、還流ダイオードである第 1 のダイオードが並列接続された第 1 のスイッチング素子および還流ダイオードである第 2 のダイオードが並列接続された第 2 のスイッチング素子が直列接続されたブレーキチョッパ回路と、を備える。ブレーキチョッパ回路は、第 1 のスイッチング素子の一端が第 1 の配線に接続され、第 1 のスイッチング素子の他端と第 2 のスイッチング素子の一端とが接続点で接続され、第 2 のスイッチング素子の他端が第 2 の配線に接続され、電力供給線から正の極性の電圧の直流電力が供給される場合は接続点と第 2 の配線とがブレーキ抵抗を介して接続され、電力供給線から負の極性の電圧の直流電力が供給される場合は接続点と第 1 の配線とがブレーキ抵抗を介して接続される、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、推進制御装置は、電圧の極性が異なる電力供給線から直流電力の供給を受けることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】実施の形態 1 に係る推進制御装置の構成例および推進制御装置が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続される場合の接続例を示す図

【図 2】実施の形態 1 に係る推進制御装置の構成例および推進制御装置が負の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続される場合の接続例を示す図

【図 3】実施の形態 1 に係る推進制御装置が備える制御部の動作を示すフローチャート

【図 4】実施の形態 1 に係る推進制御装置が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで構成する場合の例を示す図

【図 5】実施の形態 1 に係る推進制御装置が備える処理回路を専用のハードウェアで構成する場合の例を示す図

【図 6】実施の形態 1 に係る推進制御装置の構成の第 1 の変形例および推進制御装置が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続された場合の接続例を示す図

【図 7】実施の形態 1 に係る推進制御装置の構成の第 2 の変形例および推進制御装置が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続された場合の接続例を示す図

【図 8】実施の形態 2 に係る推進制御装置の構成例および推進制御装置が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続された場合の接続例を示す図

【図 9】実施の形態 2 に係る推進制御装置の構成例および推進制御装置が負の極性の電圧の直流電力を供給する架線に接続された場合の接続例を示す図

【図 10】実施の形態 2 に係る推進制御装置が備える制御部の動作を示すフローチャート

【図 11】実施の形態 3 に係る推進制御装置が備える制御部の動作を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下に、本発明の実施の形態に係る推進制御装置および推進制御方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る推進制御装置 1 の構成例および推進制御装置 1 が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線 2 に接続される場合の接続例を示す図である。図 1 は、一例として、架線 2 から推進制御装置 1 に + 1 5 0 0 V の電圧の直流電力が供給される例を示しているが、電圧の大きさは + 1 5 0 0 V に限定されない。推進制御装置 1 は、電車 7 に搭載され、電車 7 の速度を制御する装置である。推進制御装置 1 は、電力線 4、接地線 5、およびモータ 6 に接続される。

【 0 0 1 1 】

電力線 4 は、架線 2 からパンタグラフ 3 を介して直流電力が供給される。すなわち、推進制御装置 1 には、パンタグラフ 3 および電力線 4 を介して架線 2 から直流電力が供給される。実際には、パンタグラフ 3 と推進制御装置 1 との間の電力線 4 上に遮断器などが設けられているが、一般的な構成であり、本実施の形態の特徴に影響しないため、記載を省略している。なお、図 1 では、電車 7 に電力を供給する線を架線 2 としているが、これに限定されず、第三軌条によって電車 7 に電力を供給する方式であってもよい。以降の説明において、架線 2 および第三軌条をまとめて電力供給線と称することがある。

10

【 0 0 1 2 】

接地線 5 は、基準電位に接続されている。本実施の形態において、基準電位はグラウンドとする。なお、図 1 ではグラウンドを「GND」と記載している。以降の図においても同様とする。

20

【 0 0 1 3 】

推進制御装置 1 は、電力線 4 から供給される直流電力を三相交流電力に変換し、三相交流電力をモータ 6 に出力する。

【 0 0 1 4 】

モータ 6 は、推進制御装置 1 から出力される三相交流電圧によって、電車 7 が備える図示しない車輪などを駆動する。

【 0 0 1 5 】

推進制御装置 1 の構成について詳細に説明する。推進制御装置 1 は、第 1 の配線 1 1 と、第 2 の配線 1 2 と、ブレーキチョップ回路 1 3 と、電力変換部 1 4 と、制御部 1 5 と、端子 1 6 と、端子 1 7 と、を備える。ブレーキチョップ回路 1 3 は、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a と、第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b と、ブレーキ抵抗モジュール 2 3 と、を備える。

30

【 0 0 1 6 】

第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a は、第 1 のスイッチング素子 2 1 a と、第 1 のダイオード 2 2 a と、を備える。第 1 のダイオード 2 2 a は、還流ダイオードである。第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a では、第 1 のダイオード 2 2 a が第 1 のスイッチング素子 2 1 a に並列接続されている。第 1 のスイッチング素子 2 1 a は、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。なお、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a を、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) で構成してもよい。MOSFET は寄生ダイオードを有するので、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a は、MOSFET の寄生ダイオードを第 1 のダイオード 2 2 a として利用することで、第 1 のダイオード 2 2 a を別途備えなくてもよい。

40

【 0 0 1 7 】

第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b は、第 2 のスイッチング素子 2 1 b と、第 2 のダイオード 2 2 b と、を備える。第 2 のダイオード 2 2 b は、還流ダイオードである。第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b では、第 2 のダイオード 2 2 b が第 2 のスイッチング素子 2 1 b に並列接続されている。第 2 のスイッチング素子 2 1 b は、例えば、IGBT である。なお、第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b を、MOSFET で構成してもよい。MOSFET は寄生ダイオードを有するので、第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b は、MOSFET の寄生ダイオードを第 2 のダイオード 2 2 b として利用することで、第 2 のダ

50

イオード 2 2 b を別途備えなくてもよい。

【 0 0 1 8 】

ブレーキ抵抗モジュール 2 3 は、ブレーキ抵抗 2 4 と、スイッチ 2 5 と、を備える。ブレーキ抵抗 2 4 は、回生ブレーキ使用時において、架線 2 に電力を戻す際に図示しない周辺の他の電車で使用できない余分な電力を消費するための抵抗である。ブレーキ抵抗 2 4 は、抵抗値が固定の抵抗であってもよいし、抵抗値が変更可能な可変抵抗であってもよい。ブレーキ抵抗 2 4 が可変抵抗の場合、電車 7 を運行する鉄道事業者の担当者は、架線 2 の電圧に応じてブレーキ抵抗 2 4 の抵抗値を容易に変更することができる。鉄道事業者の担当者は、例えば、電車 7 の設計者、電車 7 の整備担当者などであるが、これらに限定されない。以降の説明では、鉄道事業者の担当者を単に「鉄道事業者」とする。

10

【 0 0 1 9 】

スイッチ 2 5 は、ブレーキ抵抗 2 4 の接続先を変更可能なスイッチである。スイッチ 2 5 は、第 1 の端子 2 5 a と、第 2 の端子 2 5 b と、第 3 の端子 2 5 c と、を備える。ブレーキチョッパ回路 1 3 において、ブレーキ抵抗 2 4 の一端が接続点 2 6 に接続され、ブレーキ抵抗 2 4 の他端がスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a に接続され、スイッチ 2 5 の第 2 の端子 2 5 b が第 1 の配線 1 1 に接続され、スイッチ 2 5 の第 3 の端子 2 5 c が第 2 の配線 1 2 に接続される。スイッチ 2 5 は、第 1 の端子 2 5 a の接続先を第 2 の端子 2 5 b または第 3 の端子 2 5 c にする。

【 0 0 2 0 】

ブレーキチョッパ回路 1 3 は、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a および第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b が直列接続、すなわち第 1 のスイッチング素子 2 1 a および第 2 のスイッチング素子 2 1 b が直列接続されている。ブレーキチョッパ回路 1 3 において、第 1 のスイッチング素子 2 1 a の一端が第 1 の配線 1 1 に接続され、第 1 のスイッチング素子 2 1 a の他端と第 2 のスイッチング素子 2 1 b の一端とが接続点 2 6 で接続され、第 2 のスイッチング素子 2 1 b の他端が第 2 の配線 1 2 に接続されている。また、ブレーキチョッパ回路 1 3 において、接続点 2 6 と第 1 の配線 1 1 または第 2 の配線 1 2 とがブレーキ抵抗モジュール 2 3、すなわちブレーキ抵抗 2 4 およびスイッチ 2 5 を介して接続される。ブレーキチョッパ回路 1 3 は、第 1 のスイッチング素子 2 1 a および第 2 のスイッチング素子 2 1 b が直列接続されるので、例えば、IGBT の素子が 2 つ含まれる 2 i n 1 パッケージの部品を使用することができる。

20

30

【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように、直流電力の極性が正の場合、推進制御装置 1 では、電力線 4 が端子 1 6 を介して第 1 の配線 1 1 に接続され、接地線 5 が端子 1 7 を介して第 2 の配線 1 2 に接続され、スイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a と第 3 の端子 2 5 c とが接続される。

【 0 0 2 2 】

制御部 1 5 は、ブレーキチョッパ回路 1 3 および電力変換部 1 4 の動作を制御する。具体的には、制御部 1 5 は、直流電力の極性が正の場合、第 2 のスイッチング素子 2 1 b を常時オフとし、第 1 のスイッチング素子 2 1 a のチョッパ動作、すなわちオンオフを制御する。

【 0 0 2 3 】

ブレーキチョッパ回路 1 3 は、直流電力の極性が正であって推進制御装置 1 が図 1 に示すような接続状態の場合、制御部 1 5 の制御によって、第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b の第 2 のダイオード 2 2 b が還流ダイオードとなり、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a の第 1 のスイッチング素子 2 1 a をオンオフする。これにより、ブレーキチョッパ回路 1 3 は、電力変換部 1 4 に出力する直流電力の電圧を制御するとともに、回生ブレーキ使用時には架線 2 に戻す直流電力の電圧を制御する。

40

【 0 0 2 4 】

電力変換部 1 4 は、制御部 1 5 の制御によって、ブレーキチョッパ回路 1 3 から出力される直流電力を三相交流電力に変換してモータ 6 に出力する。また、電力変換部 1 4 は、回生ブレーキ使用時には、制御部 1 5 の制御によって、モータ 6 で発生した三相交流電力を

50

直流電力に変換してブレーキチョッパ回路 1 3 に出力する。

【 0 0 2 5 】

ここで、推進制御装置 1 は、直流電力の極性が負の場合にも、図 1 とは接続状態を変えることによって電車 7 において使用することが可能である。図 2 は、実施の形態 1 に係る推進制御装置 1 の構成例および推進制御装置 1 が負の極性の電圧の直流電力を供給する架線 2 に接続される場合の接続例を示す図である。図 2 は、一例として、架線 2 から推進制御装置 1 に - 1 5 0 0 V の電圧の直流電力が供給される例を示しているが、電圧の大きさは - 1 5 0 0 V に限定されない。図 2 に示す推進制御装置 1 の構成は、図 1 に示す推進制御装置 1 の構成と同様である。図 2 に示す推進制御装置 1 と図 1 に示す推進制御装置 1 とでは、電力線 4 の接続先、接地線 5 の接続先、およびスイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a の接続先が異なる。

10

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、直流電力の極性が負の場合、推進制御装置 1 では、電力線 4 が端子 1 7 を介して第 2 の配線 1 2 に接続され、接地線 5 が端子 1 6 を介して第 1 の配線 1 1 に接続され、スイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a と第 2 の端子 2 5 b とが接続される。

【 0 0 2 7 】

制御部 1 5 は、ブレーキチョッパ回路 1 3 および電力変換部 1 4 の動作を制御する。具体的には、制御部 1 5 は、直流電力の極性が負の場合、第 1 のスイッチング素子 2 1 a を常時オフとし、第 2 のスイッチング素子 2 1 b のチョッパ動作、すなわちオンオフを制御する。

20

【 0 0 2 8 】

ブレーキチョッパ回路 1 3 は、直流電力の極性が負であって推進制御装置 1 が図 2 に示すような接続状態の場合、制御部 1 5 の制御によって、第 1 のスイッチングモジュール 2 0 a の第 1 のダイオード 2 2 a が還流ダイオードとなり、第 2 のスイッチングモジュール 2 0 b の第 2 のスイッチング素子 2 1 b をオンオフする。これにより、ブレーキチョッパ回路 1 3 は、電力変換部 1 4 に出力する直流電力の電圧を制御するとともに、回生ブレーキ使用時には架線 2 に戻す直流電力の電圧を制御する。

【 0 0 2 9 】

図 1 および図 2 に示すように、第 1 の配線 1 1 は、端子 1 6 を介して電力線 4 または接地線 5 と接続可能である。同様に、第 2 の配線 1 2 は、端子 1 7 を介して電力線 4 または接地線 5 と接続可能である。ただし、第 1 の配線 1 1 は、第 2 の配線 1 2 が端子 1 7 を介して電力線 4 に接続される場合は端子 1 6 を介して接地線 5 に接続され、第 2 の配線 1 2 が端子 1 7 を介して接地線 5 に接続される場合は端子 1 6 を介して電力線 4 に接続される。同様に、第 2 の配線 1 2 は、第 1 の配線 1 1 が端子 1 6 を介して電力線 4 に接続される場合は端子 1 7 を介して接地線 5 に接続され、第 1 の配線 1 1 が端子 1 6 を介して接地線 5 に接続される場合は端子 1 7 を介して電力線 4 に接続される。端子 1 6 , 1 7 は、例えば、電力線 4 および接地線 5 のうちの 1 つと接続可能なコネクタである。なお、電力線 4 および接地線 5 についても、端子 1 6 または端子 1 7 と接続される部分は、端子 1 6 または端子 1 7 のコネクタの形状と対応する形状のコネクタである。

30

【 0 0 3 0 】

本実施の形態では、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性は、電車 7 の運用中に正と負とが切り替わることはないことを想定している。すなわち、電車 7 は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が正の路線から、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負の路線に連続して走行することはない。そのため、鉄道事業者は、電車 7 を運用する路線によって、電力線 4 の接続先、接地線 5 の接続先、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先を切り替えることができる。また、鉄道事業者は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性の情報、または、電力線 4 の接続先、接地線 5 の接続先、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先の情報を制御部 1 5 に入力する。これにより、制御部 1 5 は、第 1 のスイッチング素子 2 1 a および第 2 のスイッチング素子 2 1 b のうち、一方のスイッチング素子を常時オフとし、他方のスイッチング素子のオンオフを制

40

50

御することができる。

【0031】

また、鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の極性に係わらず、ブレーキ抵抗24の他端が、スイッチ25を介して、接地線5が接続される配線に接続されるように、スイッチ25の第1の端子25aの接続先を切り替える。すなわち、鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合、接地線5が端子17を介して第2の配線12に接続されているので、スイッチ25の第1の端子25aの接続先を、第2の配線12と接続する第3の端子25cにする。また、鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、接地線5が端子16を介して第1の配線11に接続されているので、スイッチ25の第1の端子25aの接続先を、第1の配線11と接続する第2の端子25bにする。推進制御装置1において、制御部15は、電位の絶対値の大きい配線に接続されているスイッチング素子のみを駆動し、電位の絶対値の小さい、すなわち接地線5が接続されている配線に接続されているスイッチング素子を常時オフする。

10

【0032】

これにより、推進制御装置1は、常時オフのスイッチング素子に並列接続されるダイオードである還流ダイオードを、常に基準電位であるグラウンドに接続することができる。また、推進制御装置1は、ブレーキ抵抗24を、オンオフ制御されるスイッチング素子よりも接地線5が接続された配線の方、すなわち基準電位であるグラウンドに接続することができる。推進制御装置1では、仮に、ブレーキ抵抗24が、オンオフ制御されるスイッチング素子よりも電力線4が接続された配線の方、すなわち電位の絶対値の大きい方に接続されると、ブレーキ抵抗24の絶縁劣化、抵抗器故障などによってアークが発生する可能性がある。そのため、推進制御装置1では、ブレーキ抵抗24を、電位の絶対値の小さい方、すなわち基準電位であるグラウンドに接続することが好ましい。

20

【0033】

図3は、実施の形態1に係る推進制御装置1が備える制御部15の動作を示すフローチャートである。制御部15は、鉄道事業者によって入力された情報に基づいて、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合(ステップS1: Yes)、第1のスイッチング素子21aをオンオフし、第2のスイッチング素子21bを常時オフする制御を行う(ステップS2)。制御部15は、鉄道事業者によって入力された情報に基づいて、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合(ステップS1: No)、第2のスイッチング素子21bをオンオフし、第1のスイッチング素子21aを常時オフする制御を行う(ステップS3)。

30

【0034】

つづいて、推進制御装置1のハードウェア構成について説明する。推進制御装置1において、ブレーキチョッパ回路13は前述のような回路構成である。電力変換部14は、図示しないMOSFETなどのスイッチング素子が2つ直列接続されたレグを3つ有する直流交流変換回路である。制御部15は処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用のハードウェアであってもよい。

【0035】

図4は、実施の形態1に係る推進制御装置1が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで構成する場合の例を示す図である。処理回路がプロセッサ91およびメモリ92で構成される場合、推進制御装置1の処理回路の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ92に格納される。処理回路では、メモリ92に記憶されたプログラムをプロセッサ91が読み出して実行することにより、各機能を実現する。すなわち、処理回路は、推進制御装置1の処理が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ92を備える。また、これらのプログラムは、推進制御装置1の手順および方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

40

50

【0036】

ここで、プロセッサ91は、CPU (Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはDSP (Digital Signal Processor) などであってもよい。また、メモリ92には、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically EPROM) などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、またはDVD (Digital Versatile Disc) などが該当する。

【0037】

図5は、実施の形態1に係る推進制御装置1が備える処理回路を専用のハードウェアで構成する場合の例を示す図である。処理回路が専用のハードウェアで構成される場合、図5に示す処理回路93は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。推進制御装置1の各機能を機能別に処理回路93で実現してもよいし、各機能をまとめて処理回路93で実現してもよい。

【0038】

なお、推進制御装置1の各機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。このように、処理回路は、専用のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

【0039】

以上説明したように、本実施の形態によれば、推進制御装置1は、架線2から供給される直流電力の電圧の極性に応じて、電力線4および接地線5の接続先が切り替えられ、スイッチ25の第1の端子25aの接続先が切り替えられることによって、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合および負の場合においても使用することができる。すなわち、推進制御装置1は、電圧の極性が異なる架線2から直流電力の供給を受けることができる。

【0040】

なお、推進制御装置1は、ブレーキチョッパ回路13において、スイッチ25に替えて、2つのスイッチによってブレーキ抵抗24の接続先を切り替えてもよい。図6は、実施の形態1に係る推進制御装置1の構成の第1の変形例および推進制御装置1が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線2に接続された場合の接続例を示す図である。推進制御装置1は、スイッチ25に替えて、スイッチ27、28を備える。鉄道事業者は、電車7を運用する路線によって、スイッチ27、28のうち、一方のスイッチをオンにし、他方のスイッチをオフにする。図6は、鉄道事業者が、スイッチ27をオンにし、スイッチ28をオフにして、ブレーキ抵抗24の他端を第2の配線12に接続させた場合を示している。なお、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、鉄道事業者は、スイッチ27をオフにし、スイッチ28をオンにして、ブレーキ抵抗24の他端を第1の配線11に接続させる。スイッチ27、28は、一方がオンの場合に他方がオフするように連動したスイッチであってもよい。なお、推進制御装置1は、ブレーキチョッパ回路13において、3つ以上のスイッチによってブレーキ抵抗24の接続先を切り替えてもよい。このように、ブレーキ抵抗24の接続先を切り替えるスイッチは、1つであってもよいし、2つ以上、すなわち複数であってもよい。

【0041】

また、推進制御装置1は、ブレーキチョッパ回路13のブレーキ抵抗24が外付け可能な構成であってもよい。図7は、実施の形態1に係る推進制御装置1の構成の第2の変形例および推進制御装置1が正の極性の電圧の直流電力を供給する架線2に接続された場合の接続例を示す図である。図7に示すような構成にすることによって、鉄道事業者は、電車

10

20

30

40

50

7を運用する路線、例えば、架線2から供給される直流電力の電圧に応じて、ブレーキ抵抗24の抵抗値を電車7毎に変更することができる。ブレーキ抵抗24が外付け可能な構成の場合、ブレーキチョッパ回路13は、スイッチ25を設けず、ブレーキ抵抗24の一端を接続点26に接続させ、ブレーキ抵抗24の他端を直接第1の配線11または直接第2の配線12に接続させる構成にすることができる。この場合においても、電車7を運行する鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の電圧に応じてブレーキ抵抗24の抵抗値を容易に変更することができる。図7は、ブレーキ抵抗24の他端を直接第2の配線12に接続させた場合を示している。なお、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、鉄道事業者は、ブレーキ抵抗24の他端を直接第1の配線11に接続させる。

【0042】

実施の形態2.

実施の形態1では、鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の電圧の極性に応じて、推進制御装置1において、電力線4の接続先、接地線5の接続先、およびスイッチ25の第1の端子25aの接続先を切り替える。また、鉄道事業者は、架線2から供給される直流電力の電圧の極性の情報、または、各接続先の情報を制御部15に入力する。この場合、鉄道事業者による制御部15への入力ミス、入力忘れなどが懸念される。実施の形態2では、制御部が、架線2から供給される直流電力の電圧の極性に対して各接続先が適切か否かを判定する。

【0043】

図8は、実施の形態2に係る推進制御装置1aの構成例および推進制御装置1aが正の極性の電圧の直流電力を供給する架線2に接続された場合の接続例を示す図である。図9は、実施の形態2に係る推進制御装置1aの構成例および推進制御装置1aが負の極性の電圧の直流電力を供給する架線2に接続された場合の接続例を示す図である。推進制御装置1aは、電車7aに搭載され、電車7aの速度を制御する装置である。推進制御装置1aは、図1に示す推進制御装置1に対して、制御部15を制御部15aに置き換え、第1のセンサ18および第2のセンサ19を追加したものである。

【0044】

第1の配線11は、前述のように、端子16を介して電力線4または接地線5に接続されるが、接続される線によって、第1の配線11にかかる電位と第2の配線12にかかる電位との電位差が逆になり、第1の配線11に流れる電流の向きが逆になる。そのため、第1のセンサ18は、第1の配線11にかかる電位、および第1の配線11に流れる電流のうち少なくとも1つを検出する。第1のセンサ18は、検出した結果を第1の検出結果として制御部15aに出力する。

【0045】

同様に、第2の配線12は、前述のように、端子17を介して電力線4または接地線5に接続されるが、接続される線によって、第2の配線12にかかる電位と第1の配線11にかかる電位との電位差が逆になり、第2の配線12に流れる電流の向きが逆になる。そのため、第2のセンサ19は、第2の配線12にかかる電位、および第2の配線12に流れる電流のうち少なくとも1つを検出する。第2のセンサ19は、検出した結果を第2の検出結果として制御部15aに出力する。

【0046】

架線2から供給される直流電力の電圧の極性が正、かつ第1の配線11に電力線4が接続され、第2の配線12に接地線5が接続される場合、第1のセンサ18で検出される電位の方が第2のセンサ19で検出される電位よりも高くなる。第2のセンサ19で検出される電位は基準電位である。また、第1のセンサ18で検出される電流の向きは推進制御装置1aの外部から内部の向き、第2のセンサ19で検出される電流の向きは推進制御装置1aの内部から外部の向きになる。これに対して、架線2から供給される直流電力の電圧の極性が正、かつ第1の配線11に接地線5が接続され、第2の配線12に電力線4が接続される場合、第2のセンサ19で検出される電位の方が第1のセンサ18で検出される電位よりも高くなる。第1のセンサ18で検出される電位は基準電位である。また、第2

10

20

30

40

50

のセンサ 19 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の外部から内部の向き、第 1 のセンサ 18 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の内部から外部の向きになる。

【 0 0 4 7 】

架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負、かつ第 1 の配線 1 1 に接地線 5 が接続され、第 2 の配線 1 2 に電力線 4 が接続される場合、第 1 のセンサ 18 で検出される電位の方が第 2 のセンサ 19 で検出される電位よりも高くなる。第 1 のセンサ 18 で検出される電位は基準電位である。また、第 1 のセンサ 18 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の外部から内部の向き、第 2 のセンサ 19 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の内部から外部の向きになる。これに対して、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負、かつ第 1 の配線 1 1 に電力線 4 が接続され、第 2 の配線 1 2 に接地線 5 が接続される場合、第 2 のセンサ 19 で検出される電位の方が第 1 のセンサ 18 で検出される電位よりも高くなる。第 2 のセンサ 19 で検出される電位は基準電位である。また、第 2 のセンサ 19 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の外部から内部の向き、第 1 のセンサ 18 で検出される電流の向きは推進制御装置 1 a の内部から外部の向きになる。

10

【 0 0 4 8 】

制御部 1 5 a は、前述の実施の形態 1 のときの制御部 1 5 の機能を有するとともに、さらに、第 1 の配線 1 1、第 2 の配線 1 2、およびスイッチ 2 5 の各接続先が適切か否かを判定する機能を有する。すなわち、制御部 1 5 a は、第 1 のセンサ 18 から第 1 の検出結果を取得し、第 2 のセンサ 19 から第 2 の検出結果を取得する。制御部 1 5 a は、第 1 の検出結果および第 2 の検出結果に基づいて、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性を判定する。つぎに、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に対して、第 1 の配線 1 1 および第 2 の配線 1 2 の接続先が適切か否かを判定する。具体的には、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合、第 1 の配線 1 1 に電力線 4 が接続され、第 2 の配線 1 2 に接地線 5 が接続されているときは接続先が適切と判定する。また、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、第 1 の配線 1 1 に接地線 5 が接続され、第 2 の配線 1 2 に電力線 4 が接続されているときは接続先が適切と判定する。

20

【 0 0 4 9 】

制御部 1 5 a は、第 1 の検出結果および第 2 の検出結果に基づいて、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先が規定された端子か否かを判定する。すなわち、制御部 1 5 a は、スイッチ 2 5 の接続状態を監視し、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に対して、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切か否かを判定する。具体的には、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a が第 3 の端子 2 5 c に接続されているときは接続先が適切と判定する。また、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a が第 2 の端子 2 5 b に接続されているときは接続先が適切と判定する。

30

【 0 0 5 0 】

制御部 1 5 a は、第 1 の配線 1 1 の接続先、第 2 の配線 1 2 の接続先、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先において、少なくとも 1 つで適切ではないと判定した場合、電車 7 a の図示しない運転台、および電車 7 a の運行を管理する図示しない地上装置のうち少なくとも 1 つに対して、接続に異常がある旨の警告を出力する。なお、制御部 1 5 a は、第 1 の配線 1 1 の接続先、第 2 の配線 1 2 の接続先、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先が全て適切と判定した場合、前述の運転台および地上装置のうち少なくとも 1 つに対して、接続が適切である旨を出力してもよい。

40

【 0 0 5 1 】

制御部 1 5 a の動作を、フローチャートを用いて説明する。図 1 0 は、実施の形態 2 に係る推進制御装置 1 a が備える制御部 1 5 a の動作を示すフローチャートである。制御部 1 5 a は、第 1 のセンサ 18 から第 1 の検出結果を取得し、第 2 のセンサ 19 から第 2 の検出結果を取得する（ステップ S 1 1）。制御部 1 5 a は、第 1 の検出結果および第 2 の検

50

出結果に基づいて、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性を判定する（ステップ S 1 2）。制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に対して、第 1 の配線 1 1 および第 2 の配線 1 2 の接続先が適切か否かを判定する（ステップ S 1 3）。制御部 1 5 a は、第 1 の配線 1 1 および第 2 の配線 1 2 の接続先が適切と判定した場合（ステップ S 1 3 : Yes）、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に対して、スイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切か否かを判定する（ステップ S 1 4）。

【 0 0 5 2 】

制御部 1 5 a は、スイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切と判定した場合（ステップ S 1 4 : Yes）、接続先が適切である旨を出力する（ステップ S 1 5）。なお、制御部 1 5 a は、ステップ S 1 4 : Yes の場合、ステップ S 1 5 を省略して動作を終了してもよい。制御部 1 5 a は、第 1 の配線 1 1 および第 2 の配線 1 2 の接続先が適切ではないと判定した場合（ステップ S 1 3 : No）、または、スイッチ 2 5 において第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切ではないと判定した場合（ステップ S 1 4 : No）、警告を出力する（ステップ S 1 6）。

【 0 0 5 3 】

なお、制御部 1 5 a による第 1 のスイッチング素子 2 1 a、および第 2 のスイッチング素子 2 1 b の制御内容については、前述の制御部 1 5 による制御内容と同様である。

【 0 0 5 4 】

つづいて、推進制御装置 1 a のハードウェア構成について説明する。推進制御装置 1 a において、第 1 のセンサ 1 8 および第 2 のセンサ 1 9 は、電位および電流のうち少なくとも 1 つを検出可能なセンサである。制御部 1 5 a は、前述の制御部 1 5 と同様、処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用のハードウェアであってもよい。

【 0 0 5 5 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、推進制御装置 1 a は、電力線 4 または接地線 5 が接続される第 1 の配線 1 1 の端子 1 6 の後段に第 1 のセンサ 1 8 を備え、電力線 4 または接地線 5 が接続される第 2 の配線 1 2 の端子 1 7 の後段に第 2 のセンサ 1 9 を備える。推進制御装置 1 a は、第 1 のセンサ 1 8 の第 1 の検出結果および第 2 のセンサ 1 9 の第 2 の検出結果に基づいて、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性を判定し、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に対して、電力線 4 の接続先、接地線 5 の接続先、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切か否かを判定することとした。これにより、推進制御装置 1 a は、実施の形態 1 と同様の効果を得るとともに、電力線 4、接地線 5、およびスイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の誤接続を検出することができる。

【 0 0 5 6 】

実施の形態 3 .

実施の形態 2 では、推進制御装置 1 a の制御部 1 5 a は、第 1 のセンサ 1 8 の第 1 の検出結果および第 2 のセンサ 1 9 の第 2 の検出結果に基づいて、第 1 の配線 1 1 および第 2 の配線 1 2 の接続先が適切か否かを判定するとともに、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先が適切か否かを判定していた。実施の形態 3 では、制御部 1 5 a が、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に基づいて、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先を制御する。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 3 において、推進制御装置 1 a の構成は、図 8 および図 9 に示す実施の形態 2 のときの構成と同様である。推進制御装置 1 a において、制御部 1 5 a は、第 1 の検出結果および第 2 の検出結果に基づいて、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先を第 2 の端子 2 5 b または第 3 の端子 2 5 c にする。すなわち、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に基づいて、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a の接続先を第 2 の端子 2 5 b または第 3 の端子 2 5 c にする。具体的には、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合、スイッチ 2 5 の第 1 の端子 2 5 a を第 3 の端子 2 5 c に接続させる。また、制御部 1 5 a は、架線 2 から供給される直流電力の電

10

20

30

40

50

圧の極性が負の場合、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a を第 2 の端子 25 b に接続させる。

【0058】

制御部 15 a の動作を、フローチャートを用いて説明する。図 11 は、実施の形態 3 に係る推進制御装置 1 a が備える制御部 15 a の動作を示すフローチャートである。図 11 に示すフローチャートにおいて、ステップ S 21 からステップ S 23、およびステップ S 25 からステップ S 26 の動作内容は、図 10 に示す実施の形態 2 のときのフローチャートのステップ S 11 からステップ S 13、およびステップ S 15 からステップ S 16 の動作内容と同様である。制御部 15 a は、第 1 の配線 11 および第 2 の配線 12 の接続先が適切と判定した場合（ステップ S 23：Yes）、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に基づいて、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a の接続先を制御する（ステップ S 24）。前述のように、制御部 15 a は、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が正の場合、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a を第 3 の端子 25 c に接続させ、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性が負の場合、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a を第 2 の端子 25 b に接続させる。

10

【0059】

以上説明したように、本実施の形態によれば、推進制御装置 1 a は、電力線 4 または接地線 5 が接続される第 1 の配線 11 の端子 16 の後段に第 1 のセンサ 18 を備え、電力線 4 または接地線 5 が接続される第 2 の配線 12 の端子 17 の後段に第 2 のセンサ 19 を備える。推進制御装置 1 a は、第 1 のセンサ 18 の第 1 の検出結果および第 2 のセンサ 19 の第 2 の検出結果に基づいて、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性を判定し、架線 2 から供給される直流電力の電圧の極性に基づいて、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a の接続先を制御することとした。これにより、推進制御装置 1 a は、実施の形態 1 と同様の効果を得るとともに、電力線 4、および接地線 5 の誤接続を検出することができる。さらに、推進制御装置 1 a は、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a の接続先を自動制御することで、スイッチ 25 の第 1 の端子 25 a の誤接続を防止することができる。

20

【0060】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

30

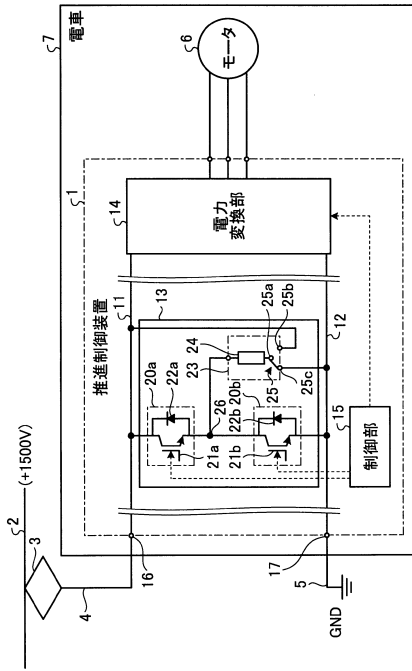
【0061】

1, 1 a 推進制御装置、2 架線、3 パンタグラフ、4 電力線、5 接地線、6 モータ、7, 7 a 電車、11 第 1 の配線、12 第 2 の配線、13 ブレーキチョッパ回路、14 電力変換部、15, 15 a 制御部、16, 17 端子、18 第 1 のセンサ、19 第 2 のセンサ、20 a 第 1 のスイッチングモジュール、20 b 第 2 のスイッチングモジュール、21 a 第 1 のスイッチング素子、21 b 第 2 のスイッチング素子、22 a 第 1 のダイオード、22 b 第 2 のダイオード、23 ブレーキ抵抗モジュール、24 ブレーキ抵抗、25, 27, 28 スイッチ、25 a 第 1 の端子、25 b 第 2 の端子、25 c 第 3 の端子、26 接続点。

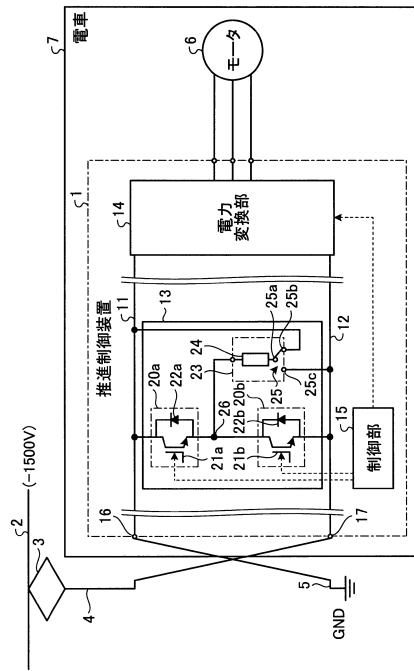
40

【図面】

【図 1】



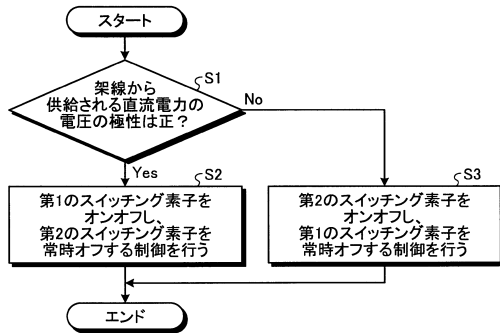
【図 2】



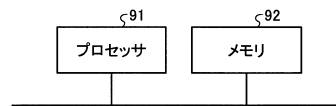
10

20

【図 3】



【図 4】

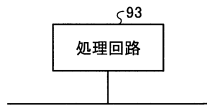


30

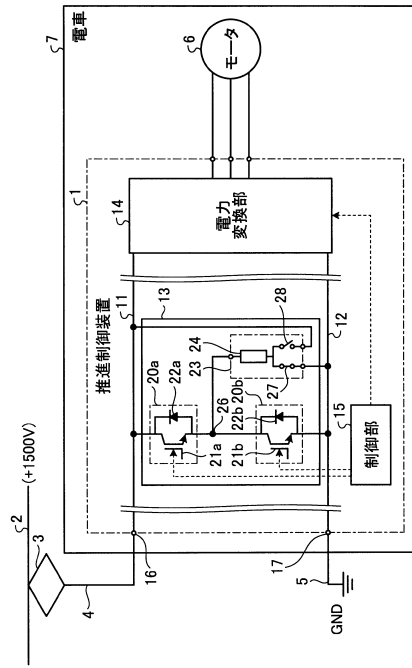
40

50

【図 5】



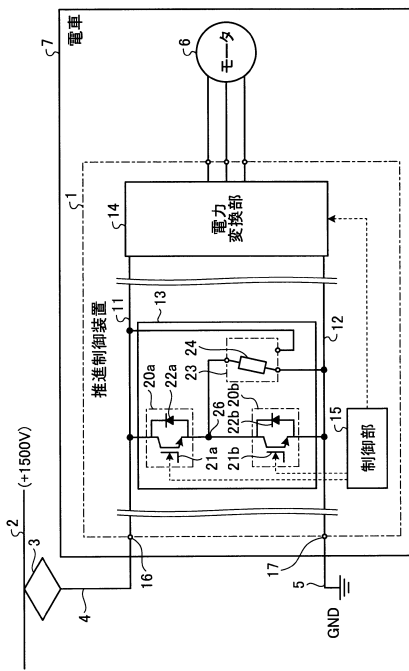
【図 6】



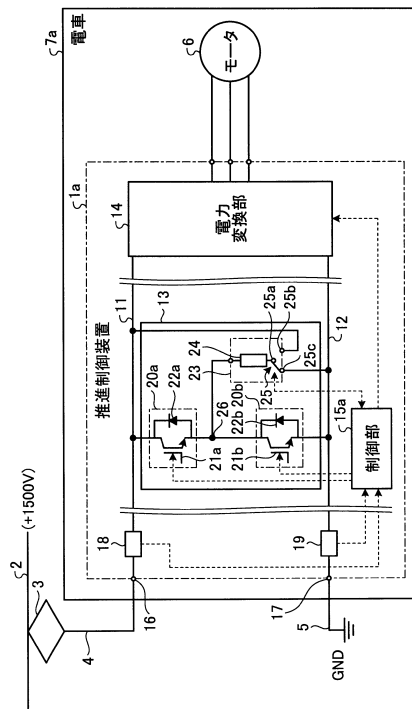
10

20

【図 7】



【図 8】

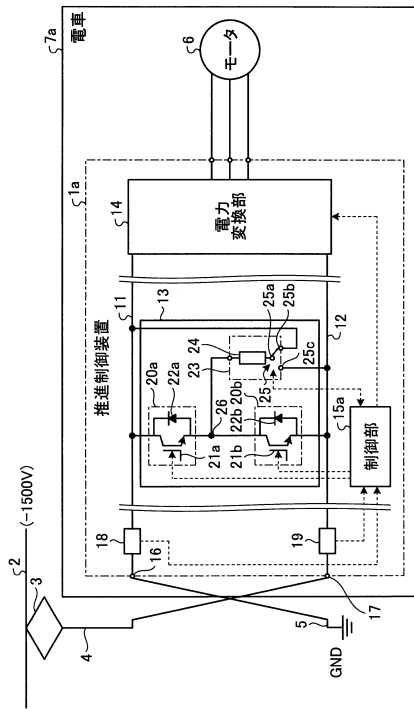


30

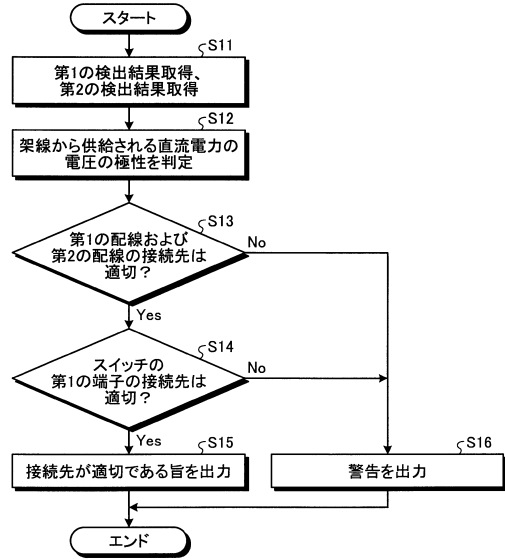
40

50

【図 9】



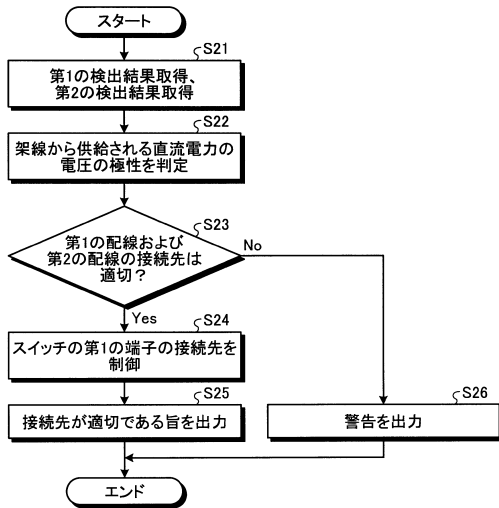
【図 10】



10

20

【図 11】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-009907(JP,A)
特開2004-312939(JP,A)
特開2015-012727(JP,A)
特開2007-252084(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60L 7/22