

燃料電池電車用 非接地電力変換装置

No.260

発明の名称：電力変換装置、電気車両、及び、電力変換方法
特許番号：特許第6744836号
出願日：2017年4月14日
総発明者：米山崇、長谷川均、山本貴光、古谷勇真、小川賢一（共有者：東洋電機製造株式会社）

目的と効果

近年、電化区間において架線から電力が供給されて走行するとともに、非電化区間においても燃料電池などから電力の供給を受けて走行可能な鉄道車両が開発されています。電化区間では負極側をレールに接地させる必要がありますが、このとき、燃料電池の電力変換装置（電圧を変換する装置）に非絶縁型電力変換装置を使用すると、燃料電池はこの電力変換装置を介して負極側が接地された構成となります。こうすると、燃料電池の外部に保護機能を付けたとしても燃料電池の内部や燃料電池の+側端子付近の漏電に対しては保護機能が働かず、燃料電池の損傷や、発火などの危険が考えられます。この回路に対し大型燃料電池は非接地とすることにより、燃料電池の+側、-側どちらか一方が漏電しても電気回路が構成されないため危険な状況が回避できます。この目的のため、絶縁型の非接地電力変換装置を採用して接地されている電力変換装置の出力側と燃

料電池側となる入力側を絶縁トランスで絶縁することにより、燃料電池の非接地回路を実現しました（図1）。

技術の概要

これまで鉄道総研で試験車両に搭載してきた燃料電池は従来の電車で採用されている非絶縁型電力変換装置を使用していました。そのため、燃料電池の負極側はこの電力変換装置を通して接地されている構成となっていました。このような主回路構成としていた理由は、燃料電池電車の開発当初は燃料電池を非接地とする要求がなかったこと、従来の電車の主回路構成をそのまま使用したかったこと、非接地電力変換装置は大型・重量増で効率が低かったことなどがあげられます。

近年、電力変換装置の半導体デバイスにSiC（シリコンカーバイド）が採用されるようになり、スイッチング周波数（1秒間にON－OFFを繰り返す回数）を高く設定しても損失は低く抑えられ、絶縁用トランス（入力と出力を

絶縁して交流を交流に変換する機器）も小型化できることから電力変換装置の小型・軽量・高効率が実現可能となってきました。このような状況により、今回の提案する非接地電力変換装置により燃料電池の非接地化が可能となりました。

架線からの電力で走行する場合はスイッチS1をパンタグラフ側にするこにより駆動用インバーターに電気が供給されて従来の電車と同じ主回路構成とすることが可能です。また、燃料電池とバッテリーのハイブリッド電源からの電力で走行する場合は、S1を非接地電力変換装置側に接続することで非接地を確保しつつ、駆動用インバーターに電気回路が構成され走行可能となります。

発明余話

脱炭素化の流れを受け、国内外で水素を燃料とする燃料電池電車の開発が盛んに行われています。これらには燃料電池技術の進展のほかに、電力変換装置やバッテリーの高性能化・小型化・軽量化が不可欠であり、技術の集大成として燃料電池電車というまったく新しい方式の鉄道車両が実現します。今回紹介した発明が燃料電池電車の発展・普及に少しでも貢献できれば幸いです。

なお、燃料電池電車用非接地電力変換装置の開発の一部は国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

（山本貴光／車両制御技術研究部長）

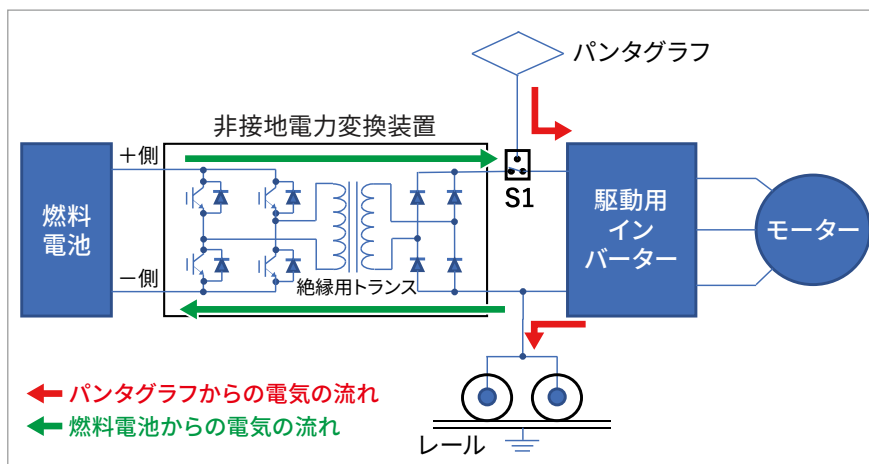


図1 非接地電力変換装置を用いた燃料電池電車主回路