

充電器を増やさずに 架線レス電車化できる主回路方式

車両にエネルギー蓄積装置を搭載することで、ハイブリッド走行したり、蓄電エネルギーのみで走行したりする車両が登場はじめています。また、車載のバッテリーで比較的短距離の無架線区間を走行する電車（以下、架線レス電車と称します）についても試験走行が行われています。

架線レス電車では車載バッテリーにどこかで充電する必要があります。架線区間を走る通常の電車と同じ様に、架線を介してバッテリーに充電出来れば楽です。また、道路上にある電柱には電力会社の配電網の柱上変圧器が設置されていますから、そこから交流で受電して充電できればバッテリーLRVなどの充電にも適用できます。ただ、両者とも、車両側に充電制御機能を持たせる必要があります。

一方、充電器などバッテリー以外の機器の搭載は、質量やコストの面からなるべく避けたいものです。

そこで本特許では、駆動用インバータをバッテリー充電器として使用することを考えました。駆動用インバータは

回生時にコンバータとして動作するので、三相交流から直流を生成できますし、直流三相三重チョップパとして制御すれば、直流-直流の電圧変換も可能となります。

架線集電で走行するとき、切替器Ⅰはパンタグラフと駆動用インバータを結ぶ側に、切替器Ⅱは駆動用インバータとモータを結ぶ側に接続します（図1）。架線からの停車中や惰行中のバッテリー充電では、切替器Ⅰをパンタグラフから駆動用インバータを結ぶ側に、切替器Ⅱを駆動用インバータからバッテリー側に接続することで、直流架線から車載バッテリーへのチョップパ回路が形成されます（図2）。

電力会社の配電系統の三相交流から受電する場合は、変圧器二次側出力に三相充電接触子を接続させます。切替器Ⅱを駆動用インバータから充電接触子側に接続し、切替器Ⅰをバッテリー側に接続します。位相同期を取ってPWMコンバータとして動作させることが出来ます（図3）。

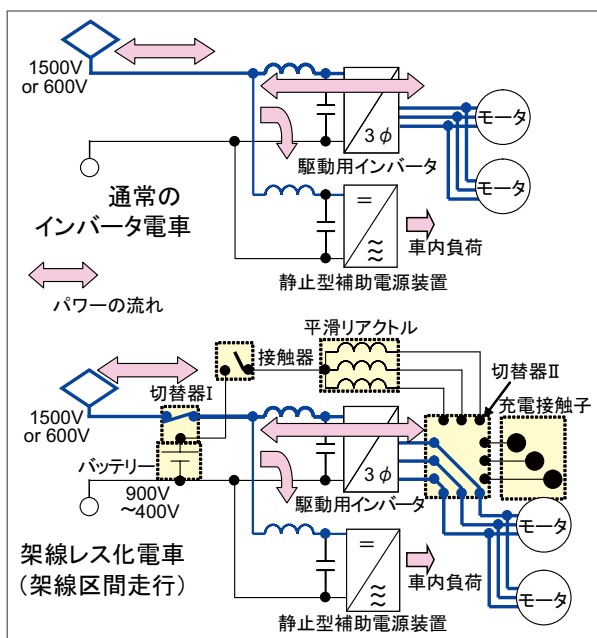


図1 架線レス化電車の主回路とパワーの流れ
架線集電による力行駆動・回生制動時
(点線黄色着色部が、新たに設置する機器)

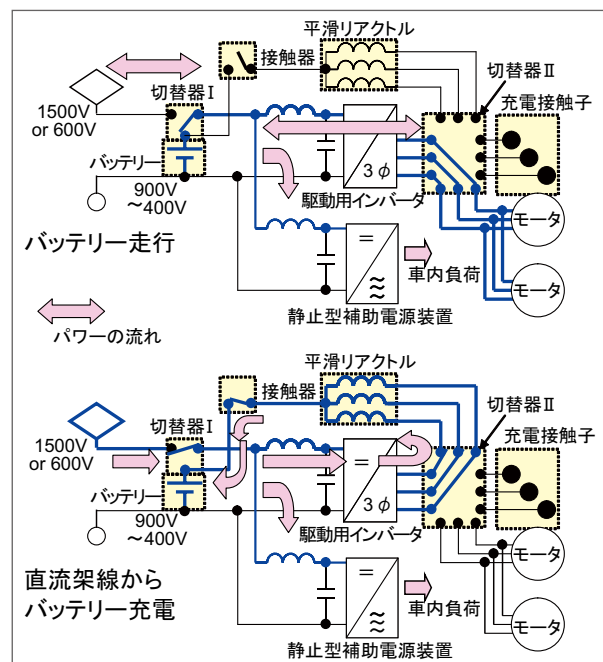


図2 バッテリー走行時の主回路とパワーの流れ
力行駆動・回生制動時、および直流架線からの充電
(点線黄色着色部が、新たに設置する機器)

架線レス電車の車載バッテリーをどこでどのように充電するかは、投入する線区のシステム構成にもかかわってくる重要なポイントです。充電方式1つとってみても、充電制御の主体を地上側とするか車上側とするか、非接触給電とするか接触給電とするか、接触方式の場合はコネクタ方式か、第三軌条方式か、あるいは架線方式かなど、いくつかのバリエーションが考えられます。架線区間で普通の電車としても走行できる条件をつける場合は、架線から充電でき、かつ充電の制御を車両側で行う必要があります。

また、電力会社の配電網6600V系統の柱上変圧器から二次側の低圧三相交流で直接受電して充電できれば、至る所での充電が可能となり大変便利です。プラグインハイブリッド自動車、純電気自動車、将来的には電気バスや電気トラックにも容易に適用できる可能性があります。なおその場合でも充電の制御を車両側で行なう方が合理的と考えられます。

1つの方法として、車載バッテリー前段に充放電器を搭載する方法があります。回路構成次第で、架線からの電力とバッテリーからの電力のいずれか、またはその両方から同時にエネルギーを供給および回生して走行できる、架線・バッテリーハイブリッド制御が可能になります。2007年竣功の試験電車「Hi-tram」はそれを具現化した例です。

一方で、車載バッテリーによる架線レス走行を主体とする蓄電池電車(LRVを含む)に対する期待が、2003年にバッテリー駆動中古路面電車「りっちい・とらみい」を公開した以降に高まりました。現行インバータ電車にバッテリーを搭載し、それ以外の追加機器をなるべく搭載せずに、架線レス電車化する手法を考慮する必要も出てきました。

特に、架線レス走行が大半を占める線区では、架線走行

《権利メモ》

発明の名称：回路装置及び車両運行システム

概要：インバータ電車にバッテリーなど蓄電媒体を搭載して架線レス電車化の際に、新たにバッテリー充放電変換器を搭載せずに、車両のインバータをバッテリー充電器として活用することで、質量やコストの増加を抑制できる、バッテリー走行可能な電車の主回路構成法。

出願番号：特願2004-43884 (2004.2.20)

公開番号：特開2005-237125 (2005.9.2)

登録番号：特許第3989450号 (2007.7.27)

発明者：小笠正道, 山本貴光, 田口義晃

時とバッテリー走行時で回路を切替えるデュアルモード化で対処することが可能です。この場合、架線区間走行時の回生失効抑制のメリットは無くなりますが、ただでさえバッテリーを搭載して機装空間が逼迫する中、充電器を余計に搭載せずにすむならば、車両の質量増加やコスト増加を抑制できる観点からも、一考の価値があります。

本発明は、このような制約の中で考え出されたもので、駆動用インバータが回生時に行っている整流動作と電圧変換動作を利用して、バッテリー充電器として活用することで、簡易に架線レス電車化する方法です。

駆動用インバータの容量がそのまま充電時の最大パワーになるため、比較的大電流の急速充電にも対応できます。

また、充電所の構成は図3のような交流充電方式以外に、地上変圧器二次側に整流器を設備することで直流受電することも出来ます。駆動用インバータの一次側と二次側の電圧の高低に留意すれば、充電接触子を駆動用インバータの直流側にも三相側にも繋ぐことが出来ます。

今後増加が見込まれるバッテリー搭載型電車の、充電を含むシステム構成の多様性を与え得るものと考えています。

(車両制御技術研究部 駆動制御 小笠正道)

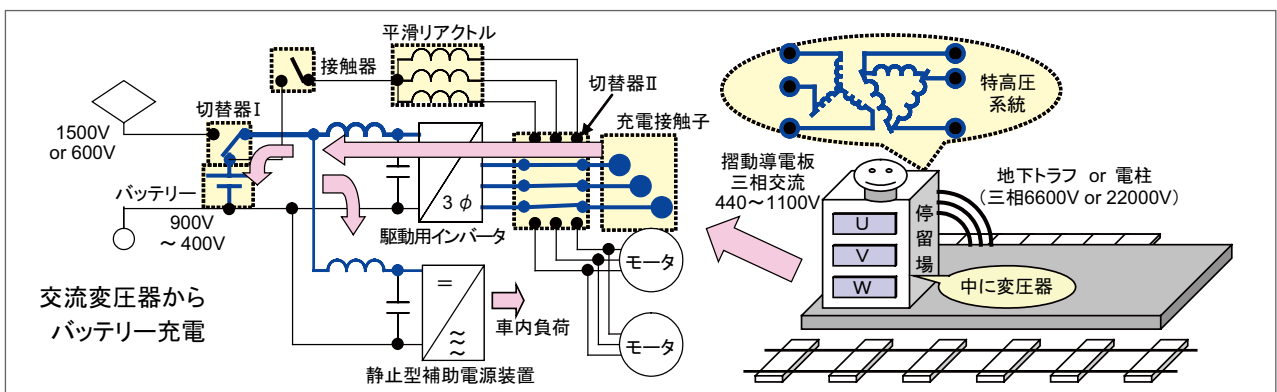


図3 交流変圧器から充電する時のパワーの流れと、充電所の構成例

※記事に関するお問合せ先：情報管理部(知的財産) NTT：042-573-7220 JR：053-7220