

交流電池を模擬する電源システムを搭載した走行車の試作と動作検証

Prototype and Verification of a Running Vehicle Equipped with a Power Supply System that Simulates an AC Battery

中川湧貴¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

キーワード：CW回路，電源システム，交流電池，ミニ四駆

1. はじめに

本研究室では、共同研究を行っている AC Biode 社が開発した独立型交流電池^[1]とコッククロフト-ウォルトン(CW)回路を組み合わせた新たな電源システムの開発を目指している。CW回路は、交流電圧を直流高電圧へ容易に変換できる。しかし、CW回路は出力電流が小さいという課題が残されている。本課題を改善するため、CW回路に用いられるコンデンサを大容量かつ内部抵抗の小さい電気二重層コンデンサ(EDLC：Electrical Double Layer Capacitor)へコンバートすることで、従来使用されているコンデンサと比較して、電流増大が可能であると考えられる。先行研究では、交流電池を模擬する回路と CW回路を組み合わせた供試回路を製作し、電源電圧を変動した際における提案システムの充放電特性と電力変換効率を明らかにした。その結果、本提案システムの優位性を確認できた^[2]。次の検討として、小型モビリティを用いた走行試験を行い、本システムの実用性を確認する。

本稿では、供試回路を搭載した走行車を試作し、動作検証した結果を明らかにする。

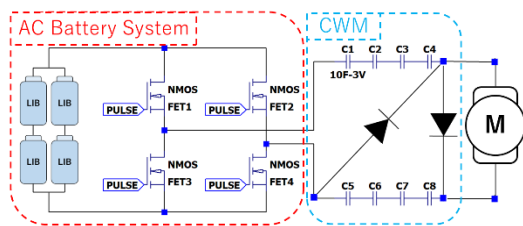


図1 電源システムの構成

2. 回路設計

図1は、提案する電源システムの構成を示す。交流電池が改良を重ねている現在は、直流電池とHブリッジ回路を用いて交流波形を模擬する。交流電池は、負極(Anode)と正極(Cathode)の間に両性電極(Biode：AC Biode社の造語)を挿入することで電位を半分にして外部スイッチにより交流波形を出力している。これは、従来の電池を並列接続したときと同義として考えられる。そのため、電源はリチウムイオン電池(3.7V(満充電時：4.2V)-2600mAh)を2直2並接続して交流電池の内部構造を再現する。次に、Hブリッジ回路でDC-AC変換を行い、交流波形を模擬する。Hブリッジ回路を駆動する制御信号は、Arduinoを用いて周波数50Hz、Duty比50%の矩形波を生成し、フォトカプラ(TLP250)を用いたゲート回路を介してMOS-FETに入力した。昇圧・整流を行うCW回路は、EDLC(10F-3V)を用いて設計している。一般的に、EDLCのセルは定格2.5-3.0V程度であるため、高電圧が必要な場合はセルを直列に接続する必要がある。本実験では、EDLCを4個直列接続したため、12V耐圧とした。

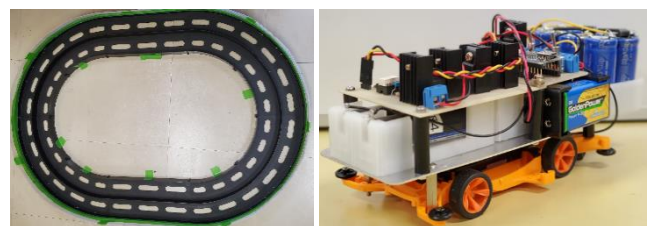


図2 走行コース

図3 製作した走行車

3. 走行条件と機体の試作

図2に走行コース、図3に製作した走行車を示す。本研究では、ベース機体として株式会社タミヤが発売しているモータ付き小型自動車模型のミニ四駆を活用する。今回、実験を行う走行コースは、図2に示すミニ四駆専用コースを用いる。コースは、製作する車体の高さの関係上、レーンチェンジを含まない連続するストレートとカーブから成るセクションで構成する。図3に示す機体は、既製品ミニ四駆のシャーシ・ギヤ・タイヤを使用し、リチウムイオン電池・Hブリッジ回路・CW回路で構成される提案システムを搭載する。また、駆動用モータは、高耐圧・高トルクの130型モータを採用した。製作した機体の重量は、694gとなった。

4. 動作の検証方法

本動作検証では、試作した走行車をコース上で走行させたとき、および走行車を空転させたときの駆動時間を評価する。実験は、EDLCを放電させた上で開始する。走行時間の記録は、リチウムイオン電池に内蔵されている保護回路により放電限界(約2.5V)に達することで終了する。走行時・空転時のデータは、大阪マイクロコンピュータ社製の小型電圧ロガー(LS200-V(30))を用いて測定した。記録点は、電池の電圧変動とモータの電圧変動の2点とした。

5. 実験結果

図4は、製作した機体の走行時と空転時における電池とモータの電圧変動を示す。図4より、走行させた機体は約8時間40分走行した。空転させた機体は、約20時間空転した。走行結果と空転結果を比較すると、走行時における機体の重量やコース接触による損失があるため、駆動時間に差異が生じた。電圧変動に着目すると、記録開始時2直2並接続した電池側の出力電圧値は、走行時・空転時共に約8Vとなった。モータ側の駆動電圧は、走行時：14.7V、空転時：15.8Vと損失はあるが、約2倍に昇圧された。走行時と空転時では、昇圧値が約1V異なった。これは、走行時の損失において消費電流が増大したためである。

6. まとめ

本稿では、供試回路を搭載した走行車を試作し、実際に動作させた結果を明らかにした。結果より、供試回路を搭載した走行車は、リチウムイオン電池の放電限界まで完走したため、本研究で提案する電源システムで小型モビリティを長時間駆動することに成功した。しかし、本実験で作製した機体は重量が重く、体積が大きいため素子数や基板の改良等、課題が残った。また、リチウムイオン電池の容量を考慮すると、さらに長時間の駆動が可能であるため、交流電池を模擬するHブリッジ回路の損失を低減することが必要である。以上の動作検証により、電源システムの実用性が明らかになったが改善点が残った。

今後の展望として、従来の電源システム(電池の直列接続)と本提案システムの比較実験の評価を行う。また、電源システムの電力変換効率の向上を目指す。さらに、交流電池と接続した際に自動車やドローン等のモビリティ分野への応用も検討する。

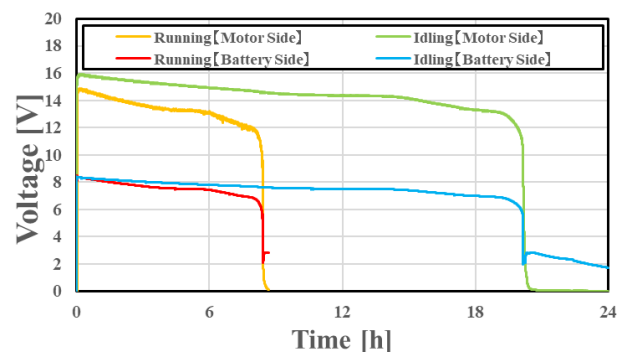


図4 走行時及び空転時の電池とモータの電圧変動

参考文献

- [1] AC Biode 社 HP, <https://www.acbiode.com/home> (2021/10/15 閲覧)
- [2] 中川湧貴, 米盛弘信:「EDLCを用いた全波整流型CW回路の充放電試験」2021年(第39回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.123-124

謝辞

本研究は、AC Biode 株式会社との産学連携で進めており、NEDO 助成の採択を受けております。また、複数の新聞等、記事に掲載されており、この場を借りて、ご関係者の皆様に感謝致します。