

交流電池を模擬した電源回路の改良

Improvement of power supply circuit simulating AC battery

松崎恵太

指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード：交流電池, 倍電圧整流回路, 同期整流

1. 緒言

本研究室は、AC Biode 社^[1]が開発した世界初の独立型交流電池に付随する諸回路の開発を行っている。独立型交流電池は、負極と正極の間に Biode という独自の両性電極を配置し、外部からのスイッチングで交流波形を出力できる。そして、倍電圧整流回路や CW (Cockcroft-Walton) 回路によって所望の電圧まで昇圧する。先行研究では、電子負荷によって負荷変動を行った際に交流電池システムの優位性が確認できた^[2]。また、従来の電源回路(図1)をロボットに搭載して、電圧変動を測定する実験を行った際、電圧変動が緩やかであることを確認できた。しかし、同電源回路には様々な問題点が残されている。

本稿では、従来の電源回路の問題点を改良した電源回路の設計・製作を行い、従来の電源回路との比較実験を行う。

2. 従来の電源システム

図1は従来の電源システムの回路図である。2直列にされたバッテリーの中間電位を Biode として再現する。次に、電源の正電源側をハイサイド MOS-FET(SW1)、負電源側をローサイド MOS-FET(SW2)によりスイッチングする。ゲート制御は、ゲートドライブ IC (IR2302) によりハイサイド、ローサイドのゲート制御を行う。ゲートドライバに入力される信号は、マイコンにより生成された 10kHz の矩形波信号を使用する。以上の回路で発生した矩形波交流は、EDLC を使用した倍電圧整流回路で昇圧・整流・平滑が行

われた後、直流出力される。しかし、同回路では倍電圧整流回路内のダイオード(D1,D2)の順方向電圧により 1.0~1.4V ほど電圧降下してしまっていた。この問題を解決するため、ダイオードを使用しない新たな回路の設計を行った。

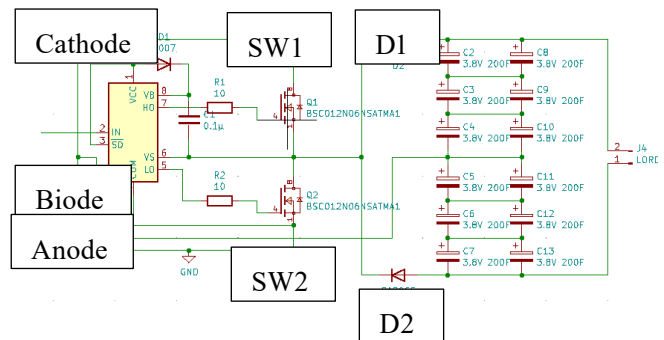


図1 従来の電源回路

3. 提案する電源システム

図2は新たに考案した電源回路である。同回路は、従来の電源回路における倍電圧整流回路のダイオードをスイッチング素子に変え、ハーフブリッジインバータに同期して整流を行う回路である。回路の動作としては、インバータのハイサイド側(SW1)を導通させると同時に整流回路の上側のスイッチング素子(SW3)を導通させる。同様に、インバータのローサイド側(SW2)を導通させると同時に整流回路の下側のスイッチング素子(SW4)を導通させる。この回路によりダイオードの順方向電圧による電圧降下を克服できると考えた。しかし、回路規模が大きくなるという問題や、スイッチング素子が増えることにより損失が大きくなる問題が想定される。そ

のため、回路の簡略化を行い、図 3 のような回路構成とした。回路の構成としては、上側のスイッチング素子 (SW1) を導通させ上側のコンデンサを充電する。同様に、下側のスイッチング素子 (SW2) を導通させ下側のコンデンサの充電を行う。上側、下側のスイッチング素子を交互に導通させることで、バッテリーの並列的な使用を実現する。この簡略化した電源回路を実際に製作し、実験を行っていく。

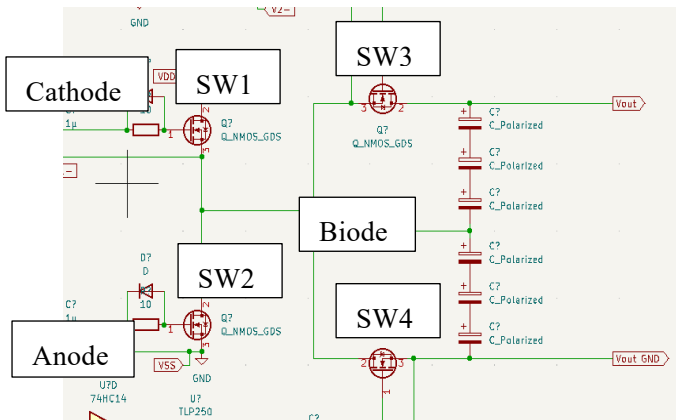


図 2 考案した同期整流回路

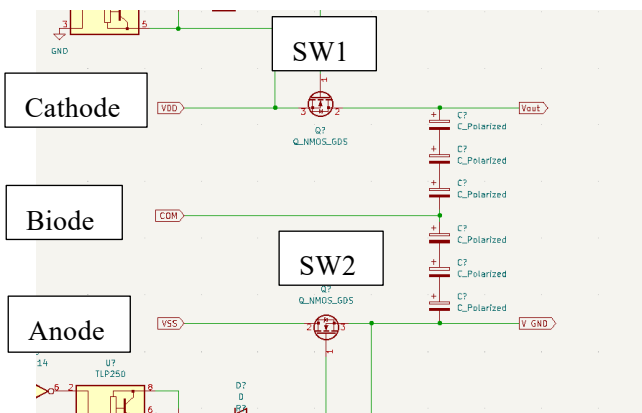


図 3 簡略化した回路

4. 実験方法

改良した電源回路を使用して負荷試験を行う。スイッチング周波数は 10kHz に設定し、duty 比は 50% とした。電源は直流安定化電源 (TEXIO OW18-3AD) を使用した。直流安定化電源の設定は負電圧・正電圧ともに CV : 5V3A とした。電子負荷は (GWINSTEK GPP-4323) を使用した。電子負荷を用いて 0A から 1.5A まで 0.1A ずつ電流を上げていったときの電圧変動を記録する。従来の電源回路でも同様に負荷試験を行い、改

良した電源と比較実験を行う。

5. 実験結果

図 4 は、従来の電源回路と改良した電源回路にて負荷試験を行った結果である。改良した電源回路では、従来の電源回路と比べ 0A 時から 1.5A 時までどの電流値においても 1.5V 以上高くなっていることがわかる。したがって、ダイオードの順方向電圧による電圧降下を軽減することができた。また、従来の電源回路に比べ、より多くの電力を取り出すことができた。

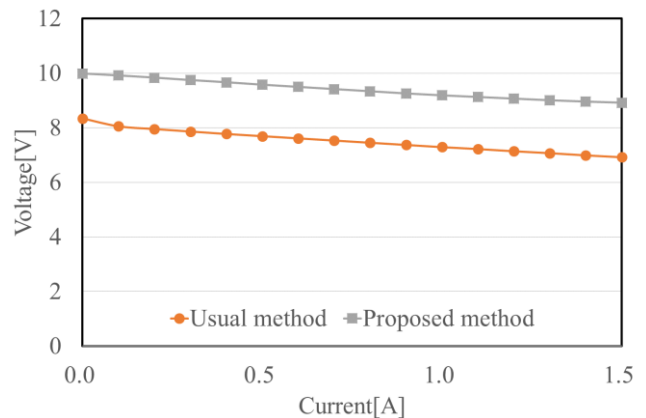


図 4 比較実験の結果

6. 結言

本稿では、従来の電源回路の問題点を改良した電源回路を製作し、従来の電源回路との比較実験の結果を報告した。その結果、提案した電源回路の方ではダイオードによる電圧降下がなくなり、より多くの電力を取り出せることがわかった。

今後は、提案した電源回路を使用して負荷変動がある場合における動作時間と電力測定を行い、提案した電源回路の特長を明らかにしたい。

参考文献

- [1] AC Biode 社: 「AC BATTERY SYSTEM」(2022/10/12 閲覧), <https://www.acbiode.com/ac-battery.html>
- [2] 中川湧貴, 米盛弘信: 「交流電池に接続する昇圧回路に用いる EDLC の容量変動特性」, 2021 年(第 3 回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-4, pp.31-32, 八王子市学園都市センター (2021-12)