

倍電圧整流回路の入出力電力に及ぼすスイッチング周波数の影響

Effect of Switching Frequency on Input/Output Power of Voltage Doubler Rectifier Circuit

新倉 径

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：独立型交流電池，電気二重層キャパシタ，倍電圧整流回路

1. 緒言

昨今，Sustainable Development Goals(以下，SDGs)の考えが世界的に広まっている。SDGsでは，持続可能な17の開発目標を定めている。その中で，「エネルギーをみんなに，そしてクリーンに」という目標^[1]が掲げられており，二酸化炭素の排出を抑える再生可能エネルギーや二次電池などの需要が増加している。その中で，本研究室と産学連携しているAC Biode社が世界初の独立型交流電池を開発した。図1は交流電池を使用した電源システムのブロック図である。同システム内に含まれる昇圧回路には，倍電圧整流回路やコッククロフト・ウォルトン回路などが使用されている。

本稿では，交流電池のスイッチング周波数が倍電圧整流回路の入出力電力にどのような影響を及ぼすかを明らかにし，高効率な電力変換ができるスイッチング周波数を解明する。

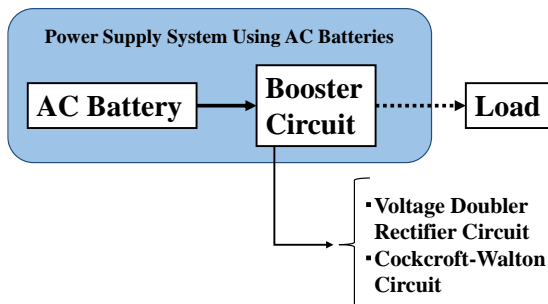


図1 交流電池を使用した電源システム

2. 独立型交流電池

図2は交流電池の構造，図3は直流電池と交流電池の比較である。交流電池は，負極(Anode)，正

極(Cathode)の間に両性電極(Biode: AC Biode社の造語)を入れ，外部信号により正極と負極を切り替えることで矩形波電圧出力を得る蓄電池である。同電池は，図3のように正極と負極の間にBiodeを挟むことで端子間電圧が直流電池の半分で扱えるため安全性が高いメリットがある。また，直流電池で用いられる既存の材料や生産ラインで作成可能であり，直流電池に対して優位な点が複数ある^[2]。

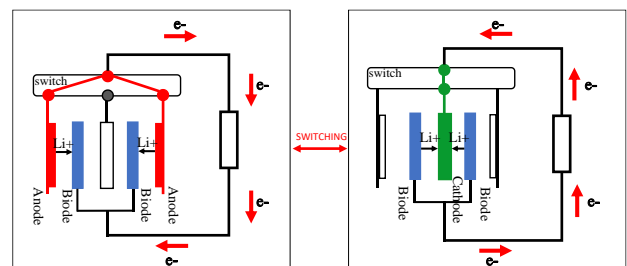


図2 交流電池の構造

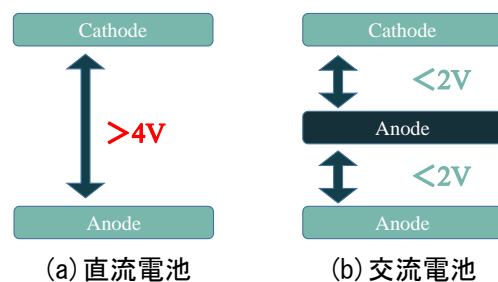


図3 直流電池と交流電池の比較

3. 交流電池に接続する倍電圧整流回路

図4は倍電圧整流回路である。倍電圧整流回路とは，交流の入力電圧を2個のダイオードとコンデンサで整流・平滑を行いながら入力

昇圧する回路である。

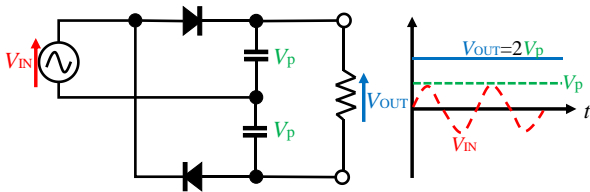


図4 倍電圧整流回路

4. 実験方法

図5は実験のブロック図である。本実験では、図5のように直流安定化電源にHブリッジ回路を接続したものを模擬的な交流電池として扱う。図5の左右にある青枠は、それぞれパワーアナライザで入出力電力を測定する部分を示している(左側：入力電力、右側：出力電力)。以下に示す①～⑤の手順で実験を行う。

- ① 図5のように各機器と素子を配線する。このとき、倍電圧整流回路のCは400F-3.0Vの電気二重層キャパシタ(EDLC: Electrical Double Layer Capacitor)を9個直列接続したものである。
- ② 直流安定化電源の出力を12.60V-8.00Aに設定し、EDLCを満充電にする。
- ③ Hブリッジ回路のスイッチング周波数を10Hzに設定し、電子負荷の電流を0.1Aステップで変化させた際の入出力電力をパワーアナライザで測定する。
- ④ Hブリッジ回路のスイッチング周波数を100Hz, 1kHz, 5kHz, 10kHzへ変更して②, ③の実験を行う。
- ⑤ 入出力電力より、変換効率を求める。

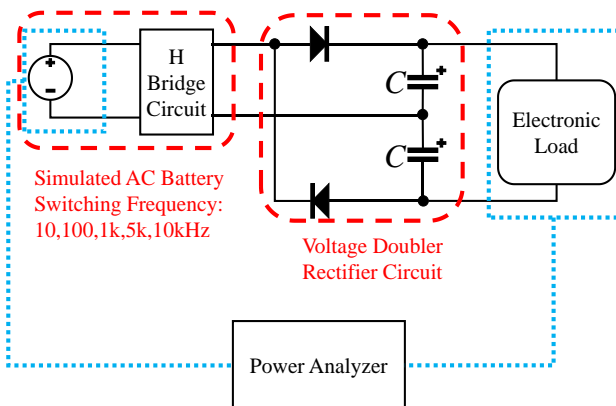


図5 実験に使用した回路のブロック図

5. 実験結果

図6は、模擬交流電池内にあるHブリッジ回路のスイッチング周波数を変化させたときの各負荷電流値に対する倍電圧整流回路の変換効率を示したグラフである。グラフを見ると、各スイッチング周波数で変換効率が低下する割合が異なることがわかる。0.7A付近では全てのスイッチング周波数における変換効率がおおよそ等しい。そして、負荷電流を増やした場合は、スイッチング周波数が1kHz以下のときに変換効率を高く保つことができることがわかった。

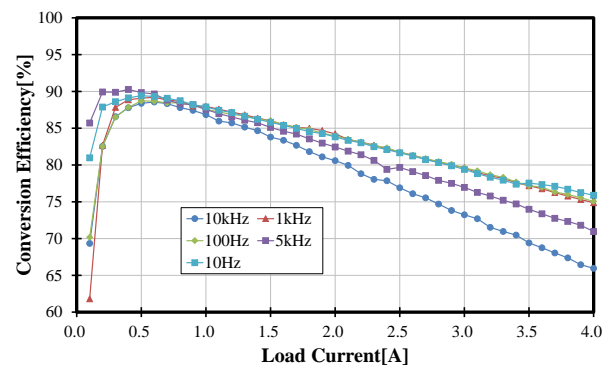


図6 各スイッチング周波数における倍電圧整流回路の電力変換効率

6. 結言

本稿では、交流電池のスイッチング周波数が倍電圧整流回路の入出力電力に及ぼす影響を明らかにした。そして、400F-3.0VのEDLCを使用した場合、倍電圧整流回路に対してスイッチング周波数を1kHz以下に設定すると、高い変換効率を維持できるということがわかった。

今後の展望として、静電容量が異なるEDLCで同様の実験を行い、相違点を調査する。

参考文献

- [1] 日本SDGs協会:「SDGs(持続可能な開発目標)17のゴール その7」(2022/10/13 閲覧)
<https://japansdgs.net/target07/>
- [2] AC Biode 社 HP:「AC BATTERY SYSTEM」(2022/10/10 閲覧)
<https://www.acbiode.com/ac-battery.html>