

独立型交流電池における交流直接充電時の経時的な充電特性

Chronologically Charging Characteristics during Direct AC Charging in a Stand-Alone Type AC Battery

荒巻匡洋

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，充電実験，リチウムイオン電池

1. 緒言

本研究室では、安全性と小型化・高効率化を目指した世界初の独立型交流電池^[1](AC Biode 社製)に関する共同研究を 2020 年から開始した。先行研究では、交流電池に対して交流直接充電を行った際の充電波形について明らかにした^[2]。

本稿では、疑似的な交流電池に対して交流直接充電および、通常のリチウムイオン充電電池に対して従来の直流変換充電を行い、それぞれの経時的な充電特性を比較する。

2. 充電方法

(1) 交流直接充電

図 1 に半波整流型充電回路である。交流直接充電では、交流電流に対して半波整流を行い、整流された交流波形の正部分の電流・電圧で交流電池の Cathode - Biode 間を模擬した電池の充電を行い、交流波形の負部分で Biode - Anode 間を模擬した電池の充電を行う。

(2) 従来の直流変換充電

図 2 に全波整流型充電回路である。従来の直流変換充電では、交流電流に対して全波整流を行い、整流された直流によってリチウムイオン電池の充電を行う。

図 1 と図 2 を比較すると充電時のダイオード数が異なっており、図 2 に対して図 1 の方式はダイオードの順電圧による電圧降下が小さいことが期待できる。

3. 実験方法

本実験では、リチウムイオン電池 2 個を図 1 のように接続することで疑似的な交流電池とした。実験に供する 18650 型リチウムイオン電池の定格電圧：3.7V、容量：2600mAh である。ここで、充電に供する交流電源のスイッチング周波数は一般家庭用電源と同じ 50Hz、充電電圧は交流直接充電実験時：9.0V_{p-p}、直流変換充電実験時：18.0V_{p-p}とした。独立型交流電池の充電は、Cathode - Biode 間と Biode - Anode 間で切り替えながら行う必要がある。そのため、本実験では図 1 のように交流電源とダイオードを用いて充電を行った。充電時の各電池の両端電圧と充電電流は、差動プローブと電流プローブを用いて測定し、メモリーハイロガーで記録した。メモリーハイロガーの設定は、サンプリング速度 6Sample/min とした。

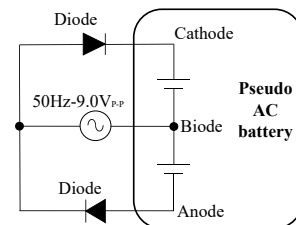


図 1 充電用半端整流回路

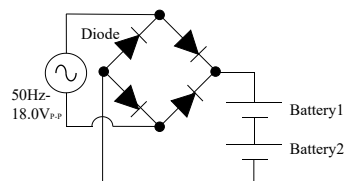
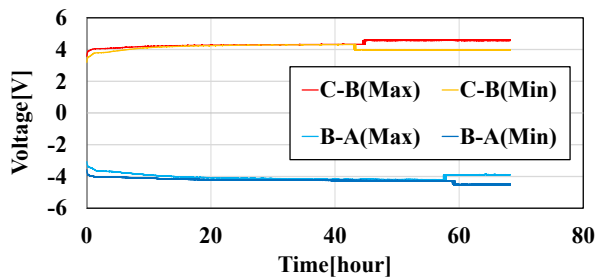


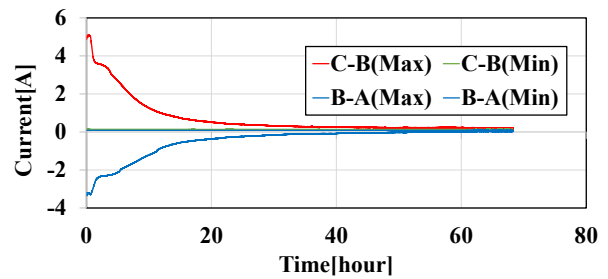
図 2 充電用全波整流回路

4. 実験結果

図3は交流電池に交流直接充電した際の電圧・電流推移であり、電池の放電限界電圧から満充電になる4.2Vまで充電を行った結果である。図3(a)において充電終盤時の45時間地点付近、59時間地点付近で両端電圧が大きくなる点がある。これは電池内部の充電保護回路が働いたことを示している。図4はリチウムイオン電池に従来の直流変換充電法で充電を行ったときの電圧・電流推移である。こちらも電池の放電限界電圧から満充電になる4.2Vまで充電を行った結果である。図3(a)と図4(a)を比較すると、グラフを絶対値としてみた場合の推移の様子が類似しており、充電開始後4.0Vまでは急激に増加していたが、それ以降は時間が経つごとに上昇量が減少していった。また図3(b)と図4(b)の電流推移のグラフにおいても推移の様子が類似しており、充電開始時から時間が経つにつれて電流は減少し、充電完了時には0~100mA付近に収束したこのことから両者の充電特性は同様であることがわかった。しかしながら、満充電に達するまでに要した時間は交流直接充電法で59時間4分50秒であったのに対し、従来の充電法では25時間11分50秒であり、倍以上の差があった。

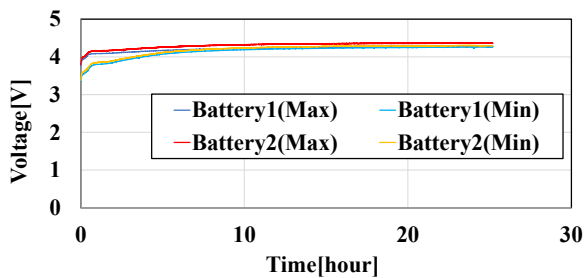


(a) 電圧推移

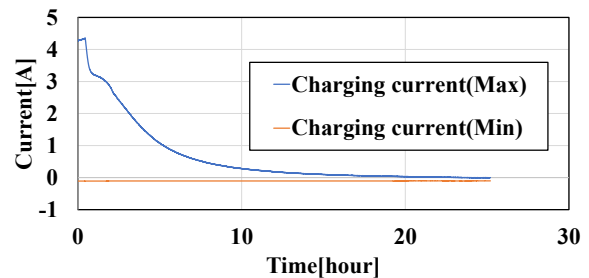


(b) 電流推移

図3 交流直接充電



(a) 電圧推移



(b) 電流推移

図4 従来の直流変換充電

5. 結言

本稿では、交流電池に対して交流直接充電、および通常の直流変換充電をした際の経時的な充電特性を明らかにし、比較を行った。その結果、時間経過における充電電圧・電流の特性は両者とも同じような傾向であった。しかし、充電に要する時間は従来の充電方法に対して交流直接充電方法は2倍近い差があった。図1は図2の回路に対してダイオードの順電圧による電圧降下が半分なので低損失になることを期待していたが、単位時間当たりの充電サイクル数が半分になったため充電に時間を要する結果となった。

今後は、交流直接充電回路の構成素子が少ないという利点を生かし、高効率化を目指すために必要な利用条件について探っていく。

参考文献

- [1] AC Biode社：“AC Biode社HP” (2022/10/06 閲覧), <https://www.acbiode.com/home>
- [2] 荒巻匡洋, 米盛弘信：“独立型交流電池における交流直接充電時の充電波形”, 第40回電気設備学会全国大会発表予稿集, p.401 (2022)