

交流電池と組み合わせて使用する倍電圧整流回路における EDLC ユニットの構築

Construction of EDLC Unit in a Double Voltage Rectifier Circuit Used in Combination with AC Battery

遠藤祐弥
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

近年, SDGs の観点から二次電池が注目されており, AC Biode 社が開発した独立型交流電池もその一例である. 本研究では, 独立型交流電池と組み合わせる倍電圧整流回路における EDLC の内部抵抗について特性調査を行い, その結果を用いてより高効率な倍電圧整流回路を構築することを目的としている.

キーワード: 独立型交流電池, EDLC, 倍電圧整流回路

1. 緒言

近年, SDGs などの考えが広く知られてきている中で, 二次電池に注目があつまっている. 本研究室と産学連携している AC Biode 社は世界で初めて独立型交流電池を開発した[1]. この独立型交流型電池は従来の直流電池と比べて, 容量を最大限に利用でき, かつより安全であることが利点である. 同電池は, 負極 (Anode) と正極 (Cathode) の間に両性電極 Biode (AC Biode 社の造語) を入れ, 外部信号により, 矩形波電圧を出力するというものである. この交流電池に使用する電源システムにはコッククロフト・ウォルトン回路や倍電圧整流回路などがあり, それらを高効率化することで出力電力を高くすることができる. 図 1 に倍電圧整流回路の回路構成図を示す. 先行研究より EDLC (Electric Double Layer Capacitor) の ESR (Equivalent Series Resistance) 特性が倍電圧整流回路の性能に影響を与えることがわかった. また, 1000F-10 直列のユニットを 2 つ作成したが, 各ユニットごとの ESR 特性に大きな差があったことがわかった. 先行実験[2]ではユニット内の EDLC 個々の ESR 特性を測定し, 傾向によって 2 つのグループに大別した.

本稿では, 先行実験[2]で測定した EDLC の ESR 特性を考慮して 10kHz 以下の特性が同等になる

ような 1000F-10 直列のユニットを構築したので, その特性を報告する.

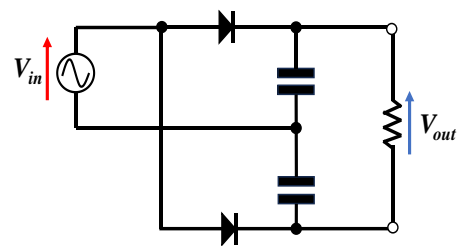
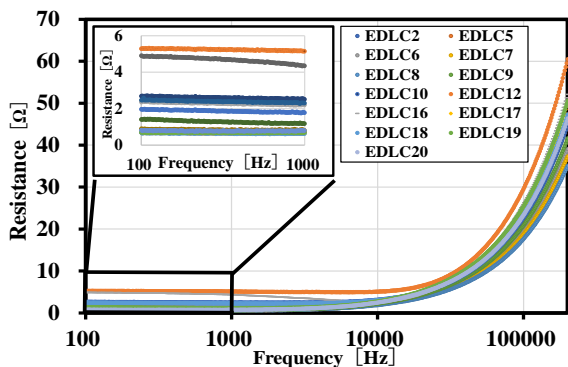


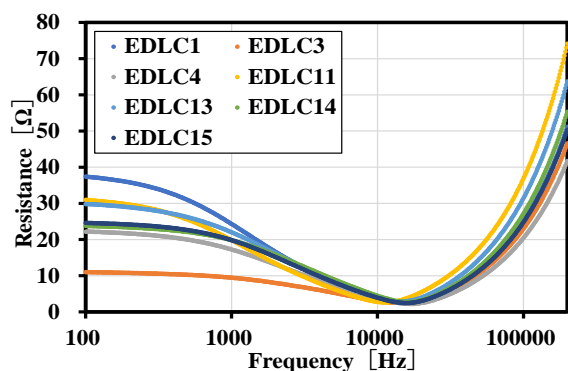
図 1 倍電圧整流回路

2. 先行実験

先行実験[2]では 1000F-10 直列のユニット 2 つを個々の EDLC に分け, ESR 特性を測定した. その結果, 全ての EDLC において 10 kHz 付近で ESR が 3Ω 程度に収束することがわかった. また, 100Hz ~ 10kHz の周波数帯で ESR が増加する EDLC を特定することができた. 図 2 (a) に ESR が増加しなかった EDLC の特性をグループ A として, 図 2 (b) に ESR が増加した EDLC の特性をグループ B として示す. グループ A における 100 Hz のときの ESR 平均値は 2Ω , 標準偏差は 1.52Ω となっていた, 一方でグループ B の ESR 平均値は 26Ω , 標準偏差は 7.70Ω とばらついた結果になった. すなわち, 同じ型番の EDLC であっても ESR 特性に大きなばらつきがあることがわかった.



(a) グループ A



(b) グループ B

図2 EDLCのESR特性

3. 実験方法

- ① ~④の手順で ESR 特性が同等になるような 1000F-10 直列のユニットを構築する。
- ② 先行実験で得られたデータをもとに EDLC を 10 個ずつに分ける。
- ③ 10 個ずつの EDLC を接続し 1000F-10 直列のユニットを作製する。
- ④ 周波数特性分析器 (NF 製 FRA51615) とユニットを接続する。
- ⑤ 周波数分析器の測定範囲を 100Hz~20kHz, 測定点を 500 点に設定する。
- ⑥ 周波数特性分析器を使用してユニットごとの ESR 特性を測定する。
- ⑦ 組み合わせを変更し②~⑤の手順を繰り返す。
- ⑧ 100Hz の時に ESR の差が小さくなるになる組み合わせを見つける。

4. 実験結果

今回の実験では各 EDLC 単体での ESR 特性を用いて特性が同等になるような 1000F-10 直列のユニ

ット C, D を作製した。ユニット C, D の 100Hz のときの ESR はそれぞれ 54.76Ω, 58.48Ω である。

図3は、各ユニットごとの ESR 特性である。グループ C, D において 100Hz のときの ESR の差は 3.72Ω となった。グループ C における ESR の最低値は 19.8kHz 付近で 16.48Ω となり、グループ D における最低値は 19.0kHz 付近で 16.95Ω となった。これらの結果からほぼ同等の特性を示す 1000F-10 直列のユニットを作製することができたと考える。

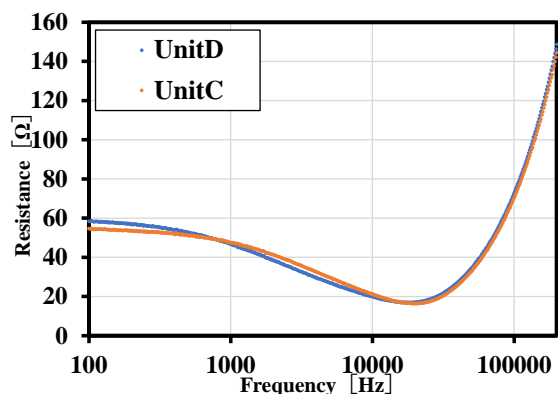


図3 グループ C, D の ESR 特性

5. 結論

本稿では、倍電圧整流回路に使用する EDLC について、先行実験の結果を考慮して ESR 特性が同等になるような 1000F-10 直列の組み合わせを検討した。その結果、10kHz 以下での ESR 特性が同等であり、ESR の最低値も近似した 1000F-10 直列のユニット C, D を作製することができた。

今後は今回構築した 1000F-10 直列のユニット C, D を倍電圧整流回路で使用し、電力変換効率を算出、過去の数値と比較することで倍電圧整流回路の高効率化を目指す。また、先行実験で得たグループ A と同様の ESR 特性を有する EDLC を入手し、10kHz 以下の ESR が可能な限り小さい 1000F-10 直列のユニットを作成する。

文献

- [1] ACbiode 社 HP:「AC BATTERY」(2024/5/27)
<https://acbiode.com/ac-battery-system/>
- [2] 遠藤祐弥, 米盛弘信:“交流電池と組み合わせる倍電圧整流回路に使用する EDLC の特性調査”,2024 (第6回) 電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 2E-20,p.280(2024)