

コッククロフト・ウォルトン回路の電流増大に向けた一提案

—半波整流型 CW 回路と全波整流型 CW 回路の性能の比較—

A Proposal on the Increasing the Current of Cockcroft-Walton Circuit - Comparison of Half-Wave Rectified Cockcroft-Walton Circuit and Full-Wave Rectified Cockcroft-Walton Circuit -

幅野岬太¹⁾ 大島穂高¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 産業応用研究室

キーワード：半波整流型 CW 回路・全波整流型 CW 回路・リップル率

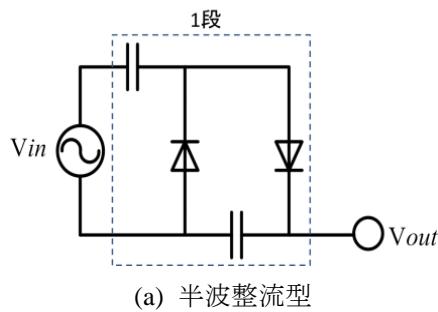
1. はじめに

一般的にコッククロフト・ウォルトン回路(以下 CW 回路)は半波整流型が主流であり、容易に交流を直流に変換できる。さらに、高電圧を得ることができるために加速器やレーザー装置、X 線発生装置等に使用されている。しかし、高電圧が得られる反面、出力電流が低下してしまう問題がある。先の報告では、半波整流型 CW 回路の並列化に着目し、負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率について明らかにした。その結果、出力電流が増え、リップル率の低下を確認した^[1]が、顕著な性能向上とまではいえなかった。そこで筆者らは、出力電流の増大とリップル率を改善するため充電される回数が倍になる全波整流型 CW 回路に注目している。

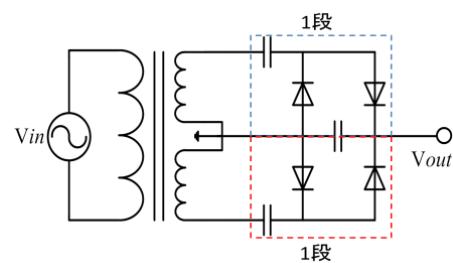
本稿では、半波整流型 CW 回路と全波整流型 CW 回路の負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率を測定し、比較・検討を行う。

2. CW 回路の比較

図 1 に各 CW 回路の構成を示す。図 1 (a)より、半波整流型 CW 回路は 2 つのコンデンサとダイオードを積み重ねた構成であり、入力した交流電圧を 2 倍の直流電圧に変換して出力可能である。出力電圧は、段数を増やすことで $2n$ 倍(n : 段数)に倍増することができる。したがって、変圧器で昇圧して整流する方式の回路より CW 回路は整流と昇圧を兼用できるため、回路構成の簡略化が可能である。図 1 (b)より、全波整流型 CW 回路も半波整流型 CW 回路と同様に整流と昇圧機能を有しており、最近では方々で普及している^[2]。全波整流型 CW 回路は、1 段を対称に組むことによって、正弦波の正負が利用可能となるので充電回数が倍になり、負荷抵抗の変動に対する電圧降下とリップル率の低減、出力電流の増幅が期待できる。しかし、全波整流型 CW 回路は半波整流型 CW 回路と比較して、部品点数が多くなってしまう。



(a) 半波整流型



(b) 全波整流型

図 1 CW 回路の構成

3. 実験方法

本実験では、図1の半波整流型CW回路と全波整流型CW回路について、負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率を明らかにする。図1の電解コンデンサは、各々 $1\mu F$ -450Vである。測定は、交流電源の出力を50Hz-100Vに設定し、半波整流型CW回路と全波整流型CW回路で2倍近い電圧まで昇圧させて行う。その際に負荷としてダイヤル抵抗器を接続し、抵抗の両端電圧から電流を算出する。さらに、オシロスコープでダイヤル抵抗器の値を変えた際の波形を表示し、リップル率を導出する。

4. 実験結果

図2に負荷抵抗の変動に対する電圧降下、図3に負荷抵抗の変動に対する電圧と電流の関係、図4に負荷抵抗の変動に対するリップル率を示す。図2より、全波整流型CW回路は半波整流型CW回路と比較して、電圧降下が大きく抑えられていることが分かる。図3より、全波整流型CW回路は半波整流型CW回路と比較して、出力電流が最大で5mAほど高いことが分かる。図4より、全波整流型CW回路は半波整流型CW回路のリップル率の約半分になっている。以上より、全波整流型CW回路の方が出力電流を増大でき、電圧変動やリップル率を半分程度に低減できる知見を得た。

5. まとめ

本稿では、半波整流型CW回路と全波整流型CW回路の負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率を測定し比較を行った。その結果、全波整流型の方が出力電流の増大、電圧降下およびリップル率の低減において有効であることを確認した。全波整流型CW回路が優位になった理由は、コンデンサの充電回数が多いためと考える。

今後の展望として、全波整流型CW回路に入力する周波数を変化させ、コンデンサの充電サイクルを増加させた際の負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率について検討を行う。

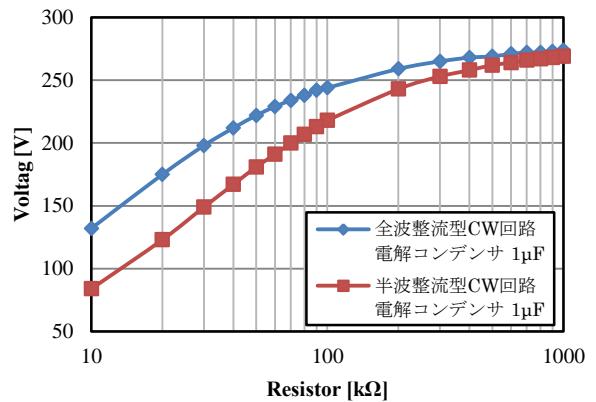


図2 負荷抵抗の変動に対する電圧降下

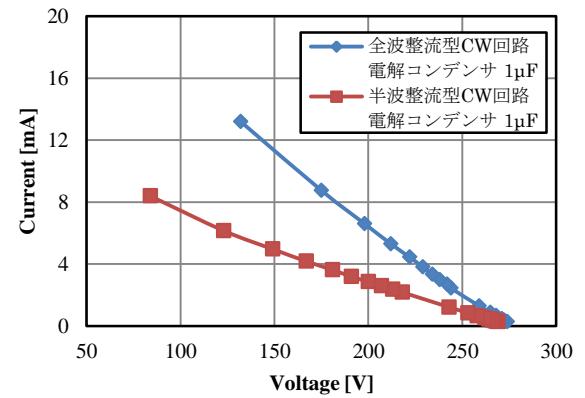


図3 負荷抵抗の変動に対する電圧と電流の関係

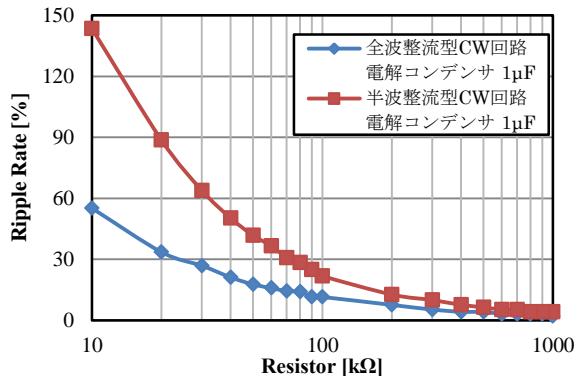


図4 負荷抵抗の変動に対するリップル率

参考文献

- [1] 大島穂高、米盛弘信：「コックロフト-ウォルトン回路を用いたパワーレッド式人工太陽光の照明回路に関する一提案」、平成29年電気設備学会全国大会講演論文集（第7分冊）、pp.69-70(2013)
- [2] 熊谷寛夫、南條正男：「加速器」共立出版株式会社、pp.89-90(1988)