

# 全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討

## A Study on Full-wave Rectification Type of Cockcroft-Walton Circuit at High Frequency Driving

サレジオ工業高等専門学校 産業応用研究室

幅野岬太<sup>1)</sup>

指導教員 米盛弘信<sup>1)</sup>

1) 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

一般的にコッククロフト-ウォルトン回路は、交流電圧を容易に高圧の直流電圧へ変換できる。本研究室では、パワーLED式人工太陽光の点灯を目的として、出力電流の増大に取り組んでいる。ここで、出力電流は増大したが、希望の出力電圧が得られない問題が発生した。そこで本稿では、出力電圧を増大させるために、全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路を多段接続し、出力電圧の増大を試みた結果を述べる。

キーワード：全波整流型CW回路、高周波駆動、出力電圧、リップル

### 1. はじめに

PV (Photo-Voltaic) モジュールの室内実験では、主にメタルハライドランプやハロゲンライトなどの太陽光に波長が近似している光源が使用される。しかし、これらの照明器具は玉切れや発熱、コストが高いなどの問題が存在する。そこで現在は、長期運用が可能で発熱も抑えられ、低コストなパワーLEDを用いて太陽光を模擬するものが登場している。しかし、一般的なスイッチング方式のLED照明回路を使用すると調光の際にスイッチング動作 (e.x. PWM) を行うことから、人間には認識不可能な点滅が発生してPVモジュールの発電電圧に影響を与える懸念がある。そこで、PVモジュールの発電電圧に影響を与える変動光やスイッチングノイズを抑制できるLED点灯回路の提案としてコッククロフト-ウォルトン (CW : Cockcroft-Walton) 回路を用いて検討を行った。CW回路は、交流電圧を容易に直流高電圧へ変換可能である。本回路では、高出力電圧を得られるが、出力電流が多く得られない特性がある。先行研究では、リップル率の低減に加え、出力電流の増加を確認した<sup>[1]</sup>。しかし、目的とするLED点灯のために必要な出力電圧は得られなかった。そこで筆者らは、出力電圧の増加を目標とし、CW回

路を多段接続して目的の達成を図った。

本稿では、全波整流型CW回路を多段接続した場合の出力電圧変動と出力電流、およびリップル率を明らかにしたので報告する。

### 2. 提案回路

図1に本実験で提案する回路を示す。コンデンサはフィルムコンデンサを使用する。本回路は、リップルを抑制するためにコンデンサの充電サイクルを増加させる必要があり、高周波駆動が必須である。そこで、高周波電源を使用するためにフェライトコアを用いた高周波用トランスを採用した。本実験では、CW回路を2段接続し、出力電圧の増加が可能であるかを検討する。

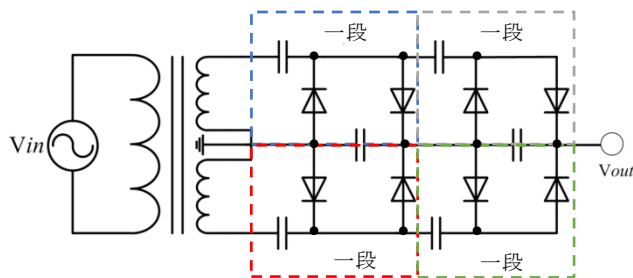


図1 全波整流型CW回路

### 3. 実験方法

本実験では、CW 回路に印加する電源電圧の周波数と負荷抵抗を変動させた際の電圧変動と出力電流、およびリップル率を明らかにする。測定は、交流電源の出力電圧を 100V 一定とし、全波整流型 CW 回路で 2 倍近い電圧まで昇圧させて行う。また、周波数は 5kHz、7.5kHz、10kHz の 3 種類とする。また、負荷抵抗はホーロー抵抗器を使用し、値を 100Ω から 1kΩ まで 100Ω ステップの 10 段階に変化させて行う。リップル率と出力電流は、負荷抵抗の両端の電圧波形から算出する。

### 4. 実験結果

図 2 に負荷抵抗の変動に対する電圧変動、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、2 段接続した場合に出力電流が電源電圧の 2 倍になっていることが確認できる。また、電源周波数が 10kHz のとき電圧変動が 76.3V となり、最も電圧変動を抑えられていることが分かる。図 3 より、電源周波数が高い順に出力電流を得られていることが分かる。図 4 より、電源周波数が 7.5kHz のときリップル率が 15% を下回っていることが分かる。以上より、CW 回路を多段接続した場合の出力電圧変動と出力電流、およびリップル率を明らかにした。

### 5. まとめ

本稿では、全波整流型 CW 回路を多段接続した場合に、電源周波数と負荷抵抗を変化させた際の出力電圧変動と出力電流、およびリップル率を明らかにした。今回の結果より全波整流型 CW 回路を 2 段接続した場合では、目標の出力電圧は得られないことが明らかになった。よって、段数をさらに増やす必要があることが分かった。

今後の展望として、CW 回路の段数をさらに増やすことで、出力電圧の増加が可能であるか検討を行う。また、本回路を用いてパワー LED を実際に点灯させた際の出力とリップル率について検討する予定である。

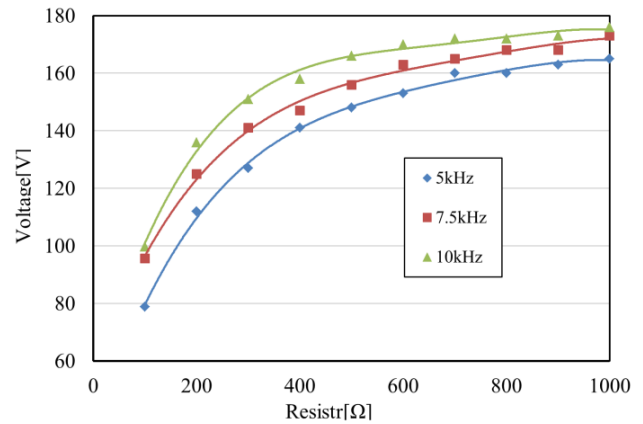


図 2 負荷抵抗の変動に対する電圧変動

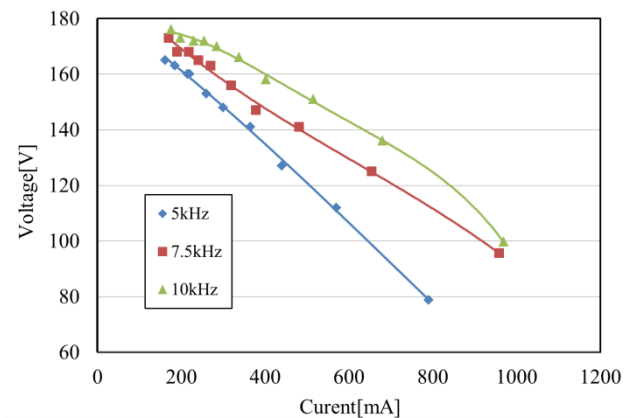


図 3 負荷抵抗の変動に対する出力電流

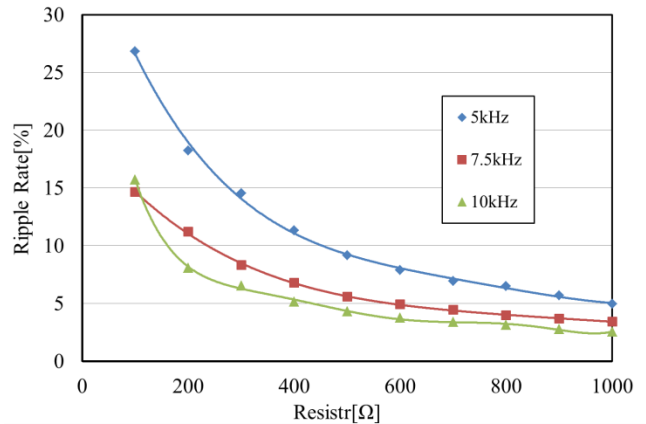


図 4 負荷抵抗の変動に対するリップル率

### 参考文献

- [1] 幅野岬太, 米盛弘信:「全波整流型 CW 回路の高周波駆動」, 2018 年(第 36 回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.431(2018)

### 謝辞

本研究を行うにあたり、高周波トランスや素子をご提供いただいた株式会社ニッシンのご関係の皆様へ感謝致します。