

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

—入力周波数と出力電流の関係—

A Proposal on the Increasing the Current of Cockcroft-Walton Circuit - Relation between Input Frequency and Output Current -

大島穂高¹⁾ 幅野岬太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 : PV モジュール・人工太陽光・パワーLED・CW 回路

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¹⁾。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、人間に認識不可能な点滅が発生し、PV モジュールの発電電圧に影響を与える懸念がある。また、各 LED を均等に点灯させるには並列接続より直列接続のほうが有効である²⁾ことから、高圧の直流電圧が必要となる。そこで筆者らは、PV モジュールの発電電圧へ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・ウォルトン回路（以下、CW 回路）を用いて検討を行った。しかし、CW 回路は高電圧が得られる一方、電流が低下してしまう問題がある。

先の報告では、パワーLED を用いた人工太陽光の点灯回路として、CW 回路を構成するコンデンサの静電容量を増加させた際と CW 回路の並列化を行った場合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した。その結果 CW 回路は、コンデンサの静電容量や ESR 等によって大きく影響を受けることが判明した。

本稿では、CW 回路に入力する周波数を変化（コンデンサの充電サイクルを変化）させた場合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明らかにしたので報告する。

2. 人工太陽の要求条件

PV モジュールによる発電実験を行う際、パワー LED を用いた人工太陽光に対して求められる性能は、①面光源、②スペクトルが太陽と同様、③調光が可能、④発熱が少ない、である。先行研究では、パワーLED を直並列接続した場合を測定した。その結果、面光源になりにくいことが判明した³⁾。バラスト抵抗を用いて、直列接続された LED ユニットに同一の電流が流れるようにすれば解決するが、消費電力の観点からバラスト抵抗数は最小限にすることが望ましい。そこで、パワーLED を全て直列接続することで各パワーLED の定電流化を試みた。しかし、定電流化を実現するには、直列接続したパワーLED 分の順電圧以上の電源電圧が必要になる。

そこで、小規模で容易に AC-DC 変換ができ、かつ高電圧を得ることが可能な CW 回路に着目して検討を行った。

3. 実験方法

CW 回路に入力する周波数を変化（コンデンサの充電サイクルを変化）させた場合の負荷抵抗に対する電圧降下、出力電流とリップル率を実験により明らかにする。交流電源の出力を 50Hz-100V および 100Hz-100V, 500Hz-100V に設定し、CW 回路で 2 倍近い電圧まで昇圧させる。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、ダイヤル抵抗器の値を変えた際の波形をオシロスコープで表示し、リップル率を導出する。

4. 実験結果

図 1 に負荷抵抗の値を変えたときの電圧降下、図 2 に負荷抵抗の両端電圧と電流の関係、図 3 に負荷抵抗の値を変えたときのリップル率を示す。図 1 より、CW 回路が動作して昇圧整流していることがわかる。電圧降下は、周波数を高くすること大きく抑えられていることがわかる。図 2 より、周波数を高くすることで出力電流を増大しても電圧降下がほぼ無いことがわかる。図 3 より、入力する周波数を高くするとリップル率が大きく抑えられていることがわかる。これらの結果は、コンデンサに充電するサイクル数が増えたために得られたと考えられる。したがって、周波数の増大が課題を解決する一手法であるといえる。

5. まとめ

本稿では、パワーLED を用いた人工太陽の模擬に用いる点灯回路として、CW 回路に入力する周波数を変化（コンデンサの充電サイクルを変化）させた場合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明らかにした。その結果、周波数を高くすることで電圧降下の低減、電流値の増大、リップル率の低減を確認した。しかし、現状の出力電流値では人工太陽として使用するパワーLED を点灯させることが困難である。

今後もパワーLED を点灯させるために必要な電流値まで電流を増大させる方法を模索する。

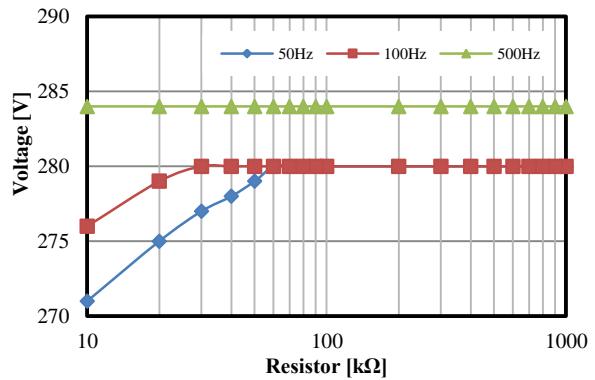


図 1 負荷抵抗に対する電圧降下

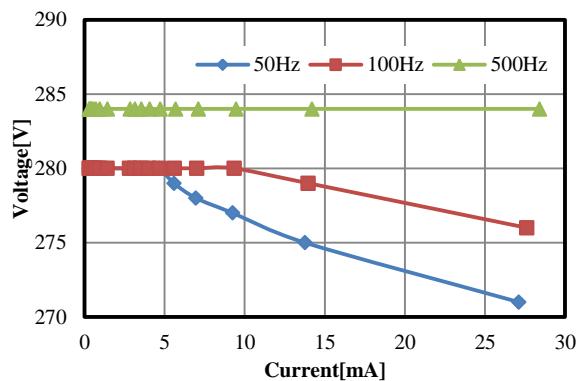


図 2 負荷抵抗の両端電圧と電流の関係

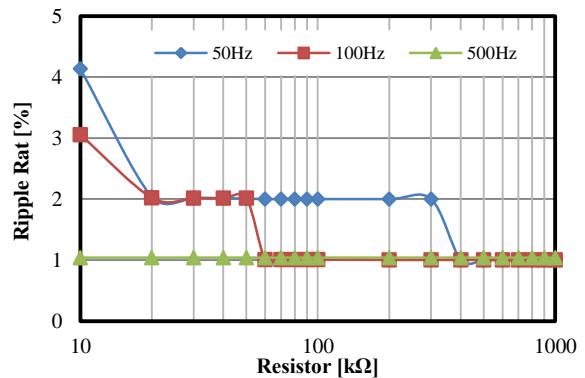


図 3 負荷抵抗に対するリップル率

参考文献

- 1) セリック株式会社 HP:「<http://www.seric.co.jp/>」(2017 9/21)
- 2) 西川政広, 石塚 洋, 松尾博文:「定電流・定照度制御機能を持つ照明用 LED 駆動回路の静特性」, 信学技報, EE2005-72, pp.67-72(2006)
- 3) 大島穂高, 田附功行, 岩下真輝, 米盛弘信:「太陽光発電の実験に供する白色パワーLED を用いた 1kW 級人工太陽の基礎検討」, 第 8 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.288-289(2016)