

熱電変換素子を用いたハイブリッド PV モジュール向け MPPT の提案

Proposal on the MPPT for Hybrid PV Module Using Thermoelectric Conversion Elements

津田浩平

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：熱電変換素子，PV モジュール，MPPT

1. はじめに

近年、地球温暖化は世界規模で問題となっている。地球温暖化の主な原因として温室効果ガスの増加が指摘されている。温室効果ガスの中でも二酸化炭素の割合が最も高く、温暖化への影響が大きい。二酸化炭素の排出を削減するためには、排出源となっている石油・ガス・石炭などの化石燃料から得られるエネルギーの使用を抑え、太陽光発電や水力発電などによって生み出される再生可能エネルギーの利用を拡大する必要がある。そこで本研究室では、再生可能エネルギーを利用した発電システムの研究に取り組んでいる。

本稿では、太陽光発電を主軸として複数の再生可能エネルギーの発電方法を組み合わせた発電システムを提案し、使用する最大電力点追従装置（Maximum Power Point Tracker : MPPT）について述べる。

2. 問題点の抽出と提案装置

太陽光発電に使用する PV モジュールは、真夏の暑い時期や気温が高い地域では高温になってしまいます。PV モジュールが高温になると発電効率が低下するという問題点がある。温度が上昇すると電流は上がるが、それよりも大幅に電圧が下がるため発電効率が下がってしまう。この高温になったパネルの熱を利用して、本研究では熱電変換素子を PV モジュールの裏面に設置し、温度差で発電するハイブリッド PV モジュールを提案する。

3. 提案方法

図 1 は本稿で提案するハイブリッド PV モジュールの構成を示す。提案方法は、図 1 のように高温になる PV モジュールとヒートシンクによる低温側の間に熱電変換素子を入れて温度差発電させるものである。これにより熱電変換素子で発電した電力が加算可能となる。ヒートシンクの冷却には水冷式を用いる。水を使用するため、図 1 のように小水力発電と組み合わせることで水力発電による電力も加算できるハイブリッド発電システムとなる。熱電変換素子は、物体の温度差が電圧に直接変換するゼーベック効果の素子を使用する。

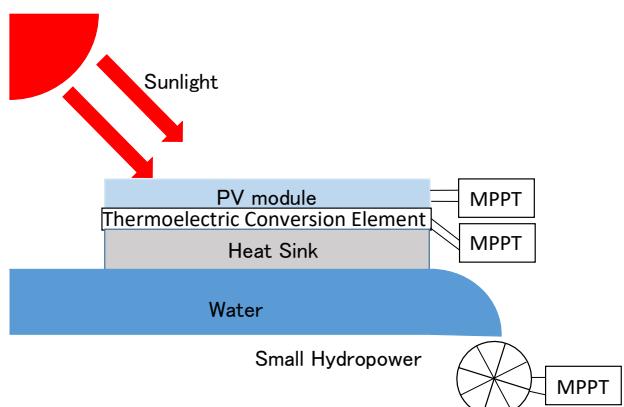


図 1 提案装置

太陽光発電では、日射量や温度によって PV セル内に発生する電圧と電流の大きさは常に変動する。電圧と電流が変動した際、発電量が最大となるように、電圧と電流を組み合わせて調整するのが

MPPT である。ハイブリッド発電システムは太陽光発電、熱電変換素子、小水力発電とそれぞれ特性が違い、その最大電力点が異なる。そのため、それぞれの発電装置に用いる 3 つの MPPT を製作し、動作確認をする必要がある。

太陽光発電に用いる PV モジュールの動作電圧は 12.0V であった。そのため、電力変換回路には DC-DC コンバータとして降圧チョッパ回路を使用した MPPT を製作する。また、小水力発電の動作電圧は 15.4V であったため、電力変換回路に降圧チョッパ回路を使用する。複数の熱電変換素子を組み合わせた場合の動作電圧は 4.5V であった。そのため、電力変換回路に昇圧チョッパ回路を使用する。従来の MPPT との違いは、熱電変換素子で発電したときの最大電力点と太陽光発電における最大電力点が異なることである。太陽光発電の場合は天候により日射量が変化してしまうため常に最大電力点が変動するが、熱電変換素子による発電では急に温度変化することが少なく、徐々に最大電力点が変動していくことが予想される。したがって、応答速度が早くなくても問題ないため、簡単な回路構成で実現できると考える。

4. 実験状況

本研究では、MPPT 機能を付加した DC-DC コンバータとして降圧チョッパ回路を試作する。図 2 は、PV モジュールの出力電圧を変動させる降圧チョッパ回路を示す。現在、図 2 のような降圧チョッパ回路を製作している。ゲート・ドライブ回路には、フォトカプラ(TLP250)を用いた。制御部は、Arduino Nano を採用して、電圧・電流をセンシングして最大電力を計算し、MPPT の制御信号を生成している。MPPT の制御アルゴリズムには、一般的な山登り法を用いる。降圧チョッパ回路が完成した後、電流・電圧センサ回路の製作をする。最終的に、実験で使用する PV モジュールの $P-V$ 特性を測定し、製作した MPPT が最大電力点を追従ができているか確認する予定である。

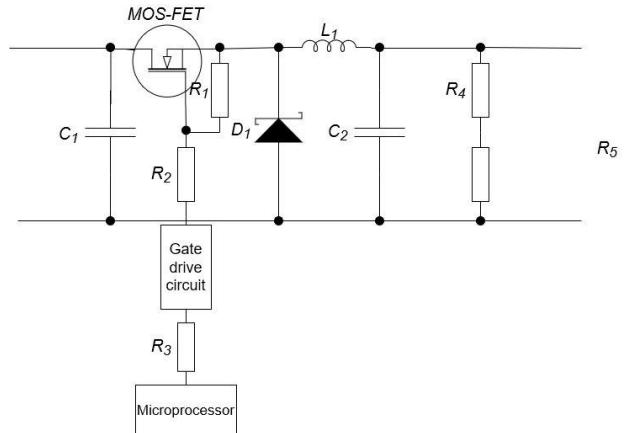


図 2 降圧チョッパ回路

5. まとめ

本稿では、熱電変換素子を用いたハイブリッド PV モジュール向けの MPPT を提案し、具備すべき機能を述べた。提案装置は、小水力発電を組み合わせることで水力発電による電力も加算できるハイブリッド PV モジュールとなる。

今後は、降圧チョッパ回路を完成させ、発電時の電流・電圧をセンシング可能な回路を製作する。山登り法のアルゴリズムをプログラミし、MPPT が最大電力点を追従できているのかを確認する。また、残り 2 つのハイブリッド PV モジュール向けの MPPT を製作し、動作の確認を行う。そして、3 つの発電装置を組み合わせて、屋外でフィールド実験を行い、実際に動作しているか確認する。

参考文献

- [1] 中平強：「太陽電池を最高出力状態に保つ技術 MPPT」、トランジスタ技術(2010)、pp.99-102、CQ 出版社
- [2] 片山颯眞：「熱電変換素子を活用したハイブリッド PV モジュール提案」2019 年電気設備学会講演論文集 p.564
- [3] 児玉速汰：「小水力発電を組み合わせたハイブリッド PV モジュール発電システムの提案」2020 年電気設備学会講演論文集 pp.7
- [4] 西原貴之：「MPPT のスイッチング動作によって PV モジュールから発生するノイズの低減法に関する研究」2019 年特別研究論文 pp.23