

ハイブリッド PV モジュールにおける電源統合回路の出力特性

Output Characteristics of Power Supply Integrated Circuit in Hybrid PV Module

中村修斗

指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

キーワード: DC-DC コンバータ, 太陽光発電, 温度差発電, PV モジュール, TCE

1. 緒言

昨今、太陽光パネル（以下：PV モジュール）は一般家庭に普及している。しかし PV モジュールは高温化すると発電量が減少するという欠点をもつ。特に夏季においては同問題が顕著である。実際に本校屋上に設置されている PV モジュールでは、2020 年 8 月において、裏面の温度が最大で 69.4 °C まで上昇していた。先の研究では、PV モジュールの裏面の温度 25 °C を基準として温度が 1 °C 上昇するごとに発電量は約 0.44 % 減少することが報告された^[1]。このことから、温度が 69.4 °C まで上昇した PV モジュールの発電減少量はおよそ 19.2 % であり、大きな損失であるといえる。

本研究室では同問題に対して、熱電変換素子 (TCE: Thermoelectric Conversion Elements) を組み合わせ、太陽光発電と温度差発電を同時に使うハイブリッド PV モジュール（以下:HPV）を提案した。先行研究においては、供試装置を作成し、TCE の特性測定を行った^[2]。そして、TCE の発電電力改善のため、TCE に与える圧力を変化させて実験を行った^[3]。

本稿では、HPV の電源統合回路の提案および試作を行い、電力統合実験の結果を報告する。

2. HPV の構造

図 1 に HPV の概略図を示す。PV モジュールの裏側に熱交換部を取り付け、熱交換部の内部には流水路を通す。また、PV モジュールと熱交換部の間には TCE を挟み込む。そして、TCE へ確実伝熱

させるため、熱伝導シートを使用する。TCE とは、素子の表裏に与えられた温度差によって発電するものである。太陽からの日射により PV モジュールが高温化してしまうが、流水路に水を流することで熱交換部を低温化させ温度差を生じさせることができる。この温度差を利用して TCE が発電をおこない、減少した PV モジュールの発電量を補うことができる。教師装置では TCE を 8 つ直列接続とした。

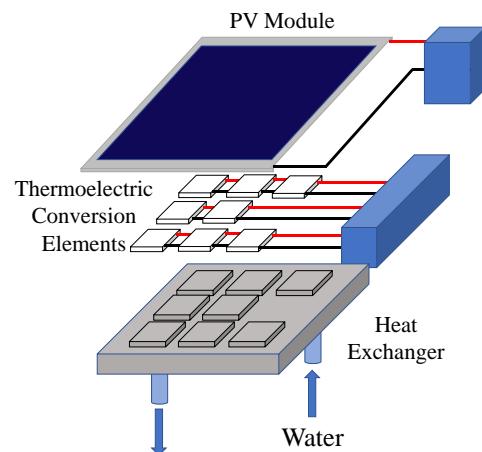


図 1 ハイブリッド PV モジュールの構造

3. 電源統合回路について

現在、PV モジュールと TCE の出力はそれぞれ独立しているため、一つの電源として扱うことができない。そこで、DC-DC コンバータ（以下: コンバータ）を使用して出力電圧を統一し、1 つの電源として扱えるようにする。本稿ではこの回路を電源統合回路と呼ぶ。PV モジュールの出力電圧は最

大で 20 V, TCE は先行研究において最大 2.7 V であった^[3]. これらを 12 V で統一し, 並列接続して電力の統合を試みる.

4. 実験方法

図 2 は電源統合回路, および実験構成である. PV モジュールの出力電圧は, コンバータ A (入力電圧 9~36 V, 出力電圧 12 V)を用いて 12V に降圧する. TCE の出力電圧は, コンバータ B(入力電圧 2.7~3.3 V, 出力電圧 5 V)とコンバータ C(入力電圧 4.5~5.5 V, 出力電圧 12 V) を用いて二段階昇圧する. また, コンバータ A とコンバータ C の出力には逆流防止のためダイオードを接続した. PV モジュール側(コンバータ A)の入力と TCE 側(コンバータ B)の入力にそれぞれ直流安定化電源を接続し, PV 側は出力電圧 18 V, TCE 側は 3V を印加する. 電源統合回路の出力端子に可変抵抗を接続して, 抵抗値を変化させながら出力特性を記録する. 以上の実験構成で PV 側のみ, TCE 側のみ, そしてこれらを合算した出力の電圧を測定し, 電力を算出する.

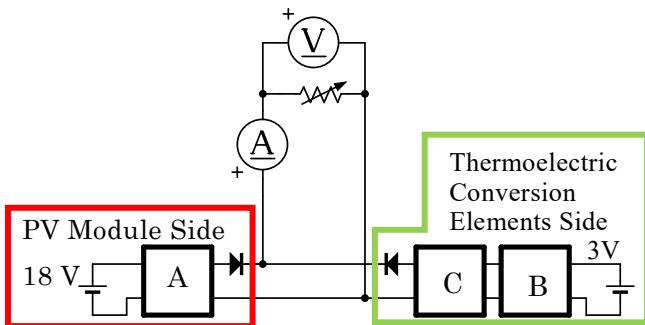


図 2 電源統合回路と実験構成

5. 実験結果

図 3 は電源統合回路の $R-V$ 特性および $R-I$ 特性である. 図 3 より, 電源統合回路の出力電圧は最大で 11.39V であった. 出力電圧が 12V にならなかった理由としては, ダイオードによる電圧降下の影響を受けたためだと考えられる. また, TCE 側の出力電圧は 100Ω から 400Ω の間で直線的に上昇(区間 A)し, それ以降は $11.1\sim11.3V$ でおよそ一定(区間 B)になった. 区間 A の統合出力電圧は, PV 側に対して TCE 側の出力電圧が低い. そのため, PV 側の出力のみが統合出力に影響しており, 热電側は寄与出力にしていないと考えられる. また, 区

間 B においては PV 側と TCE 側の出力電圧が統一されているため, 統合電流は PV 側と TCE 側における電流値の和であると考えられる. しかし, 実際には変化が見られなかった. 原因としては可変抵抗の抵抗値が大きくなつたことで電流が非常小さくなつてしまつたため変化が分かりづらくなつてしまつたと考えられる.

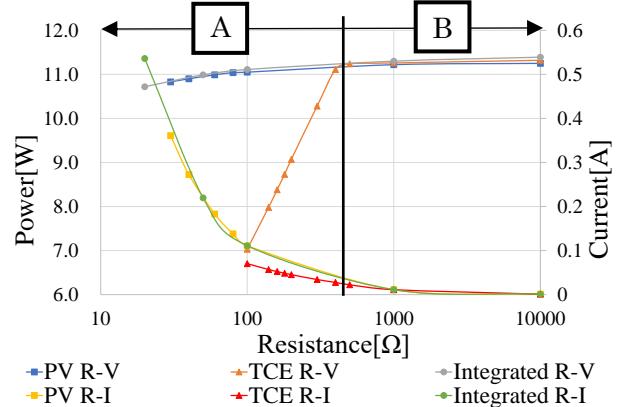


図 3 電源統合回路の出力特性

6. 結論

本稿では, ハイブリッド PV モジュールに接続する電源統合回路の試作および特性測定の結果を報告した. その結果, TCE 側の昇圧性能の低さから電源統合がうまくいっていないことがわかった. また, 現在使用している DC-DC コンバータの変換効率はコンバータ A が 83%, コンバータ B が 77%, コンバータ C が 71~91% であり, 損失の大きさが問題となっている. これらの問題を解決するため, より良い変換効率のコンバータへの置換, もしくは製作によって統合効率の改善を目指す. 今後, 試作した供試装置と組み合わせて実環境を模擬した実験を行う.

参考文献

- [1] P K Dash, N C Gupta: "Effect of Temperature on Power Output from Different Commercially available Photovoltaic Modules" Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 5, Issue 1 (Part 1), pp.148-151(2015)
- [2] 田中紫苑, 米盛弘信: "HPV の熱交換特性改善に関する研究", 2020 年 (第 2 回) 電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, A-9, pp.17-18, 八王子市学園都市センター (2020)
- [3] 中村修斗, 米盛弘信: "ハイブリット PV モジュールにおける TCE の発電特性および改善案", 2021 年 (第 3 回) 電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, pp.17-18 (2021)