

## ハイブリッド PV モジュールにおける電源統合回路の特性測定

### Characteristic Measurements 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，熱電発電，PV モジュール，熱電変換素子

#### 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．先の研究では，PV モジュールの裏面の温度 25℃を基準として温度が 1℃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<sup>[1]</sup>．

本研究室では同問題に対して，PV モジュールと熱電変換素子を組み合わせ，太陽光発電と温度差発電を同時に行うハイブリッド 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，熱電変換素子の特性測定を行った<sup>[2]</sup>．また，先行実験においては HPV の出力を統合する電源統合回路の動作実験を行い，電源合成が可能であることを確認した<sup>[3]</sup>．

本稿では，電源統合回路に PV モジュールと熱電変換素子を接続した際の実出力特性を報告する．

#### 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ヒートシンクを取り付け，それらには熱電変換素子を挟み込む．熱電変換素子へ確実に伝熱させるため，熱伝導シートとヒートグリスを使用した．熱電変換素子とは，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．表面は太陽からの日射により PV モジュールが高温化するが，裏面は水冷や空冷によってヒートシンク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熱電変換素子が発電をおこな

い，減少した PV モジュールの発電量を補うことができる．共試装置では熱電変換素子を 14 つ直列接続とした．

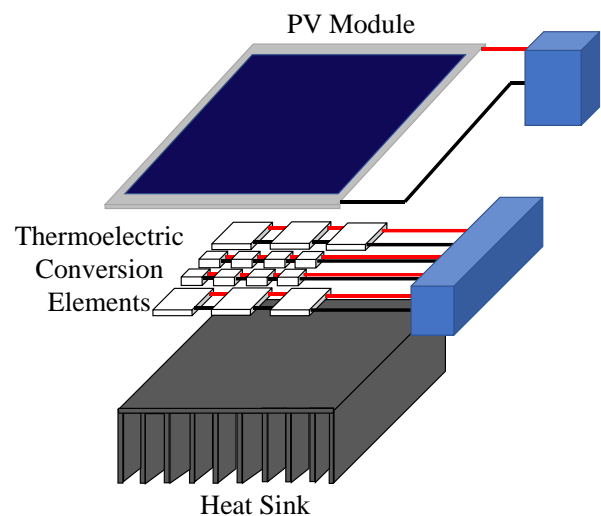


図 1 ハイブリッド PV モジュールの構造

#### 3. 電源統合回路について

現在，HPV において，PV モジュールと熱電変換素子の出力はそれぞれ独立しているため，1 つの電源として扱うことができない問題がある．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 18 V，熱電変換素子は先行研究において 3.3~5 V であった<sup>[3]</sup>．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. 熱電変換素子の出力電圧はコンバータ B(入力電圧 3.3~5 V, 出力電圧 12 V)で昇圧する. また, 電流の逆流によってコンバータが破損することを防ぐためダイオードを挿入した. 本実験では, 実験条件統一のため, 熱電変換素子と PV モジュールをそれぞれ独立させて実験を行った. 熱電変換素子は温度差を一定とするため, 加熱にラバーヒータを用い, ヒートシンクを水冷して冷却する. 温度差は 30 °C 一定とした. PV モジュールは光源としてハロゲン灯を使用する. これらの出力を電源統合回路と接続して, 可変抵抗器の抵抗値を変化させた際の出力電圧を測定し, 電力を算出する. また, 熱電変換素子のみ発電した場合, PV モジュールのみ発電した場合の発電特性を測定し比較を行う.

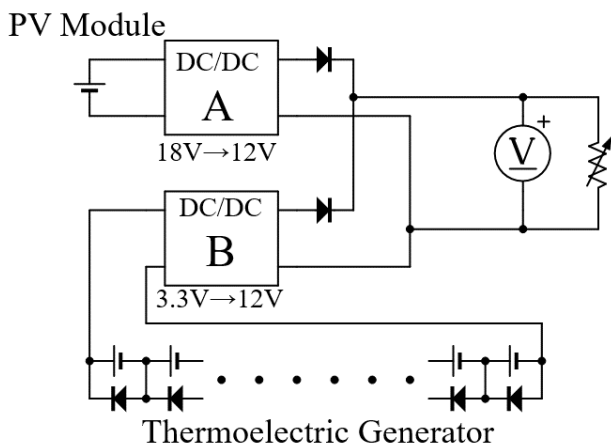


図 2 電源統合回路と実験構成

5. 実験結果

図 3 は電源統合回路の  $P-R$ ,  $V-R$  特性である. 図 1 より, 抵抗値 3000 Ω までは出力電圧が上昇し, それ以上の抵抗値では全ての発電条件で出力電圧が約 11.3 V で一定となった. これは, 熱電変換素子, PV モジュール共にコンバータの動作電力に達しなかったためだと考えられる. そのため, 安定し

て動作する 3000Ω 以上で出力電力を見ると, 熱電変換素子, PV モジュール, 統合出力でほぼ同じであるため電源統合ができていないと考えられる. また, 出力電圧が約 11.3 V とコンバータの定格電圧 12 V と比べて低くなった理由は, 逆流防止用に設置したダイオードによって電圧降下が起こったためだと考えられる.

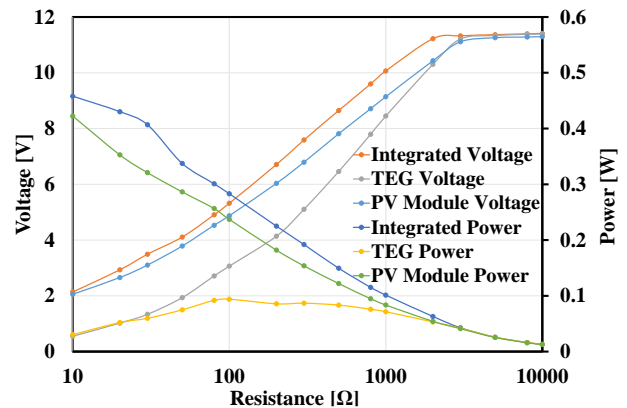


図 3 電源統合回路の出力特性

6. 結論

本稿では, 電源統合回路に熱電変換素子と PV モジュールを接続し, その出力特性を報告した. その結果, 発電能力の低さによってコンバータが正常に動作できていないことを確認した. 今後, 発電効率改善のため, 熱電発電では発電用の素子への交換や伝熱改善のために加圧を強めるなどの対策を行う. また, PV モジュールにおいては発電電力が低くなった原因を調査し, 対策を行う.

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, 「ハイブリッド PV モジュールにおける電源統合回路の評価」, 2023 年 (第 41 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, pp480 (2023)