

熱電発電モジュールの内部抵抗変化が インピーダンスマッチング MPPT 制御に与える影響

Effect of Internal Resistance of TEG module on Impedance matching MPPT Control

東京工業高等専門学校, 電子工学科, 環境エネルギー研究室, 服部五月,
指導教員, 永吉浩

これまでインピーダンスマッチング法による最大電力点追尾回路を有した熱電パワーコンディショナの開発を行ってきた。これまで固定値を制御目標値としてきたが、温度変化による内部抵抗変化で生じるマッチングのずれの影響を評価した結果2%程度のミスマッチ損失が生じることが判明した。この損失を解消するために動作中でも熱電変換モジュール内部抵抗測定を継続的に行う制御プログラムの開発を行っている。

キーワード：パワーコンディショナ, maximum power point tracking, 热電発電,
パワー電子回路

1. はじめに

ゼーベック効果を利用した熱電発電は熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、熱源を持つシステムのエネルギー回収に有用である。図1に示すように、負荷を接続して効率よく電力供給するためには開放電圧の半分になるように負荷とのマッチングを取る必要がある。このため熱電発電モジュールと負荷との間に最大電力追従回路を挿入する必要がある。本方式では熱電発電モジュール内部抵抗とコンバーターを通してみた見かけの内部抵抗が一致するように制御を行う。このため動作時に発電モジュールの内部抵抗を測定することが必要になる。モジュールの内部抵抗は温度差に応じて変化するため、温度変化の大きい系では初期設定された内部抵抗値と動作状態における値がずれて損失が発生すると考えられる。

一方、エンジン排気部などの用途では温度の変動が激しく表れるためダイナミックに

内部抵抗変化をモニタすることが必要となる。今回実モジュールでどの程度の内部抵抗変化が生じるか評価を行い、動作時の内部抵抗変化がインピーダンスマッチング制御時の熱電発電素子システム変換効率に与える影響を評価した。さらに得られた結果に基づいて制御プログラムの改良を試みている。

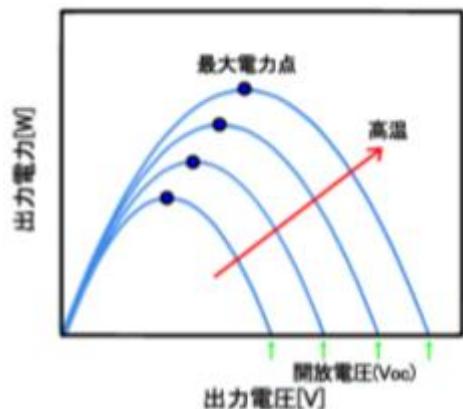


図1 热電発電素子の基本特性

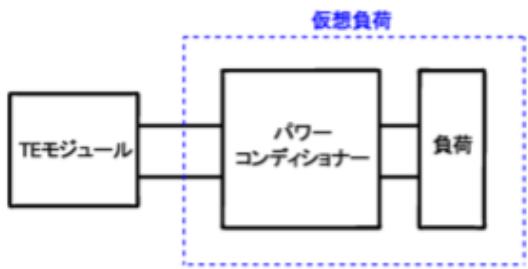


図2 热電発電システム構成

2. 実験

市販の BiTe ペルチェ素子を熱電発電素子として利用した。パワーコンディショナの改良を行う前にまず温度変化でどの程度の内部抵抗変化が生じるか、引用データ及び実測により評価した。図3に温度差なしの内部抵抗を100とした時の相対内部抵抗変化の温度差依存性を示す。内部抵抗は温度上昇とともに上昇し、最大30%程度変化した。高温用モジュールではさらに大きな内部抵抗変化を示すと考えられる。このような内部抵抗変化がインピーダンスマッチング法のミスマッチ発生に及ぼす影響を求めた結果を図4に示す。内部抵抗が30%変化した場合、インピーダンスマッチングMPPTのパワーコンディショナ出力は2%程度低下することが分かった。このため温度変化が頻繁に表れる熱電発電システムでは連続的に内部抵抗を推定する制御プログラムが必要となる。そこで動作点をシフトさせて2点の動作点の電流、電圧から新たな内部抵抗を計算することでリセット動作なしで内部抵抗を計算している。現在制御マイコン内で処理される内部抵抗計算値をモニタできるように改良を加えている。

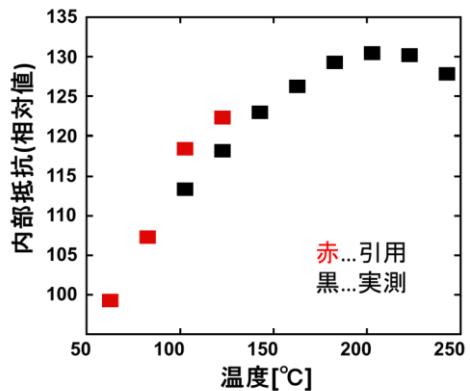


図3 相対内部抵抗変化の熱源温度依存性

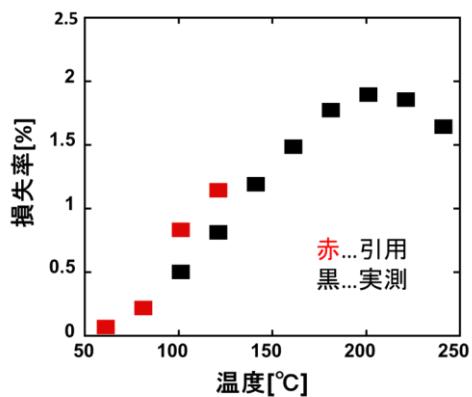


図4 热源温度に対する損失率

まとめ

インピーダンスマッチング法による追従特性改善のために動的に熱電発電素子の内部インピーダンスをモニタする方法を考案し、実際の素子で内部抵抗変化がどの程度熱源温度の影響を受けるか実験的に確かめた。今後制御プログラムの有効性を実証する予定である。

- [1] Hiroshi Nagayoshi, Tatsuya Nakabayashi, Hiroshi Maiwa, and Takenobu Kajikawa, "Development of 100-W High-Efficiency MPPT Power Conditioner and Evaluation with Battery Load", Journal of Electronic Materials 40, 5, (2011), 657