

高熱応答性ペルチェモジュールの提案及び IS 法による熱応答性の評価

Proposal of high thermal response Peltier module and evaluation of thermal response by IS method

埼玉大¹, 学振 DC1², °篠崎諒¹, 長谷川靖洋¹, 大塚美緒子^{1,2}, 平林伸哉¹, 笹川晴章¹, 山下大輔¹

Saitama Univ.¹, JSPS DC1², °Ryo Shinozaki¹, Yasuhiro Hasegawa¹, Mioko Otsuka^{1,2},

Shinya Hirabayashi¹, Haruaki Sasagawa¹, Daisuke Yamashita¹

E-mail: shinozaki@env.saitama-u.ac.jp

【高熱応答性ペルチェモジュールの提案】

近年発表されたインピーダンススペクトロスコピー法(以下 IS 法)は熱電変換材料の無次元性能指数 zT [-] の周波数応答性及び特徴的な熱応答周波数 f_{TE} [Hz] を同時に評価できる手法である。特徴的な f_{TE} は熱電変換材料の熱拡散率 α [m^2/s] 及び長さ L [m] に依存することが理論的に示されている($f_{TE} \propto \alpha/L^2$)^{1,2,3}。このことから熱拡散率 α の大きな材料を用いて長さ L を短くすることで従来のペルチェモジュールよりも熱応答性を高めることが可能となる。しかし熱拡散率 α が大きな材料は熱伝導率 κ [W/mK] も大きくなってしまいうため zT が小さくなり、ペルチェモジュールの最大温度差 ΔT_{max} [K] も低下してしまうことから単独での使用は困難である。そこで熱応答性は低い zT は高いモジュールと熱応答性は高い zT は低いモジュールを組み合わせたタンデム型のモジュールを提案する。提案するモジュールは zT の高いモジュールには一般的な BiTe 系モジュールを使用し、 zT の低いモジュールには加工が容易であり電解めっき法などで長さ L の制御が可能な T 型熱電対の組み合わせである銅-コンスタンタンを材料としたモジュールを想定している。今回は銅-コンスタンタンモジュールが稼働可能であることを検証するため、電解めっき法で形成した膜サンプル及びコンスタンタンのバルク材(CN49)について IS 法測定を行った。

【IS 法を用いた熱応答性の評価】

IS 法を用い zT 周波数応答性を測定した結果を Fig.2 に示す。この結果から長さ L を短く制御することで f_{TE} が高周波領域へシフトすることを実験的に確認することが出来た。また膜サンプルは表面が粗雑であるため熱応答性がバルクサンプルよりも低い結果となった。

今回の実験では測定を実施するために必要なリード線や薄膜電極のみを取り付けた場合の結果であり、実際のモジュールでは絶縁基板や厚い電極などが付いている。そのためそれらの熱容量や熱抵抗がどのような影響を及ぼすか考慮しなければいけない。今後は絶縁基板や電極が付いた場合にどの程度熱の遅れが生じるかについて確認を行っていく。

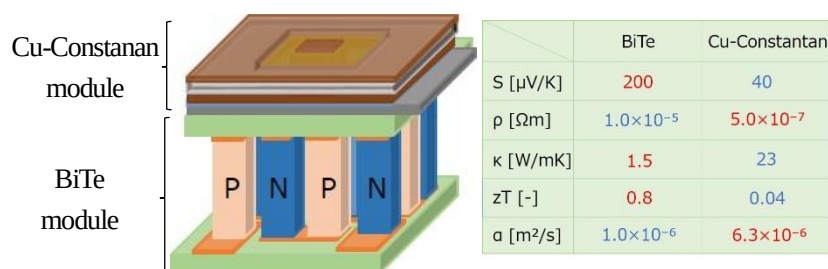


Fig.1 Diagram of tandem module and physical property

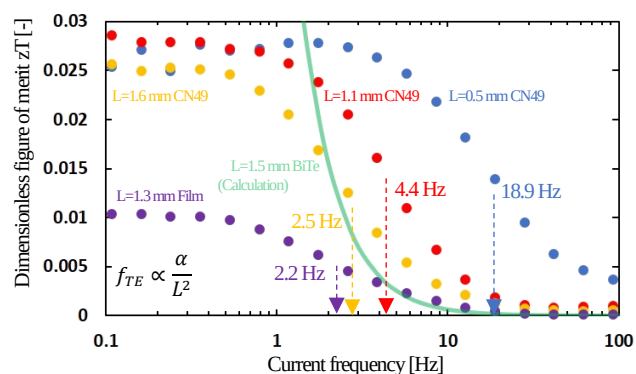


Fig.2 Frequency dependence of zT at room temperature

【参考文献】

1. J.Garcia et al., JOURNAL OF APPLIED PHYSICS **116**, 174519(2014)
- 2 M.Otsuka et al., Applied Physics Express **10**,115801(2017)
- 3 Y.Hasegawa et al., AIP Advances **8**,075222(2018)