

多結晶 SiGe 薄膜を用いた平面型ユニレグ熱電デバイスの設計

Design of a planar-type uni-leg poly-SiGe thermoelectric generator

東大生研¹, 名古屋大², °小池 壮太¹, 柳澤 亮人¹, 黒澤 昌志², 野村 政宏¹

IIS Univ. of Tokyo¹, Nagoya Univ.², °S. Koike¹, R. Yanagisawa¹, M. Kurosawa², M. Nomura¹

E-mail: koike-s@iis.u-tokyo.ac.jp

背景:IoT 社会の到来によるセンサネットワークの構成で自立型電源の需要が高まっている。熱電発電デバイスは環境中の熱を電気に直接変換できることから駆動部を持たず耐久性に優れ、自立型電源として注目を集めている。これまでに、低コスト低環境負荷な Si を用いた平面型熱電デバイスを設計する研究が盛んに行われてきた[1,2]。CMOS プロセスを適用できる Si を用いることで、低コストなデバイス設計が可能であるが、一方で熱電性能が乏しく電力を得ることが難しい。本研究では高効率、低コスト化を目的とした最適デバイス設計を行なった。材料として用いる SiGe は同じく CMOS プロセスが適用可能であり、高い熱電性能を持つため、デバイスの高出力化も期待できる。

手法・結果:本研究では、熱電デバイスの単位セルについて 3 次元有限要素法のシミュレーションモデルを作製し、出力電力を算出した。シミュレーションモデルは SiGe on insulator ウェハ上に作製されることを想定している。本デバイスでは、SiO₂ 層をエッチングし SiGe 薄膜のブリッジ構造を作ることによって基板の垂直方向にかかる温度差から面内方向の温度勾配を得る。また、フォトレジストを支柱としてデバイス上部に Si ウェハをボンディングすることで、熱流路を作製しより大きな面内温度差を生じさせることができる。本研究では図 1(b)に示すデバイスの構造パラメーターを系統的に変化させて、最大出力電力を得る寸法を設計した。図 2 は SiGe 薄膜長さ(L_{Mem})、低温側熱浴の長さ(L_{Cold})の 2 つのパラメーターによる出力電力密度を示しており、最適な寸法で約 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の電力密度が得られた[3]。

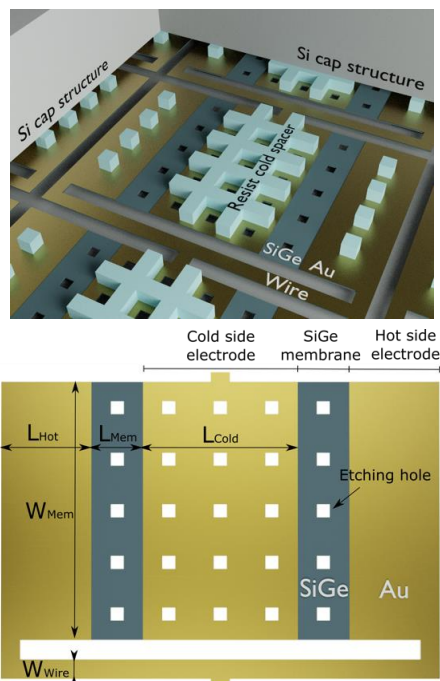


Fig.1 (a) Schematic view of uni-leg thermoelectric generator. (b) Top view of device layer and structure parameters.

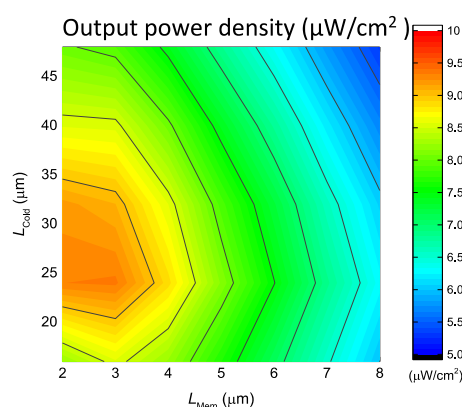


Fig.2 Length of SiGe membrane (L_{Mem}) and Cold side electrode (L_{Cold}) dependence of output power density.

謝辞:本研究は、JST CREST (JPMJCR19Q3)、JST 未来社会創造事業(JPMJMI19A1)、および科学研究費補助金(17H02729)の支援により遂行された。

参考文献: [1] M. Tomita, *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices 65, 5180 (2018). [2] M. Nomura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 223106 (2015). [3] S. Koike, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., accepted.