

多結晶 SiGe 薄膜を用いた熱電変換デバイスの設計

Design of thermoelectric device with a poly-SiGe thin film

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., °S. Koike¹, R. Yanagisawa¹, M. Kurosawa², M. Nomura¹

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

背景：センサ社会の到来により、あらゆる場所に設置される無数の自立電源を搭載した無線センサーノードの実現に向けて、エネルギーハーベスティング技術が注目を集めている。環境中に存在する熱、振動などの小さなエネルギーから微小電力を得るこの手法のなかで注目される技術の一つに熱電変換がある。これまでに、微細加工が容易な Si を用いた低環境負荷な熱電変換デバイスについて報告[1]や、フォノンニックナノ構造を持つ Si 薄膜による熱電特性の高性能化に関する報告[2]がなされている。本研究では、材料を Si と比べて非常に良い熱電特性を持つ SiGe に置き換えたデバイスのデザインを行なった。SiGe は高い熱電性能を持っているだけでなく、半導体プロセスとの適合性がよく Si と同様に微細加工を施すことができる。また、その良い熱電特性によりフォノンニックナノ構造を作成する必要がないので、Si を用いたデバイス作製に使用してきた電子線描画装置ではなく、レーザ描画装置にて作製することができ高いスループットに繋がる。以上のように、フォノンニックナノ構造をもたず、レーザ描画装置で作製可能なデバイスを設計し、シミュレーションを行なったので報告する。

手法・結果：熱電変換デバイスは多結晶 SiGe の SOI ウエハ上に作製される。酸化膜層をエッチングし 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。図 1(a)はデバイスの単位ユニットを表している。図 1(b)は設計したデバイスデザインを用いたシミュレーションで得た温度分布である。シミュレーションでは、デバイスウエハの下面とキャップウエハの上面に 10°C の温度差をつけ、SiGe の物性値は先行研究の実験値を用いた[3]。図 1(c)は単位面積毎の電力を示している。デバイスデザインにキャップ層を適応した場合としていない場合についての結果であり、キャップ層を付けた場合、約 1mW/cm² の電力密度が得られるという結果となった。

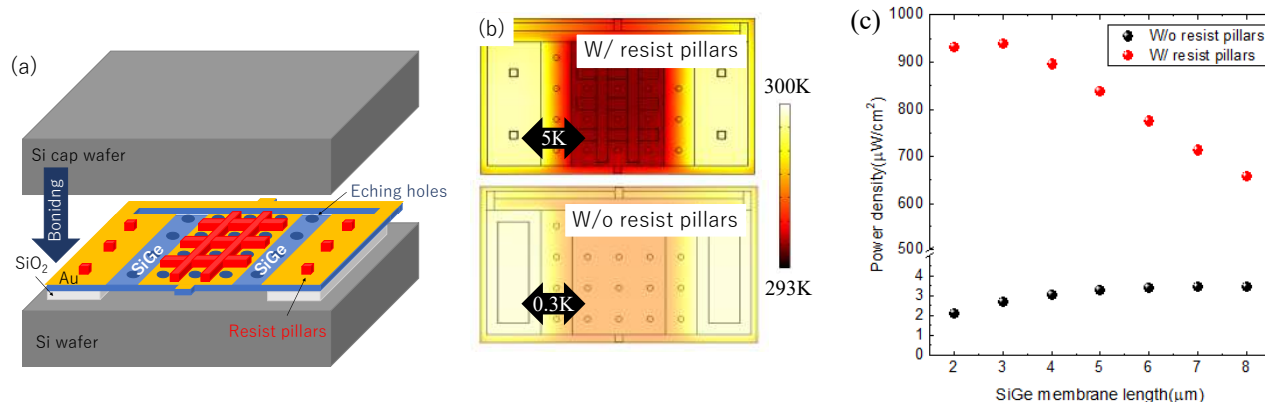


Fig.1 (a) Device design and parameters used in the Finite Element Method simulations. (b) Temperature distribution in suspended PnC bridge. (c) Length of SiGe membrane dependence of output power per unit area for with and without cap layer for cooling.

謝辞：本研究は、JST CREST (JPMJCR19Q3)、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] M. Strasser et al., Sensors and Actuators A 97-98 (2002) 535-542