

ナノ細線の熱起電力、熱抵抗、電気抵抗を評価するテストデバイスの検討

Study on Test Device to Evaluate Thermoelectromotive Force, Thermal and Electrical Resistances of Nanowire

静大¹, 早大², 産総研³ ○五井 悠仁¹, 秋葉 孔¹, 寄神 寿明¹, 佐藤 弘明¹, 富田 基裕²,
松川 貴³, 松木 武雄^{2,3}, 池田 浩也¹, 渡邊 孝信², 猪川 洋¹

Shizuoka Univ.¹, Waseda Univ.², AIST³, °Yuto Goi¹, Ko Akiba¹, Toshiaki Yorigami¹, Hiroaki Satoh¹,
Motohiro Tomita², Takashi Matsukawa³, Takeo Matsuki^{2,3}, Hiroya Ikeda¹, Takanobu Watanabe²,
Hiroshi Inokawa¹, E-mail: inokawa.hiroshi@shizuoka.ac.jp

【緒言】熱電発電素子や熱型光検出器の性能評価を行う上で、構成材料の熱起電力、熱抵抗、電気抵抗を把握することは非常に重要である。今回それらのパラメータを一括して測定するテストデバイスを考案し、高濃度($2 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$)にリン・ドーパされた幅 80 nm~5 μm の Si 細線の評価を行った。

【測定原理】Fig. 1 にデバイス構造を示す。評価対象の Si 細線(NW)は上下方向に配置され、下端は横方向に伸びる Al ヒーターの中央部に接続されている。NW とヒーターは熱絶縁のため Cavity によって空中に浮いている。ヒーターの抵抗値と電流の関係よりヒーター中央部の温度上昇が推定でき[1]、熱起電力との関係からゼーベック係数が算出できる。熱伝導率は、Table I に示す寸法の異なるデバイスの測定結果を最小誤差で再現するフィッティングパラメータとして得られる。単結晶 Si (SOI)と多結晶(Poly) Si の結果を比較した。

【結果と考察】Fig. 2 に示すとおり、Poly-Si のゼーベック係数は SOI より大きく、線幅が小さくなると増大する傾向が見られた。Table II に線幅の広い領域でのゼーベック係数、熱伝導率、電気抵抗率をまとめる。前2者はバルクの値[2], [3]より大幅に減少しており、Si 厚さ(50 nm)によるサイズ効果が示唆される。

【謝辞】本研究に対する、JST-CREST (JPMJCR15Q7)の助成に謝意を表します。

【参考文献】 [1] A. Tiwari, et al., *Sensors and Actuators A*, 222 (2015) 160, [2] O. Yamashita and N. Sadatomi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 38 (1999) 6394, [3] W. Liu, et al., *IEEE Trans. Electron Devices*, 53 (2006) 1868.

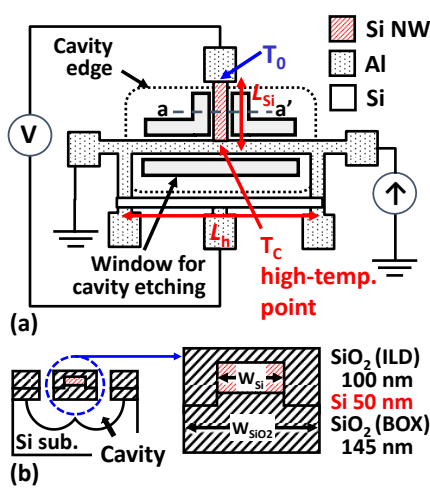


Fig. 1 (a) Top view and (b) a-a' cross-section of the device. Al thick. is 400 nm.

Table I Lateral dimensions.

Si wire L_{Si}	50 μm
W_{Si}	80~5000 nm
Al heater L_h	200~400 μm
W_h	900 nm

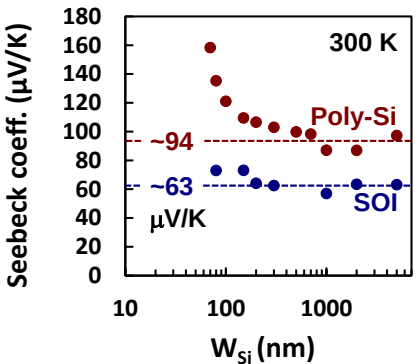


Fig.2 Seebeck coeff. vs. Si wire width.

Table II Extracted parameters for n⁺ Si.

	Poly-Si	SOI	Bulk
Seebeck coeff. ($\mu\text{V/K}$)	94	63	143 [2]
Ther. cond. (W/Km)	10	15	67 [3]
Resistivity ($\text{m}\Omega\text{cm}$)	2.0	0.47	