

課題番号	: F-14-OS-0011, S-14-OS-0008
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 自己組織化ナノワイヤを用いた極微機能性ナノデバイスの創成
Program Title (English)	: Synthesis of functional nano-devices using self-organized nanowires
利用者名(日本語)	: F. W. Zhuge ¹⁾ , 長島 一樹 ¹⁾ , G. Meng ¹⁾ , Y. He ¹⁾ , 中尾 厚夫 ²⁾ , 柳田 剛 ^{1),3)}
Username (English)	: F. W. Zhuge ¹⁾ , K. Nagashima ¹⁾ , G. Meng ¹⁾ , Y. He ¹⁾ , A. Nakao ²⁾ , T. Yanagida ^{1),3)}
所属名(日本語)	: 1) 大阪大学産業科学研究所, 2) パナソニック(株), 3) 九州大学先端物質化学研究所
Affiliation (English)	: 1) ISIR, Osaka Univ., 2) Panasonic, Co., Ltd., 3) IMCE, Kyushu Univ.

1. 概要(Summary)

無毒で高いクラーク数を有する Si を用いた熱電素子は、廃熱から電気を取り出す熱電変換技術の民生利用において重要な役割を担うと予想され、ゼーベック係数 S 、電気伝導率 σ 、熱伝導率 κ によって導かれる熱電性能指数 $ZT (=S^2T\sigma/\kappa)$ の向上を目指す研究が現在世界中で行われている。特に近年の研究から、Si ナノワイヤ表面におけるフォノン散乱により電子輸送を阻害することなく熱伝導率を劇的に減少させることが可能であることが明らかとなっており、Si ナノワイヤを用いた熱電素子にますます注目が集まっている。本研究では Si ナノワイヤ素子の更なる熱電性能向上に向けて、不純物分布制御による電子輸送現象の変調と熱電物性への影響について検証を行った。

2. 実験(Experimental)

- ・利用した主な装置 RF スパッタ装置
- ・実験方法 SiO_2/Si 基板上に滴下した B ドープ Si ナノワイヤに電子線描画を施し、マイクロヒーターパターン及びナノ電極パターンを形成した。次いで、RF スパッタ装置を用いて金属電極を成膜した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子線描画及び RF スパッタ装置を用いて Si ナノワイヤを電極架橋し、マイクロヒーター及びナノ電極(四端子測定用、温度検出用)から成るナノワイヤ熱電物性測定素子を作製した(Fig.1)。本素子を用いて B ドープ Si ナノワイヤの熱電物性を測定した結果、B ドープ Si/非ドープ Si 界面が急峻である程、高いゼーベック係数 S を示すことを明らかにした(最大パワーファクター値($S^2\sigma$) $2.0\text{mW/K}^2\text{m}$)。種々の検証実験により、本効果が不純物ドープ層から非ドープ層へのキャリア拡散現象に基づく電気伝導率増加に起因する明らかとなった。今後、本設計

指針を用いた更なる熱電性能の向上が期待される。

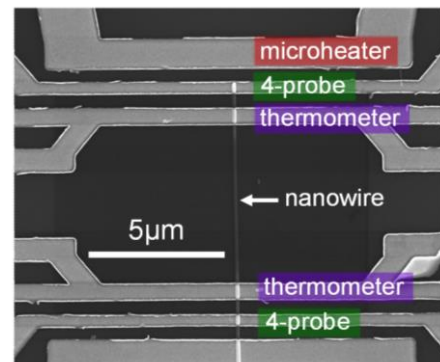


Fig.1 SEM image of B-doped Si nanowire device.

4. その他・特記事項(Others)

- ・最先端次世代研究開発支援プログラム(日本学術振興会)「自己組織化酸化物ナノワイヤを用いた極微デバイスによるグリーン・イノベーション」
- ・共同研究者: 深田直樹 氏 物質材料研究機構(NIMS)、内田 建 氏 慶応義塾大学

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) F. W. Zhuge, T. Yanagida, N. Fukata, K. Uchida, M. Kanai, K. Nagashima, G. Meng, S. Rahong, X. Li and T. Kawai, J. Am. Chem. Soc., Vol. 136 (2014) pp.14100-14106.
- (2) “Modulation of Thermoelectric Power Factor via Radial Dopant Inhomogeneity in B-Doped Si Nanowires” 2014 MRS Fall Meeting, Boston, USA, 2014.12.4.

6. 関連特許(Patent)

なし。