

電気二重層キャリア注入により極性制御された 半導体型単層カーボンナノチューブ熱電デバイスの作製

Fabrication of Thermoelectric Device using P- and N-Type Controlled Single Wall Carbon Nanotubes by Electric Double Layer Carrier Injections

首都大理工 °北村 典雅, 大島 侑己, 神田 翔平, 河合 英輝, 柳 和宏

Tokyo Metropolitan Univ., °Yoshimasa Kitamura, Yuki Oshima, Shouhei Kanda,

Hideki Kawai, Kazuhiro Yanagi

E-mail: yanagi-kazuhiro@tmu.ac.jp

【はじめに】

高性能な熱電デバイスの開発は、効率よく廃熱を電力に変換するために重要な課題である。熱電変換の効率改善には、ゼーベック係数とフェルミレベルとの間の関係解明は必要不可欠である。近年、我々は、半導体型単層カーボンナノチューブ (SWCNT) ネットワークが非常に大きなゼーベック係数を示すことを明らかにした。^[1]そこで、我々が行ってきたイオン液体を用いた電気二重層キャリア注入によるSWCNTの物性制御技術に基づいて^[2]、電気二重層トランジスタ (EDLT) 構造により、半導体型SWCNTネットワークのゼーベック係数制御を行ったところ、連続的に極性反転させることに成功した。^[3]本研究では、同技術を発展させ、PN制御した半導体型SWCNT熱電デバイス開発を行った。

【実験内容】

本研究において我々は極性を制御した半導体型SWCNT薄膜を用いた熱電デバイスを作製した。試料は、密度勾配遠心分離法により分離精製を行った、直径1.4nmの半導体型SWCNTを用いた。パリレン基板上に蒸着した電極に2つの半導体型SWCNT薄膜をそれぞれ架橋し、ゲート電極と片方の薄膜が浸るようにイオン液体 (TPMA-TFSI) を塗布した (図1)。チャネル電圧は片方の薄膜に印加し、もう一方の薄膜は初期状態のP型を維持した。チャネル電圧を印加した後、我々は正確に測定を行うためにイオン液体を凍結させることでキャリアを固定し、ドープ状態を維持した。各チャネル電圧において薄膜の両端に温度差をつけた際の熱起電力の大きさを測定し、評価を行った。

【結果】

チャネル電圧とデバイスの熱電能との関係を図1に示す。チャネル電圧を変化させると、熱電能また極性に関しても変化し、熱電能制御が可能であることが分かった。P型・N型を精密に制御することにより、極めて良好な熱電能を示すことを明らかにした。イオン液体を用いたEDLTによりゼーベック係数を制御することにより、優れた熱電デバイスを作製できることが分かった。

参考文献：

- [1] Y.Nakai *et al.* *Appl. Phys. Express* **7**, 025103 (2014).
- [2] K.Yanagi *et al.* *Adv. Mater* **23**, 2811 (2011),
Phys. Rev. Lett. **110**, 086801 (2013).
- [3] K.Yanagi *et al.* *Nano Lett.* **14**, 6437 (2014).

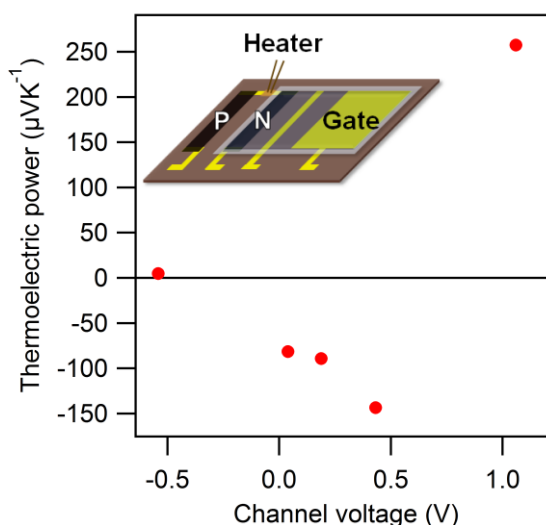


Fig.1: Thermoelectric power of the device as a function of Channel voltage (Inset: Schematic device structure)