

電気二重層キャパシタ構造を応用した新規熱電変換素子の作製

Production of the new thermoelectric device

applying the electric double layer capacitor structure

東大低温センター 藤井 武則

Cryogenic Research Center, the University of Tokyo, Takenori Fujii

E-mail: fujii@crc.u-tokyo.ac.jp

電界効果トランジスタ (FET) は半導体上のゲート絶縁膜に電圧を印加することでキャリアを制御することができるが、その中でも、電気二重層トランジスタ (EDLT) は FET の絶縁層として電解液を用いたものであり、従来の FET よりも 10 倍以上多い $10^{14} \sim 10^{15} \text{cm}^{-2}$ のキャリアを誘起できる。本研究では EDLT を応用し、p 型と n 型の物質の間に電解液を満たし、その間にゲート電圧を印加することで 2 つのチャンネルを同時に制御する電気二重層キャパシタ構造の作製を試みている。図 1 にその模式図を示す。(a)の様に電界をかけたまま温度を下げ、電解液が凍って蓄積電荷が固定された状態でゲート電圧を切り p-n 間を短絡する。そして、p-n 間の電位差を、電流(b)、熱流 (c)を流しながら測定することによって、デバイスの抵抗率、熱起電力が測定できる。

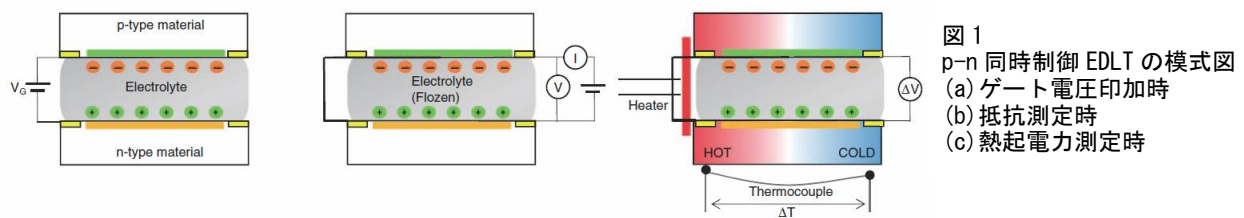


図 1
p-n 同時制御 EDLT の模式図
(a) ゲート電圧印加時
(b) 抵抗測定時
(c) 熱起電力測定時

近年、ほぼ半導体型からなる単層カーボンナノチューブ(SWCNT)が巨大な熱起電力を示すことが報告されている[1]。さらに、SWCNT を EDLT によってキャリアを制御することによって、p 型と n 型の両方の熱起電力を示すことが報告されている[2]。ここでは、SWCNT を p-n 両チャンネルに用いて新しい構造の熱電変換素子の試作を行った。

図 2 に Pt をゲートに用いた熱電特性のゲート電圧依存性を示す。過去に報告されているように、ゲート電圧の向きを変えることで p 型、n 型の両方のキャリアが注入され、熱起電力の符号も変化していることが分かる。講演では、SWCNT を p-n 両チャンネルに用いた熱電素子を作製し、そのデバイス特性を報告する予定である。

[1] Y. Nakai et al., APEX, 7, 025103 (2014).

[2] K. Yanagi et al., Nano Lett., 14, 6437 (2014).

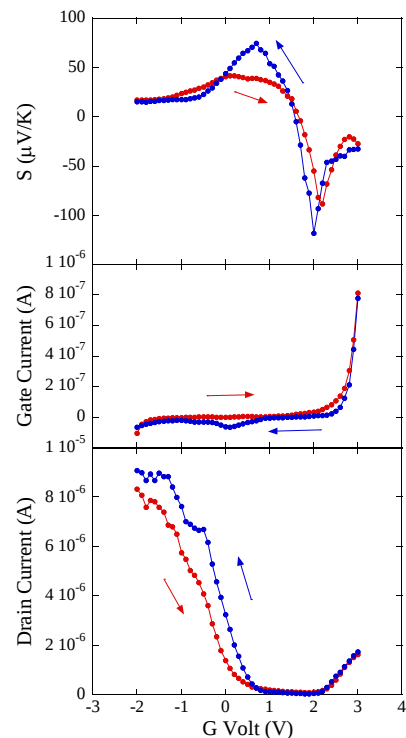


図 2 SWCNT の熱電特性のゲート電圧依存性