

電気二重層キャパシタ構造によるカーボンナノチューブの熱電変換制御

Control of the thermoelectric properties of carbon nanotube using the electric double layer capacitor structure.

東大低温センター 藤井 武則

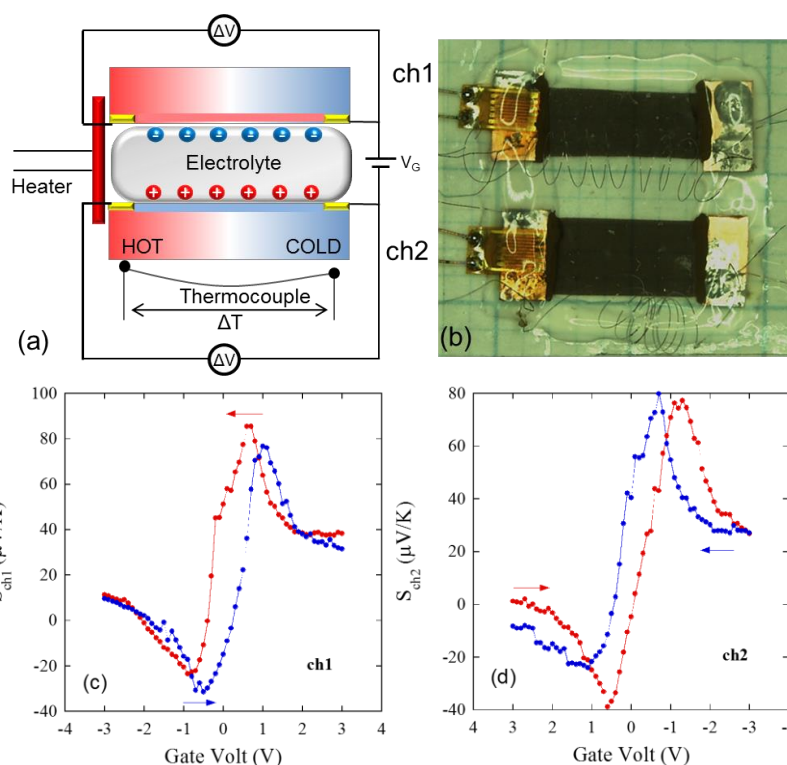
Cryogenic Research Center, the University of Tokyo, Takenori Fujii

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

熱電変換素子においては、p 型と n 型の熱電材料を直列に繋ぐことによって有効な起電力を得ている。そのため p 型と n 型の材料開発が必要であるが、それぞれの材料の熱電性能を最適化することは難しい。半導体型単層カーボンナノチューブ(SWCNT)は、巨大な熱起電力を示すことが報告されており[1]、さらに、電気二重層トランジスタ(EDLT)によってゲート電圧の符号を逆転させることで、p 型と n 型の両方のキャリアを誘起できることが知られている[2]。ここでは、EDLT を応用し、2 つの SWCNT 間の電解液にゲート電圧を印加することでホールと電子を同時に誘起することを試みた[3]。前回の学会においては、熱起電力の負号の変化を確認したものの、リーク電流により良好なデバイス特性は得られなかった。今回、サンプルの質の向上とプローブの改良により、再現性よく熱起電力のゲート電圧依存性が測定されたので報告する。

図(a)に実験の模式図、(b)にデバイスの写真を示す。2 つの SWCNT 間に電解液を満たし、ゲート電圧を印加した上で熱起電力を測定した。図(c)(d)に示すように、ゲート電圧によって熱起電力の符号が変化し、ホールと電子がそれぞれの電極に注入されることが確認された。熱起電力が最大になるゲート電圧も正負でほぼ対称となっており、0.6V において ch1(赤)が $80\mu\text{V/K}$ 、ch2(赤)が $-40\mu\text{V/K}$ である。

今後、熱起電力が最大となるゲート電圧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 p-n 間を短絡することによって、取り出せる電力を見積もる。



図(a):電気二重層キャパシタ構造の模式図、(b):デバイスの写真、(c),(d):熱起電力のゲート電圧依存性(矢印はゲート電圧の変化の向き)

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

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

[3] 第 65 回 応物学会 春季学術講演会 17a-F102-4