

有機強誘電体の分極を利用した カーボンナノチューブのゼーベック係数制御

Tuning of Seebeck coefficient of carbon nanotube by dipole field of organic ferroelectrics

○堀家 匠平¹、小柴 康子¹、三崎 雅裕¹、斎藤 毅²、石田 謙司¹ (1. 神戸大院工、2. 産総研)

○Shohei Horike¹, Yasuko Koshiba¹, Masahiro Misaki¹, Takeshi Saito², Kenji Ishida¹

(1.Kobe Univ., 2.AIST.)

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

研究背景

近年、排熱などを電気エネルギーとして有効利用する技術「熱電変換」が注目されている。本研究では軽量、低環境負荷かつ大面積プロセスなどの特長を持つ単層カーボンナノチューブ (SWCNT) に注目した。一般に熱電変換デバイスでは、高出力を得るため p 型 (ゼーベック係数が正) および n 型 (ゼーベック係数が負) の半導体材料を組み合わせ π 型素子とする。従って、通常 p 型の伝導特性を示す SWCNT の極性を効率的に p, n 型の双方に作り分ける必要がある。本研究では、有機強誘電体の分極電場を利用し SWCNT へのホールまたは電子の選択的なキャリア蓄積と極性制御を実現したので報告する。

実験方法

Figure 1 に、今回作製した強誘電体ゲート電界効果トランジスタ (FeFET) 型熱電変換

素子の基本構造を示す。電界印加により有機強誘電体層 (P(VDF/TrFE)) の分極方向を制御した後、基板面内方向へ温度差を付与し、ゼーベック係数を計測した。併せて導電率の測定を行った。

結果と考察

SWCNT 単体では $+50 \mu\text{VK}^{-1}$ のゼーベック係数を示したのに対し、今回開発した素子は Fig. 2 に示すように、それぞれ $+25 \mu\text{VK}^{-1}$ (分極: Up state), $-25 \mu\text{VK}^{-1}$ (分極: Down state) を示した。従って、有機強誘電体の分極電場を利用することで同一素子・同一界面において SWCNT ゼーベック係数の極性制御に成功したと言える。この結果は、SWCNT に近接する有機強誘電体の分極電場によってそれぞれホールまたは電子が選択的に蓄積され、温度差の下でキャリア拡散するために得られたものと考えられる。併せて、キャリア蓄積に伴うキャリア濃度の増加によって導電率の増加も確認された。講演では、極性制御された SWCNT の組み合わせによる π 型素子の構築と熱起電力の増加についても報告する。

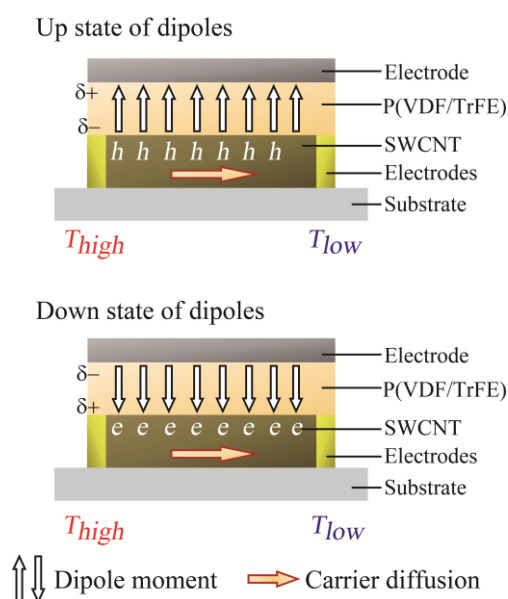


Fig.1 有機強誘電体 P(VDF/TrFE) と SWCNT の積層による熱電変換素子の基本構造。

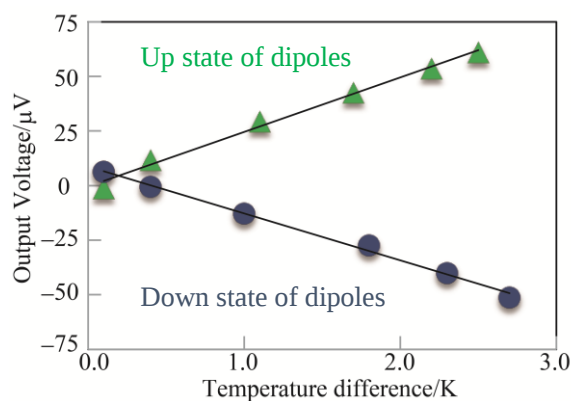


Fig.2 SWCNT/P(VDF/TrFE)熱電変換素子の熱起電力計測結果. 直線の傾きがゼーベック係数に相当する。