

半導体型 SWCNT 熱電変換特性に対する分極場ドーピング機構の解明

Elucidation of dipole field doping mechanism for thermoelectric property of semiconducting SWCNT

神戸大院工¹, 産総研², JST さきがけ³ ○山崎 亮太¹, 堀家 匠平^{1,2,3}, 小柴 康子¹,
福島 達也¹, 石田 謙司¹

Kobe Univ.¹, AIST², JST PRESTO³ ○Ryota Yamasaki¹, Shohei Horike^{1,2,3}, Yasuko Koshiba¹,
Tatsuya Fukushima¹, Kenji Ishida¹

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

【緒言】熱電変換は環境中に薄く広く存在する排熱を微小電力へと変換する技術であり、次世代環境発電技術として期待される。近年、優れた導電性や柔軟性などから単層カーボンナノチューブ (SWCNT) が熱電変換材料として注目されている。これまでに我々は有機強誘電体 P(VDF/TrFE) を用いた“分極場ドーピング”により半導体型 SWCNT (s-SWCNT) の p/n 制御と熱電変換特性の発現を示してきた。今回、その分極位置とポーリング極性を制御し、分極場ドーピングによる熱電変換特性の変化を評価することで、分極効果のメカニズムの解明に取り組んだ結果を報告する。

【実験と結果】石英基板上的 Ni 電極間にインクジェット法を用いて s-SWCNT (直径 1.4 nm, Meijo Nanocarbon 社) を成膜した。有機強誘電体 P(VDF/TrFE) を積層した後、上部 Al 電極を蒸着して Fig. 1 の素子を作製した。Ni 電極間に温度差を与えた際の電位差を測定しゼーベック係数を決定した。Ni 電極と Al 電極間に電界を印加して分極方向を任意に制御し、分極位置と分極方向の組み合わせを変化させ、熱電変換特性を評価した。高温側 Ni 電極側及び低温側 Ni 電極側の分極方向をそれぞれ Without、Down、Up に制御した際のゼーベック係数を Table 1 に示す。注目すべきは $(T_{\text{high}}, T_{\text{low}}) = (\text{Down}[\text{Up}], \text{Without})$ と $(\text{Without}, \text{Down}[\text{Up}])$ の時の p/n 極性が反転した点であり、分極方向 (Up または Down) ならびに蓄積電荷種 (ホールまたは電子) のみならず、分極させた側を高温、低温のどちらに配置するかで極性が反転する結果が得られた (Fig. 2)。

また低温側へのホール[電子]注入は、高温側への電子[ホール]注入と同様の効果をもたらされ、注入するキャリア種だけでなく、それによって引き起こされる膜両端のキャリア濃度差が熱電変換性能に影響を与えることが示唆された。

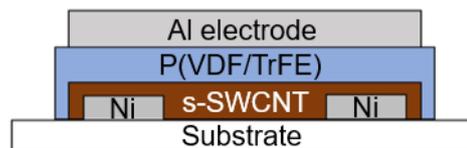


Fig. 1 Device structure

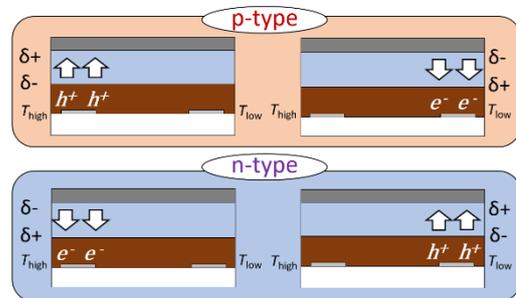


Fig. 2 Models of polarization in each temperature side Ni electrode

Table 1 Polarization-dependent Seebeck coefficients of s-SWCNT thin film at 300 K.

	Device 1			Device 2		
High temperature side	Without	Down	Up	Without	Without	Without
Low temperature side	Without	Without	Without	Without	Down	Up
Seebeck coefficient ($\mu\text{V K}^{-1}$)	-127	-468	+286	-106	+205	-236