

コロナポーリングにより全面分極した半導体型 SWCNTs の熱電変換特性

Thermoelectric property of fully polarized semiconducting SWCNTs by corona poling

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存在する排熱を微小電力へと変換する技術であり、環境発電技術として期待される。近年、単層カーボンナノチューブ (SWCNTs) が優れた導電性や柔軟性などを有することから次世代の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 SWCNTs (s-SWCNTs) の p/n 制御と熱電変換特性の発現を示してきた。今回、コロナポーリングし、強誘電体層全面を分極処理させた際の s-SWCNTs 熱電変換特性の変化を評価することで、分極場ドーピングにより導電性を増加させ、性能向上を達成した結果を報告する。

【実験と結果】石英基板上の Ni 電極間にインクジェット法を用いて s-SWCNTs (直径 1.4 nm, Meijo Nanocarbon 社) を成膜した。その後有機強誘電体 P(VDF/TrFE)を積層し、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 電極を接地した上で、素子直上で電圧印加したワイヤーを掃引することでコロナポーリングを施した後、熱電変換特性を評価した。コロナポーリング時の電圧極性によって P(VDF/TrFE) の分極方向を Up と Down それぞれに制御した際のゼーベック係数を Table 1 に示す。コロナポーリングによる分極処理でも分極場による p/n 制御を達成した。また、このゼーベック係数と素子抵抗から計算された導電率を用いて算出されたパワーファクタは Up poling 素子で $962 \text{ nW m}^{-1} \text{ K}^{-2}$ と我々の先行研究¹⁾の約 50 倍、Down poling 素子では $1480 \text{ nW m}^{-1} \text{ K}^{-2}$ と先行研究¹⁾の約 20 倍であった (Fig. 2)。この性能向上は、Ni 電極間での CNT の導電率の大幅な増加が起因している。本素子において導電率が向上した理由としてはコロナポーリングで強誘電体層全面が分極されたためだと考えられる。s-SWCNTs 薄膜全体にキャリアが蓄積されることは、すなわち薄膜内のキャリア濃度 n が大きくなることと同義であり、導電率の増加につながったと考えられる。

以上より、コロナポーリング処理により導電性増加させ、性能向上を達成することが出来た。

【謝辞】本研究の一部は日本学術振興会(JSPS)科研費および科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業(CREST)による助成を受けたものである。

1) 山崎亮太、他 「有機強誘電体分極場を用いた半導体型単層カーボンナノチューブの p/n 極性制御と熱電変換特性」、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会

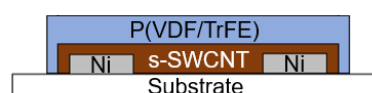


Fig. 1 Device structure

Table. 1 Seebeck coefficients of s-SWCNTs thin film after corona poling

	Up poling	Down poling
Seebeck coefficient ($\mu\text{V K}^{-1}$)	+58.4	-112

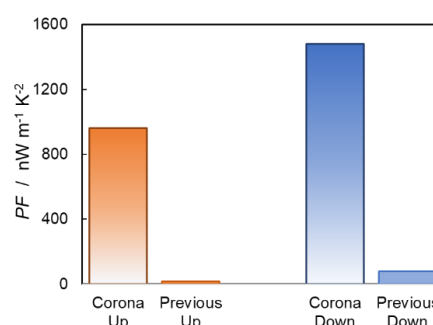


Fig. 2 Power Factor of s-SWCNTs thin film after corona poling