電界誘起層形成法により分離した半導体ＣＮＴの ＴＦＴ特性におけるＣＮＴの長さ依存性評価

Comparison study on the performance of TFTs with length-sorted semiconducting CNTs separated by electric-field-induced layer formation method

産総研 [1]，ＮＥＣ[2]，ＴＡＳＣ[3]，○桑原 有紀 [1,3]，佐々木 扶紗子 [3]，二瓶 史行 [2]，斎藤 毅 [1,3]

AIST [1], NEC [2], TASC[3], °Yuki Kuwahara[1,3], Fusako Sasaki[3], Fumiyuki Nihey[2], Takeshi Saito[1,3]

E-mail: takeshi-saito@aist.go.jp

カーボンナノチューブ（CNT）は、優れた電気輸送特性から電子デバイスへの応用が盛んに行われている。中でも、半導体 CNT を利用した薄膜トランジスタ（CNT-TFT）は、フレキシブル、大面積、低コストのエレクトロニクスを可能とするものとして注目されており、半導体 CNT の高純度化により TFT の性能（移動度およびオンオフ比）は飛躍的に向上した。しかしながら、CNT の一次構造（長さ・カイラリティ・直径等）や二次構造（CNT 薄膜におけるバンドル・密度・モホロジー等）に関して、それらがデバイス特性へ与える影響を示す報告はほとんどなく、CNT デバイスの性能向上とそのばらつきの低減化のためにも CNT の構造パラメータと特性の相関を明らかにすることは重要であると考えられる。密度勾配法やゲル分離法など様々な半導体 CNT の分離法がある中で、我々は電気泳動を基にした電界誘起層形成法（ELF 法）[1] を開発しており、この半導体 CNT のインクを用いることで特性のばらつきが少ないデバイスを報告している [2]。本研究では、ELF 法により分離した半導体 CNT をさらに長さで分級することで、TFT 特性における CNT の長さ依存性を評価した。

改良型直噴熱分解合成法法（eDIPS 法）[3] により合成した平均直径 1.3 nm の CNT を用いて ELF 法により半導体 CNT を分離した。さらにサイズ排除クロマトグラフィーにより CNT を長さで分級することで平均長の異なる CNT 試料を調製し、それぞれ CNT 薄膜を熱酸化膜付きシリコン基板上に形成し、最後に電極を蒸着して TFT を作製した。CNT 長が異なるとパーコレーション閾値が異なるため、それぞれ CNT の密度が異なるデバイスを複数作製することで、オンオフ比、オン電流、移動度の性能において傾向を比較した。結果、いずれの試料も移動度 1 cm^2/Vs 近傍で最大のオンオフ比を示し、移動度およびオン電流の増加とともにオンオフ比の低下が確認され、CNT 長の違いによる性能の優位差はほぼみられなかった。本講演では、チャネル長の違いが TFT 性能に与える影響等についても併せて報告する。

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の結果得られたものです。本研究の一部は JSPS 科研費(16K17492)の助成を受けたものです。

[1] K. Ihara *et al.*, J. Phys. Chem. C 115, 22827 (2011).

[2] S. Ohmori *et al.*, RSC Adv., 2, 12408 (2012).

[3] T. Saito *et al.*, J. Nanosci. Nanotechnol. 8, 6153 (2008).

© 2017年 応用物理学会