

単一カイラリティ単層カーボンナノチューブにおける 自己組織的配列集合体形成と電気伝導特性

Self-assembly of aligned single-wall carbon nanotubes in a single-chiral state

首都大理工¹, 京大薬², 産総研³, 早大先進⁴,

○河合英輝¹, 長谷川凱¹, 工藤光¹, 中津亨², 内藤泰久³, 高木勇樹⁴, 和田義史⁴, 竹延大志⁴,
柳和宏¹

Tokyo Metropolitan Univ.¹, Kyoto Univ.², AIST.³, Waseda Univ.⁴

○H. Kawai¹, K. Hasegawa¹, H. Kudo¹, T. Nakastu², Y. Naitoh³, Y. Takagi⁴, Y. Wada⁴, T. Takenobu⁴,
K. Yanagi¹

E-mail: yanagi-kazuhiro@tmu.ac.jp

【はじめに】近年の分離技術の発展によって半導体型、金属型、さらには単一カイラリティ単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の選択的分離が可能になり、これまでにない性能を備えるデバイスの実現が期待されている。しかし現状の課題として、SWCNT が試料の内部でランダムにネットワークを組むことによる、SWCNT 界面での伝導電子の散乱や局在化に起因する電子移動度の低下が知られている¹。よって SWCNT ネットワークの秩序化は、デバイスパフォーマンスを改善させる上で重要な課題となっている。本研究では、界面活性剤を用いて単分散させた単一カイラリティ(6,5)SWCNT の凝集プロセスを制御することにより、一様な界面・配向・カイラリティを持つ試料の作製を目指した。

【実験】水溶液中に界面活性剤で単分散させた SWCNT を、アルコールや塩等を添加することにより、意図的に凝集させる事が可能であり、その場合、図 1(a)の様な無秩序な配向を持つ藻状の凝集体を形成する。しかし我々は溶液の温度が凝集体の形成とそのモルフォロジーに多大に影響することを見出し、加熱温度と時間を調整することにより図 1(b)のような一軸状に集合した集合体の作製に成功した。

【結果】このひも状集合体における SWCNT の配向を、偏光顕微ラマン測定と走査型電子顕微鏡(SEM)により評価した。図 2(a)は偏光顕微ラマン測定による配向度測定のグラフであり、SWCNT が軸に対して配向していることを示している。図 2(b)は走査型電子顕微鏡(SEM)による画像であり SWCNT のバンドルが軸にそって明確に配向しているのがわかる。さらにひも状の集合体を用いて、図 3(a)のような電界効果型トランジスタを作製し輸送特性を測定した。また図 3(b)に示す輸送特性が得られ、on/off 比は 6.8×10^3 で、電子移動度は最大で $106.5 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ という非常に良好な値を示した。

[1]K. Yanagi et al., ACS Nano 4 (2010) 4027.

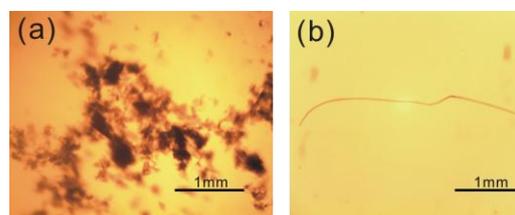


図 1. (a)ランダムな凝集体 (b)ひも状凝集体

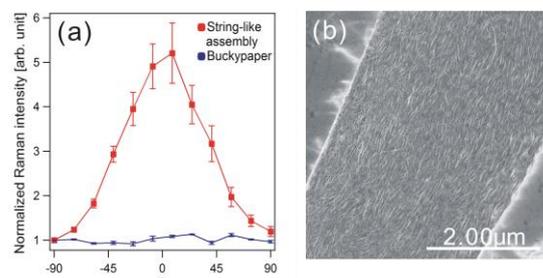


図 2. (a)偏光顕微ラマン測定(b)走査型電子顕微鏡(SEM)画像

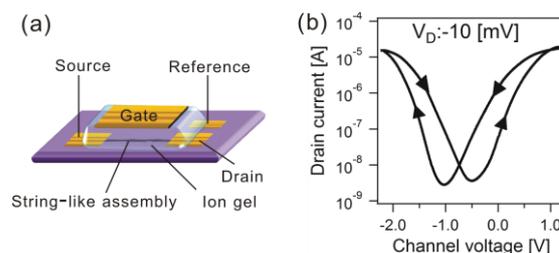


図 3. (a)トップゲート式 FET (b)輸送特性