

## 単層カーボンナノチューブと窒化ホウ素ナノチューブの複合構造の合成と分析

### Growth and characterization of hybrid structures of single-walled carbon nanotubes and boron nitride nanotubes

東大工<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup> ◯井ノ上 泰輝<sup>1</sup>, 鄭 永嘉<sup>1</sup>, 柳 銘<sup>1</sup>, 項 榮<sup>1</sup>, 千足 昇平<sup>1</sup>, 丸山 茂夫<sup>1,2</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, ◯Taiki Inoue<sup>1</sup>, Yongjia Zheng<sup>1</sup>, Ming Liu<sup>1</sup>, Rong Xiang<sup>1</sup>,

Shohei Chiashi<sup>1</sup>, Shigeo Maruyama<sup>1,2</sup>

E-mail: inoue@photon.t.u-tokyo.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(CNT)はカイラリティによって半導体的または金属的性質を示す。一方、窒化ホウ素ナノチューブ(BNNT)は絶縁体である。BNNTは単層CNTの保護層として有効であることが期待される。多層CNTの周囲へのBNNTの合成[1]は報告されているが、単層CNTに関しては実現していない。また、BNNT内部への単層CNTの合成[2,3]は報告されているが、適用できる単層CNTの形態が制限される。本研究では、単層CNTの周囲にBNNTを合成する手法(Fig. 1(a))を新たに確立し、合成物の性質を分析することを目的とする。

様々な形態の単層CNTを用意し、合成炉に設置した。アンモニアボランを原料として供給し、1050°C程度に加熱して一定時間保持した。合成後のサンプルを透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、ラマン分光法、吸光分光法、X線光電子分光法などにより分析し、単層CNTの周囲にBNNTが合成されたことを確認した(Fig. 1(b)). BNNTの合成時間を変化したところ、1時間で2層程度、3時間で7層程度の層数のチューブ構造が観察された。また、空気中での加熱後にラマンスペクトルを測定し、単層CNTのGバンド強度の変化を調べた。通常の単層CNTは400–500°C程度で燃焼を開始するのに対して、単層CNT@BNNTは700°Cに加熱しても燃焼しないことが分かった。さらに、合成後のSWCNT@BNNTを用いて電界効果トランジスタを形成し、BNNTの合成後も内部の単層CNTの半導体的特性が保持されていることが確認された(Fig. 1(c)).

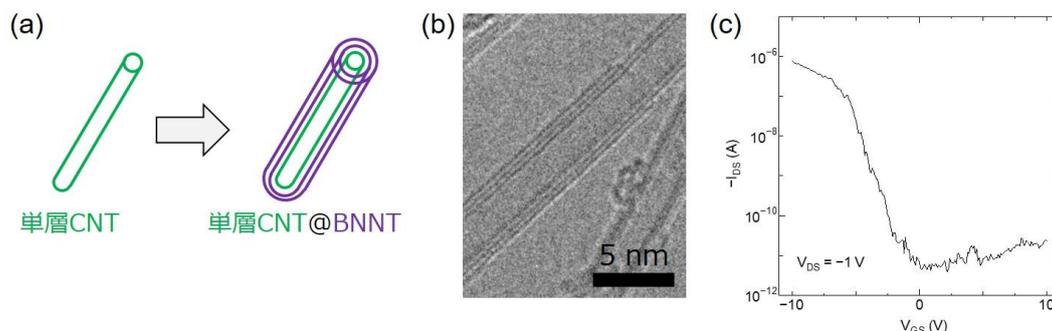


Fig. 1 (a) Schematic image of BNNT growth on SWCNT. (b) TEM image and (c) current–voltage characteristic of SWCNT@BNNT.

[1] L. Chen et al., *J. Am. Ceram. Soc.* **87**, 147 (2004). [2] W. Mickelson et al., *Science* **300**, 467 (2003).

[3] K. E. Walker et al., *Small Methods* **1**, 1700184 (2017).