

ラジカル注入型プラズマ励起化学気相堆積法で成長した カーボンナノウォールの 3 次元構造解析

Analysis of three-dimensional structures of carbon nanowalls grown

by a radical-injection plasma-enhanced chemical vapor deposition system

名大低温プラズマ¹, 名大工², 名城大理工³ ○近藤 博基¹, 尾崎 敦士², 堤 隆嘉¹, 関根 誠¹,
石川 健治¹, 堀 勝¹, 平松 美根男³

Nagoya Univ.¹, Meijo Univ.² ○Hiroki Kondo¹, Atsushi Ozaki¹, Takayoshi Tsutsumi¹, Kenji Ishikawa¹,
Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹, Mineo Hiramatsu²

E-mail: hkondo@nagoya-u.jp

カーボンナノウォール (CNW) は、基板上に垂直成長した多層グラフェンシートで構成されたナノ構造材料である[1]. CNW 全体 (バルク) の横方向の電気伝導は、熱活性な特性と不純物ドーピング効果を有し、また CNW 中での並列な電気伝導経路も示唆されている[2-3]しかし CNW 中における、壁一つ一つのナノ構造や、隣接する壁同士の接続形態は十分明らかになっていない. 本研究では、壁の局所的な結晶構造を、断面および平面図の透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察によって詳細に分析した. また基板に対して垂直方向の CNW の局所電気伝導を伝導性原子間力顕微鏡 (C-AFM) によって測定した結果との比較から、CNW の壁の局所構造を明らかにした.

ラジカル注入プラズマ化学気相成長法 (RI-PECVD) を用い、CNW(3 μm)を Cr(100 nm) /SiO₂(1 μm)/Si 基板上に成長した[1-3]. その後、同試料を絶縁 UV 樹脂内に包埋し、集束イオンビーム(FIB)システムを使用したマイクロサンプリング技術によって、TEM 観察試料を作成した. C-AFM 観察用の試料は、機械研磨によって作製した.

Fig. 1 は、CNW/Cr 界面から試料表面に向けた距離に対する、CNW 中での壁間隔と壁厚の変化である. 底部から上部に向けて、壁間隔が徐々に増大するのに対し、壁の厚さは一旦増大した後、再び減少する. これらの結果は、CNW の成長に伴う、隣接する壁同士の融合と、壁先端部の先鋭化を示唆している. 一方、壁の分岐点の多くでは、壁同士が部分的に接触していた. この結果は、C-AFM 測定における垂直方向での電気伝導

の分散状態と対応し、必ずしも分岐点の全てが伝導経路になっていないことが示唆される.

1) M. Hiramatsu and M. Hori, Carbon nanowalls, Springer, 2010.

2) W. Takeuchi, et al., *Appl. Phys. Lett.* **92**, 213103 (2008).

3) H-J. Cho, et. al., *Carbon* **68**, 308 (2014).

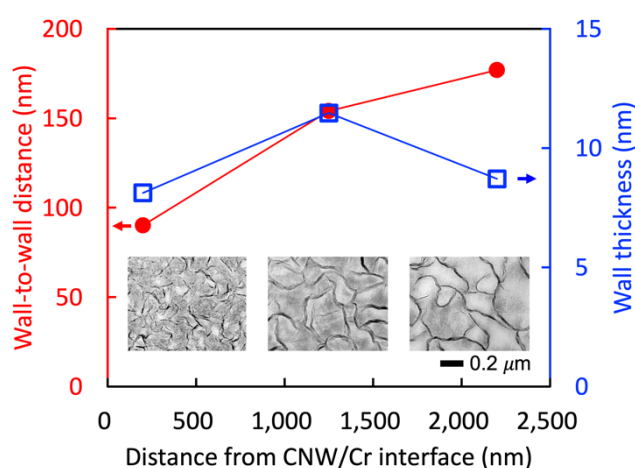


Fig.1 Wall-to-wall distance and wall thickness of CNW as a function of distance from CNW/Cr interface.