XANES による SWNT 生成時における Pt 触媒の化学結合状態の研究

XANES study on chemical states of Pt catalysts during SWNT growth

名城大理工　○熊倉 誠，小澤 顕成，才田 隆広，成塚 重弥，丸山 隆浩

Meijo Univ., ○Makoto Kumakura, Akinari Kozawa, Takahiro Saida,

Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama

E-mail: takamaru@meijo-u.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(SWNTs)は優れた電気的特性を有することから、エレクトロニクス材料への応用が期待されている。一般に半導体型 SWNT は、直径が小さいほどバンドギャップが広くなるため、エレクトロニクス応用には細径の SWNT を作製するが必要である。我々の研究室ではこれまで高真空アルコールガスソース法を用いて Pt 触媒から直径 1.0 nm 以下の SWNT が成長することを報告してきた[1]。しかし、Pt 触媒からの SWNT の生成メカニズムは未だ不明な点が多い。そこで本研究では X 線吸収端近傍構造(XANES)測定により、SWNT 成長時の Pt 触媒粒子の化学結合状態を評価した。

SiO_2/Si 基板上に EB 蒸着装置を用いて膜厚 0.2 nm 相当の Pt 触媒を蒸着し、高真空アルコールガスソース法により SWNT を作製した。成長条件は成長温度 640℃、エタノール圧力 1×10^{-3} Pa と固定し、成長時間を 5～120 分と変化させた。また比較のため、Pt 触媒を蒸着したのみの試料と加熱のみを行った試料も用意し、これら全ての試料に対し XANES 測定を行った。XANES 測定はあいちシンクロトロン光センタービームライン BL5S1 において行った。

Fig.1 に各試料の Pt-L_3 端 XANES スペクトルを示す。蒸着のみの試料と加熱のみを行った試料を比較すると、Pt-L_3 端のピーク高さが減少していることから、加熱によって酸化層が還元され、Pt 触媒が金属的になっていることがわかった[2]。また、加熱後は、SWNT 成長時においてもスペクトルの形状に変化が見られなかったため、SWNT が成長中は Pt 触媒は金属状態になっていると考えられる。すなわち、Pt 触媒中には炭素はほとんど固溶せず、触媒表面での炭素の拡散により、カーボンナノキャップが形成され、その後、SWNT が成長したと考えられる。

本研究を実施するにあたり，科研費挑戦的萌芽研究 25600031 と私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「グリーンイノベーション研究拠点形成プロジェクト」の支援を受けました。

[1] T. Maruyama et al., Mater. Express 1 (2011) 267.
[2] T. Shishido et al., Catal. Lett. 131 (2009) 413.

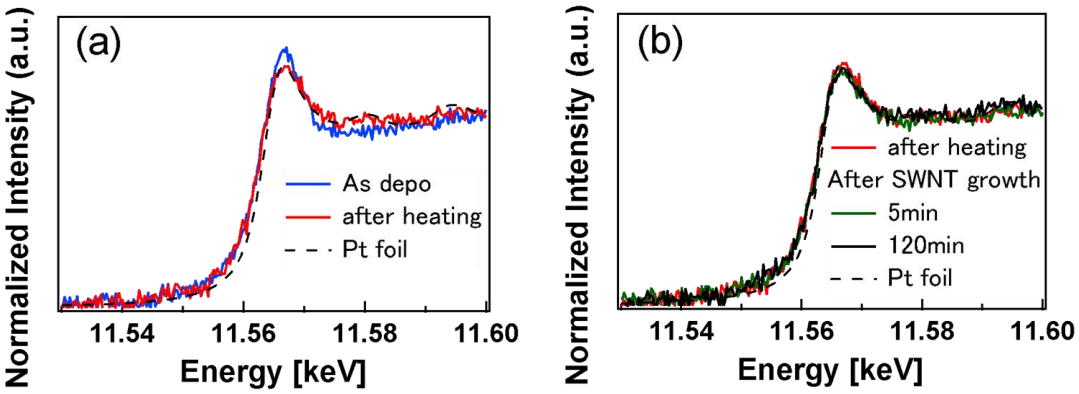

Fig.1 Pt L_3-edge XANES spectra of Pt catalysts for the samples (a) just before and after heating at 640 °C and (b) SWNTs grown for 5 and 120 min. XANES spectra of Pt foil are also shown.

© 2016年 応用物理学会