



Ru 触媒粒子の K 吸収端 XAFS 測定

丸山隆浩, 熊倉誠, 藤井貴之, 才田隆広
名城大学理工学部

キーワード：単層カーボンナノチューブ、化学気相成長、Ru ナノ粒子、Ru K 吸収端 XAFS

1. 背景と研究目的

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は、優れた熱伝導性や機械的強度、高いキャリア移動度を有することから、次世代の集積回路 (LSI) をはじめ、様々な用途への応用が期待されている。我々のグループでは、これまでガスソースタイプの化学気相成長 (CVD) 装置を用いて、Pt など高融点の白金族元素を触媒に用いた SWCNT の作製に取り組んできた[1, 2]。その結果、高融点金属を触媒に用いることで細径の SWCNT の成長が可能であることを示してきた。中でも Ru は、高い融点にもかかわらず、他の白金族元素に比べ価格が安いことから、応用面で有利であると考えられる。我々のグループでは、SWCNT 成長前後での Ru ナノ粒子の化学結合状態を調べるため、以前、Ru の L₂ 吸収端の X 線吸収微細構造 (XAFS) スペクトルの測定を行ったが、今回は、その場測定に向けた検討のため、Ru K 吸収端の XAFS 測定を行った。

2. 実験内容

SiO₂/Si 基板上に Al₂O₃ バッファ層を担持させたのち、Ru ナノ粒子を 0.2 nm 膜厚相当堆積させたものを触媒粒子として用いた。この基板を 700°C に保ち、1 時間エタノールを流して SWCNT 成長を行った。成長時のエタノール圧力は 1×10⁻² Pa とした。成長後の Ru 触媒粒子の化学結合状態を調べるため、BL11S2 において、蛍光収量法により Ru の K 吸収端の XAFS 測定を行った。また、比較のため、Ru ナノ粒子を堆積させたのみの基板を用意し、XAFS 測定を行った。

3. 結果および考察

図に Ru 触媒を蒸着させたのみで、SWCNT 成長を行っていない試料と、SWCNT 成長を 1 時間行ったあとの Ru 触媒粒子の K 吸収端 XANES スペクトルを示す。蒸着後は、22.13 keV 付近に吸収端が観測されたが、SWCNT 成長後は、吸収端近傍のピーク強度が減少する様子がみられた。RuO₂ 粉末の XANES スペクトルとの比較から、蒸着後は、Ru 触媒粒子が酸化状態であったのに対し、SWCNT 成長後は金属的な状態に変化していると考えられる。すなわち、Ru 触媒からの SWCNT 成長では、成長開始前に酸化状態にあった触媒粒子が、成長過程において還元され、金属状態を保ったまま SWCNT が成長していくことが示唆された。

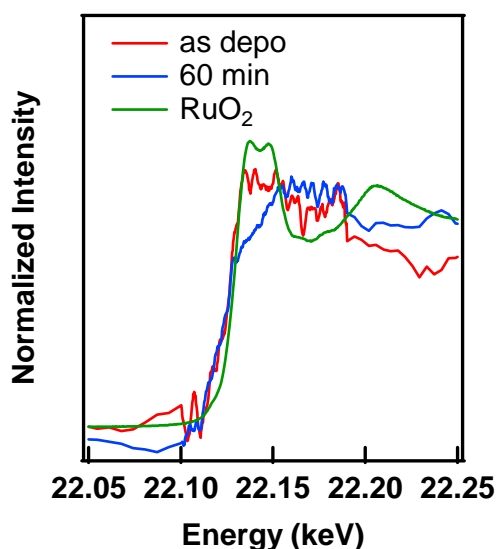


図1 Ru 粒子の蒸着後と SWCNT 成長後の K 吸収端の XANES スペクトル

4. 参考文献

1. T. Maruyama et al. *Carbon* 96 (2016) 6.
2. T. Fujii, T. Maruyama et al. *Diamond relat. Mater.* 77 (2017) 97.