

単層カーボンナノチューブの X 線誘起欠陥における直径依存性

X-ray induced defect of single-walled carbon nanotubes: the tube-diameter dependence

和大シスエ¹, 和大教育² ○村上俊也¹, 磯崎哲¹, 松田充晃¹, 木曾田賢治², 伊東千尋¹

Dept. of Materials Science & Chemistry, Wakayama Univ.¹, Dept. of Phys., Wakayama Univ.²,

○Toshiya Murakami¹, Satoshi Isozaki¹, Mitsuaki Matsuda¹, Kenji Kisoda², Chihiro Itoh¹

E-mail: murakami@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】放射線照射欠陥生成による単層カーボンナノチューブ (SWNT) の改質手法は、ナノ電子デバイスの特性制御において重要な基盤技術となり得る。これまで、我々は X 線照射により SWNT に格子間原子と空孔のペアであるフレンケル欠陥が生成されること、熱アニールにより格子間原子が SWNT 内を拡散することを明らかにした[1]。また、SWNT の構造を特徴付けるラマンスペクトルのラジアルブリージングモード (RBM) のアニール温度依存性が、各ピークで異なる変化を示すことを見いだした[2]。本報告では直径選択性の高い 2 種類の SWNT 試料を用いて、X 線誘起欠陥における直径 (d) 依存性について調べた。

【実験】2 種類の SWNT 試料はアーク放電法と CoMoCATCVD 法により作製されたものであり、RBM の評価から、 $d \sim 1.4\text{nm}$ と $d \sim 0.9\text{nm}$ である (アルドリッチ社から購入)。SWNT は X 線 (Mg の $K\alpha$ 線) 照射により欠陥導入した後、不活性ガス (アルゴン) 雰囲気中で $100\text{--}700^\circ\text{C}$ で熱アニールを行った。各試料は、励起波長に 532nm を用いたラマン散乱分光法により評価した。

【結果】図 1 に X 線照射前後と熱アニール (600°C) した SWNT のラマンスペクトルを示す。挿入図はそれぞれの照射前の RBM である。欠陥誘起な D バンド強度に着目すると、両方の SWNT で X 線照射により欠陥が生成し、アニールにより消失したことがわかる。 $\Delta D/G$ (G バンド強度に対する D バンド強度比の変化量) のアニール温度依存性を図 2 に示す。直径が太い SWNT は細いものに比べて、低温で欠陥回復した。さらに、回復過程における $\Delta D/G$ の変化は 1 つの 2 次反応過程では説明できなかった。このことは熱アニールにより SWNT 内の複数の活性化エネルギーをもつ反応 (例えば、格子間原子と空孔の拡散) が競合していることを示している。

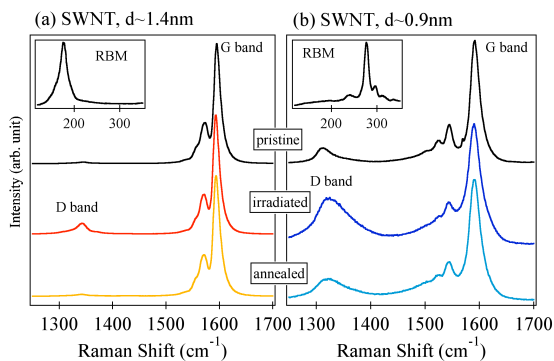


Fig. 1 Raman spectra of pristine, irradiated and annealed (600°C) SWNTs.

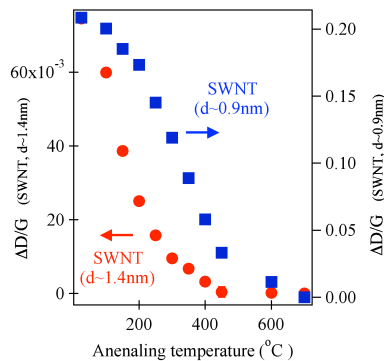


Fig. 2 $\Delta D/G$ of SWNTs, depended on annealing temperature

[1] 村上他, 2013 年春応物, 19p-E18-4, [2] T. Murakami, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**(2014)02BD11