

コンフォーカル Raman 分光法によるカーボンナノチューブフォレストの深さごとの構造評価

Depth profile of CNT forest by Confocal Raman spectroscopy

○石本 光輝¹, 小路 紘史¹, 関家 一樹¹, 古田 寛^{1,2}, 八田 章光^{1,2}

K. Ishimoto, H. Koji, K. Sekiya, H. Furuta, and A. Hatta

高知工科大学大学院¹、高知工科大学総合研究所ナノテクセンター²Kochi Univ. Technol.¹, Research Inst., Center for Nanotechnol., Kochi Univ. Technol.²

E-mail: k.ishimoto0122@gmail.com, furuta.hiroshi@kochi-tech.ac.jp

【背景と目的】 CNTs (Carbon Nanotubes) は優れた電気伝導性や表面積の大きさに注目され、CNTが高密度に配向して成長した構造体であるCNTフォレストは、光吸収特性[1]等で注目を集めている。CNTフォレストのCNT軸方向への入射光は、CNT内で散乱、吸収され入射光と逆方向への散乱が許されず、黒体に近い吸収を示し、吸収係数はCNT配向性に依存する[1]。これまでに、コンフォーカル顕微ラマン分光法を用いてCNTフォレストの深さごとのラマンスペクトルを測定し、ラマンスペクトルG Peakの強度減衰から吸収係数を導出できる可能性を示した[2]。本研究では、ラマン散乱におよぼすCNTフォレスト構造と光吸収係数の関係を明らかにすることを目的に、ラマン分光法で吸収係数を導出した。

【実験方法】 CNTフォレストの合成には、マグネトロンスパッタ装置で作製したFe/AlO積層触媒を用いた。CNTの合成は熱CVD法によって行い、原料ガスにC₂H₂を用い、合成温度730℃、ガス導入前アニール時間を3分30秒とし、合成時間を20秒に統一した。CNTフォレストのラマン分光測定にはコンフォーカル顕微ラマン分光器 (Horiba JOBIN YVON, HR800) を用い、Si基板上にフォーカスを合わせた状態を基準とし、1μmステップで試料ステージを上昇させ測定した。本実験条件では深さ分解能は2μmである。また、CNTフォレスト断面SEM観察、紫外可視分光光度計(HITA CHI, U-3900)を用いた全反射測定[4]を行った。

【結果と考察】 Fig. 1に縦軸にラマン分光法により導出した吸収係数、横軸に全反射測定により導出した波長532nmの吸収係数を示す。Fig. 2に、G Peak強度(対数)と、Si基板と測定点の距離を示す。信号ノイズとして誤差範囲を設定した。Siからの距離が短くなるにつれて、G Peak強度が減衰した。減衰が直線となる区間を指数近似し、近似式を導出した。この式と、入射光強度 I_0 、散乱光強度 I 、ラマン散乱確率 β 、光路長さ x としたときの光減衰の式

$$I = I_0 \beta * \exp(-\alpha * 2x) \quad (1)$$

を比較し、CNTフォレスト全体の吸収係数 α を求めた。ところが、CNTフォレスト内の吸収係数は構造によって異なるため、コンフォーカル Raman分光法により、フォレスト深さごとの吸収係数を導出した。また、構造制御されたCNTフォレストのラマン評価を行い、光学特性とCNT構造の関係について議論する。

【謝辞】本研究は科研費研究(24560050)の一部として行われた。

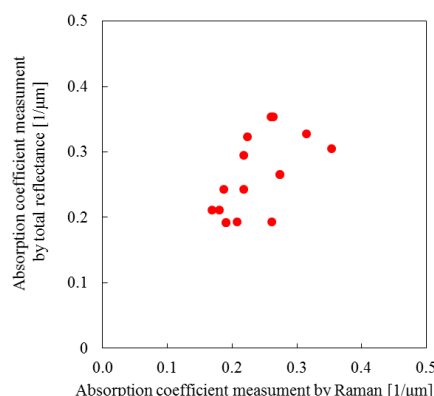


Figure 1. Plots of absorption coefficient measured by Raman scattering vs. total reflectance.

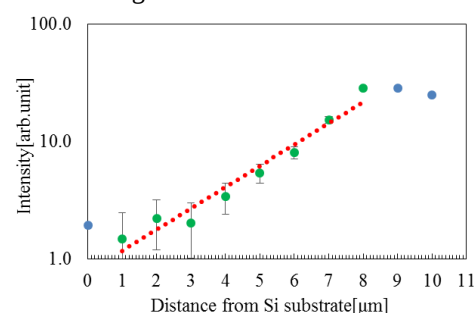


Figure 2. Plots of G peak intensity vs distance from Si substrate.

【参考文献】

- [1] Y. Murakami *et al.*, Carbon, 43(13) (2005) 2664.
- [2] 石本光輝 *et al.*, 第61回応用物理学会学術講演会予稿集, JSAP(2014) 17-140
- [3] K. Sekiya, H. Koji, H. Furuta, and A. Hatta, AVS60, (Oct. 29, 2013, California, USA)