

ラマン分光法によるカーボン系材料構造評価

1161001 石本 光輝（八田・古田研究室）

1. 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、光吸収特性[1, 2]等で注目を集めており、その特性を利用した様々な応用開発が研究されている。CNT 直径や結晶性など CNT 構造の評価法としてラマン分光法が有効であるが、基板法で高密度に成長したCNT フォレストは光吸収を起こすため、励起光の侵入深さが明らかにされず、CNT フォレスト上面からどの深さまでを評価しているかは明らかにされていないため、CNT フォレスト内のどの位置を評価しているかを明らかにする必要がある。

本研究ではラマン散乱を光学吸収または光学散乱の見地から解析し、ラマン散乱に及ぼすCNT forest 構造の影響を明らかにする。

2. 実験方法と結果

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に、1 μm ステップで、試料ステージを上昇させ分光測定することで、CNTフォレストの構造を1 μm ごとに評価できる。図1に評価方法の概略図を示す。CNTフォレストの合成には、Fe/Al積層触媒を用いた。Si基板上にEB蒸着によりFe/Al(膜厚2/3 [nm])を積層させ、熱CVD法によってCNTの合成を行った。原料ガスにはC₂H₂ガスを用い、合成温度730 $^{\circ}\text{C}$ 、ガス導入前アニール時間を3分30秒とした。合成時間は、異なる長さのCNTフォレストを得るために、5,15,21,25,30秒とした。

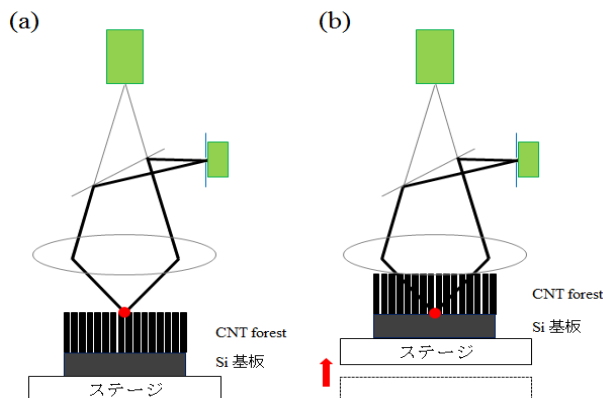


図1 CNTフォレスト内位置ごとのラマン評価方法

図2はCNT長さごとのG Peak最大強度検出深さであり、縦軸はG Peak強度、横軸はSi基板からの距離をとっている。G Peak最大強度検出深さは、CNT長さが長くなるほどSi基板からの距離が長くなっている。また、CNTの密度ばらつきが大きいほどG Peak強度分布の半値幅が広がった。

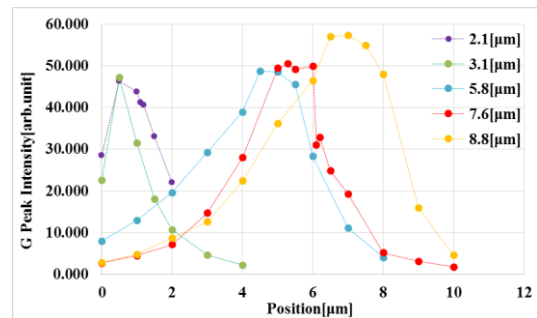


図2 CNT長さごとのG Peak最大強度検出深さ

3. 考察

CNT長さによってG Peak最大値検出深さが異なるのは、励起レーザー($\lambda=532[\text{nm}]$)光のCNTフォレストへの吸収あるいは、ラマン散乱光の吸収散乱による減衰が要因と考えられる。CNT フォレストの吸収や減衰は、CNT 長さや密度、配向性に依存しており、G Peak 強度分布の半値幅は、CNT の粗密度性に依存すると考えられる。

4. まとめ

異なる長さのCNTフォレストを合成し、コンフォーカル顕微ラマン分光器により、CNTフォレスト内位置ごとのラマン評価を行った。異なる構造のCNTフォレストでは、密度が均一である場合が最も強度分布の半値幅が狭く、密度が不均一である場合には半値幅が広がることを見出した。これは、CNTフォレストによるラマン散乱光の吸収散乱光の吸収または減衰が原因と考えられる。G Peak が最大強度となる検出深さは試料ごとに異なったが、構造との相関は未解明である。

【参考文献】

[1] Y. Murakami *et al.*, Carbon. 43(13) (2005) 2664-2676

[2] 関家一樹 *et al.*, 第73回応用物理学会学術演会予稿集, JSAP(2012) 17-076