

メソポーラスシリカ/Co担持シリコン基板上での 単層カーボンナノチューブの合成

(東大・工) ○(学) 剣持勇一 (正) 胡 明輝 村上陽一
(正) 小倉 賢 丸山茂夫 (正) 大久保達也*

1. 緒言

配列した単層カーボンナノチューブ(SWNTs)は、低印加電圧かつ高電流密度を実現する電界電子放出源となると期待されている。本研究ではSWNTsを配列させる方法として、メソポーラスシリカ(MPS)薄膜をガイドとして用いることを考えた。前報¹⁾では、MPSの一種であるSBA-16の薄膜に触媒を含浸させ、エタノール触媒CVDを行うことでSWNTsを合成している。しかし、この方法ではMPS薄膜全体に触媒が分散しており、MPSの細孔を配列場として用いることができない。そこで、Co触媒の位置を制御するため、スパッタによりCo薄膜を、その上にMPS薄膜を製膜した。MPS薄膜コーティングによる、Co薄膜への影響やSWNTsの純度への効果等について考察した。

2. 実験

シリコン基板の熱酸化膜(15nm)上にCo薄膜をスパッタにより、さらにその上にMPS薄膜をディップコーティングにより製膜した。Co薄膜の膜厚は1~100nmに変化させた(表1)。MPS作製溶液のモル比はTEOS:EtOH:F127:H₂O:HCl=1:40:0.0072:9.2:0.021とした。その後、80°Cで一晩乾燥させ、500°Cで4時間焼成した。3%H₂/Arにより還元した後、750°Cで10分間エタノールを炭素源として触媒CVDを行った。CNTsの評価は共鳴ラマン分光(励起488nm)、FE-SEM(日立S-900)により行った。

3. 結果と考察

Co膜厚を10nmとしたときの生成物の典型的なラマンスペクトルを図1に示す。図1(a)において、1593cm⁻¹付近にグラファイト由来のGバンドが観察され、CNTsの合成が確認された。また、1350cm⁻¹付近にダングリングバンドをもつ炭素原子由来のDバンドがわずかに観察され、GバンドとDバンドの強度比が高いことから、良質なSWNTsが合成されていることが分かる。一方、図1(b)より、MPS薄膜を製膜しない場合にはCNTsが全く合成されていないことが分かる。(a)、(b)の表面をFE-SEMで観察したものを図2に示す。図2(a)において、MPSの細孔およびSWNTsが確認された。一方、図2(b)においてはCNTsが見られず、Coが凝集しているのが確認された。

次に、SWNTsの高純度生成に与えるCo膜厚およびMPS薄膜の影響を検討した。結果を表1にまとめる。Co薄膜の膜厚が1nmの時にはMPS薄膜無しでもSWNTsが高純度に合成された。これは、エタノール触媒CVDにおいて、粒子径が1~2nmのCoが高純度のSWNTs生成に

有効であるとする前報²⁾と一致する。しかし、膜厚が20nm以上になると、G/D比が著しく大きくなり、SWNTsの純度が低下した。これは、Coの量が多く、凝集を抑えきれなかったためであると考えられる。

以上の結果より、MPS薄膜は、Coの凝集を抑制し、高純度なSWNT合成に寄与しているものと考察する。

謝辞

シリコン基板の提供およびCoのスパッタをご指導いただきました。当専攻の小宮山宏教授および辻佳子研究員に感謝いたします。

表1 高純度SWNTs生成へのCo薄膜とMPS薄膜の影響

Co 膜厚	MPS薄膜	
	有り	無し
1nm	SWNTs	SWNTs
10nm	SWNTs	無し
20nm	CNTs	無し
50nm	CNTs	無し
100nm	CNTs	無し

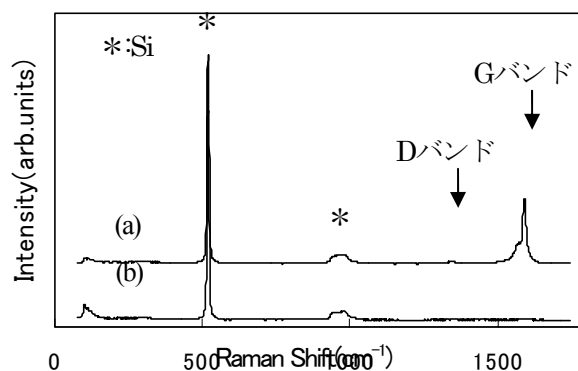


図1 Co膜厚10nmの場合のラマンスペクトル。
(a):SBA-16薄膜有り、(b):SBA-16薄膜無し

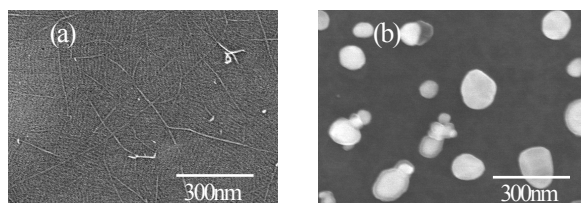


図2 Co膜厚10nmの場合の表面SEM像。
(a):SBA-16薄膜有り、(b):SBA-16薄膜無し

参考文献

- 1) Murakami, Yamakita, Okubo and Maruyama, *Chem. Phys. Lett.*, **375**, 393 (2003)
- 2) Hu, Murakami, Ogura, Maruyama and Okubo, submitted

*TEL: 03-5841-7348 FAX: 03-5800-3806

E-mail: okubo@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp