

鉄内包カーボンナノチューブの短尺化が磁気特性に及ぼす影響

Effect of Shortening of Carbon Nanotubes Filled with Iron on Their Magnetic Properties

三重大院工 〇(M1) 飯田望, 佐藤英樹, 藤原裕司

Mie Univ., °Nozomi Iida, Hideki Sato, Yuji Fujiwara

E-mail: sato@elec.mie-u.ac.jp

【背景及び目的】鉄内包カーボンナノチューブ(Fe@CNT)は, CNT 空洞内に内包される鉄ナノワイヤの高アスペクト比形状に起因する大きな形状磁気異方性のため, 室温で著しく高い保磁力を示す[1]。さらに, CNT に封入された鉄ナノワイヤは, 酸化および腐食に対して高い耐性を示す。これらの特性により, Fe@CNT はフレキシブル磁石をはじめとした様々な応用が可能である。しかし, 応用に際しては磁気特性をさらに向上させる必要がある。本研究では, Fe@CNT の成長特性と磁気特性の関係を調べるために成長時間をパラメータとして CVD を行い, Fe@CNT の長さが磁気特性に及ぼす影響を調査した。

【実験手順】SiO₂膜(300 nm)付き Si(100)基板上に真空蒸着法により触媒金属として Fe 薄膜(2 nm)を成膜し, CNT 成長用基板とした。前駆体として使用するフェロセン[Fe(C₅H₅)₂]を, Ar ガス雰囲気下にて 150°Cで 3 時間加熱して昇華させた。その後, 基板を CVD リアクタに導入し, 1 atm の Ar 雰囲気下で 725°Cまで昇温させた後, キャリアガスとして Ar を 30 sccm 流し, 昇華したフェロセンを導入し Fe@CNT の成長を行った。成長した Fe@CNT の磁気特性は振動試料型磁力計で測定した。

【結果及び考察】図 1 は, 基板上に成長した Fe@CNT の SEM 断面観察像を示す。基板に対して垂直配向した Fe@CNT の成長が確認できる。図 2(a)は成長した CNT の長さの CVD 時間依存性を示す。CVD 時間の減少とともに CNT の長さが減少する傾向が観られる。図 2(b)は, Fe@CNT の成長方向(基板垂直方向)の保磁力の CVD 時間依存性を示す。CVD 時間が減少するにつれ, 保磁力が増加する傾向が観られ, CVD 時間 2 min で平均保磁力は 1.77 kOe, 最大保磁力は 1.89 kOe に到達している。この結果は, 先行研究[2]で Fe 触媒を用いて成長させた CNT よりも大きな値となっている。以上より, Fe@CNT の長さと保磁力の間には負の相関関係があることが確認された。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金(No. 16K04899)の助成を受けて行われた。

[1] H. Sato *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. 52, 11NL03 (2013).

[2] E. Tamaki *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A 34 (2016) 02D105.

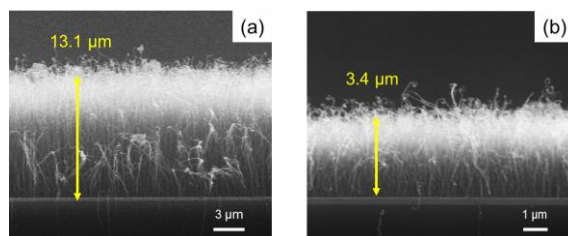


Fig. 1 Cross sectional SEM images of Fe@CNT films grown on the SiO₂/Si substrate after CVD for (a) 10 min and (b) 2 min.

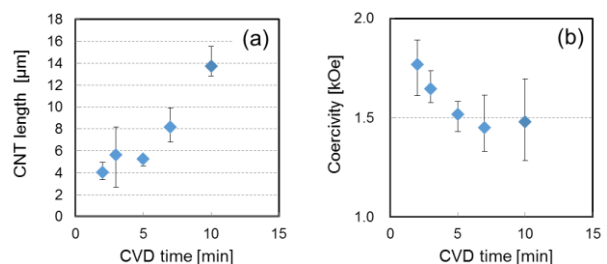


Fig.2 (a) CNT length plotted as a function of CVD time. (b) Perpendicular coercivity of Fe@CNTs plotted as a function of CVD time.