

鉄内包カーボンナノチューブの磁気特性における触媒薄膜の影響

Effect of Catalyst Layer on Magnetic Property of Carbon Nanotubes Filled with Iron

三重大院工 ○久保中伸雄, 佐藤 英樹, 長田 篤, 藤原 裕司

Mie Univ. ○Nobuo Kubonaka, Hideki Sato, Atsushi Nagata, Yuji Fujiwara

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

【はじめに】我々はこれまで、フェロセン[Fe(C₅H₅)₂]を原料として用いた熱 CVD 法により鉄ナノワイヤーを内包した多層 CNT を合成し、その磁気特性について調べてきた[1]。その結果、CVD 条件により、室温で 1.8 kOe 以上の極めて大きな保磁力を発現することを確認した。一方で、ハイパーサーミアなど鉄内包 CNT を発熱体として使用する用途では、数 100 Oe 程度の比較的小さい保磁力が求められる。本研究では、鉄内包 CNT の磁気特性を任意に制御する方法を見いだすことを目的とし、基板上にあらかじめ形成する触媒薄膜に被覆層を形成、これが基板上に成長する鉄内包 CNT の磁気特性に与える影響を調べた。

【実験】CNT 成長用基板には SiO₂ 膜を形成した Si 基板を用い、この上に真空蒸着法により (a) Fe 2 nm を成膜したもの、(b) Fe 2 nm の上に Al 被覆層を 1 nm 成膜したものを、作製した。これらの基板を CVD 装置に導入し、Ar 雰囲気下で 785°C に昇温後、リアクタ内に昇華させたフェロセンを導入し 10 分間 CVD を行った。

【結果及び考察】CVD 後の基板断面を SEM により観察したところ、(a) Fe 2 nm を成膜した基板、(b) Fe 2 nm の上に Al 被覆層を 1 nm 成膜した基板、の両者とも多層 CNT が基板上に垂直に成長している (図 1(a), (b))。成長量 (CNT 成長長さ) は (b) の基板の方が大きく、(a) の基板のおよそ 1.5 倍 (6.5 nm) である。TEM 観察の結果、両者とも Fe の内包量は同程度であったが、TED (透過電子線回折) の結果、(b) の試料では、内包されている鉄はほぼ完全に炭化物 (Fe₃C) となっていた。保磁力を調べたところ、図 2 に示すように、(b) の試料では保磁力は 0.5 kOe と (a) の試料より大幅に減少しており、CNT へ内包される鉄が炭化物になったことを反映していると考えられる。一方、Pt を被覆層に用いた場合では保磁力は増加することが確認されており[2]、触媒層の上に被覆層を設けることにより、鉄内包 CNT の保磁力の自在な制御が可能になると考えられる。

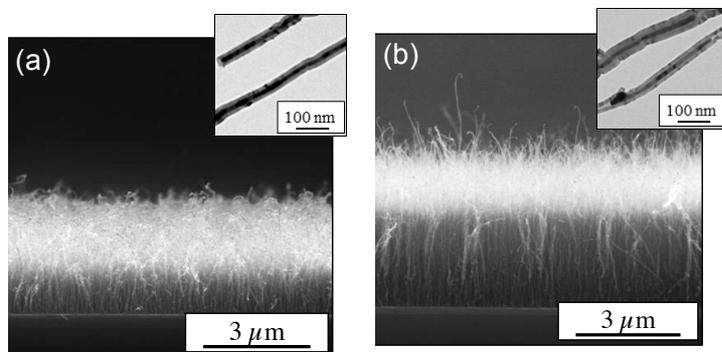


図 1. 鉄内包 CNT の SEM および TEM 像。
(a) Fe 2 nm, (b) Al 1 nm/Fe 2 nm

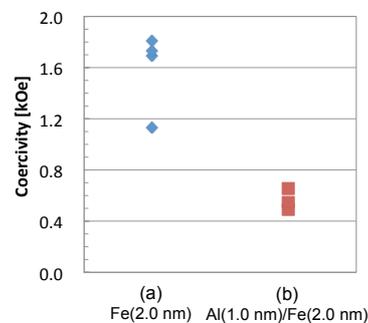


図 2. Al 被覆層の有無による保磁力の違い。

[1] 長田篤ほか, 第 73 回応用物理学会学術講演会 2012; 13p-C1-15.
[2] A. Nagata et al., Vacuum, 87, 182 (2012).