

鉄内包カーボンナノチューブ成長における 基板への水素プラズマ照射の影響

Effect of Hydrogen Plasma Irradiation on Growth of Carbon Nanotubes

Filled with Iron

三重大院工 °久保中 伸雄, 佐藤 英樹, 濱口 真, 藤原 裕司

Mie Univ. °Nobuo Kubonaka, Hideki Sato, Makoto Hamaguchi, 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(Fe) ナノワイヤを内包した多層 CNT を合成し、その磁気特性及び成長形態について調べてきた[1]。これまでのところ、成長する CNT の外径、内包される Fe ナノワイヤのサイズなどは CVD 条件を変えてもほとんど変化せず、Fe 内包 CNT を各種応用に供するためにはこれらを自在に変化させる方法を開発する必要があることが示唆された。そこで本研究では、Fe 内包 CNT の成長形態制御を目的とし、基板上にあらかじめ形成する触媒薄膜への H₂ プラズマ照射の効果を調べた。

【実験】 SiO₂ 膜を形成した Si(100)基板に、CNT 成長用触媒として真空蒸着法により Fe を 2 nm 成膜した。その後、この基板をマイクロ波プラズマ発生装置(2.45 GHz, 500 W)へ導入し、基板に -110 V のバイアス電圧を印加し H₂ プラズマを照射して CNT 成長用基板とした。この基板を CVD リアクタ内に導入し、Ar 雰囲気下で 785℃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】 図 1 に、(a) 水素プラズマ照射無し、(b) 水素プラズマ 5 分間照射、(c) 水素プラズマ 10 分間照射、の基板に CVD を行った後の基板断面 SEM 観察像を示す。全てにおいて CNT が基板に対して垂直に成長している様子が確認される。H₂ プラズマの照射時間の増加に伴い CNT 長さは増加し、(c)の基板では(a)の基板のおよそ 3.5 倍(13 μm)である(図 2)。また、TEM 観察から、CNT 直径、内包される Fe の充填率(1 本の CNT 空洞容積に占める Fe ナノワイヤの体積)も増加することが確認された。これらの結果は、H₂ プラズマの照射による基板上的 Fe 薄膜の微粒子化と還元作用による効果によるものと考えられる。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 25390030 の助成により行われた。

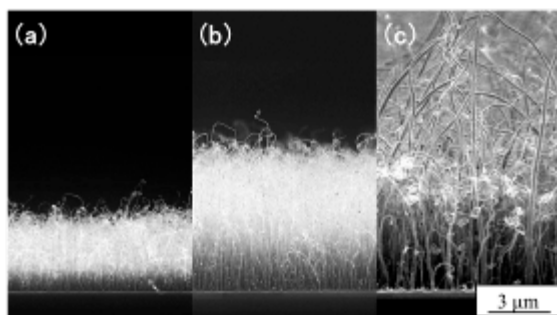


図 1. 鉄内包 CNT 成長の H₂ プラズマ照射
時間依存性 (断面 SEM 観察像) .

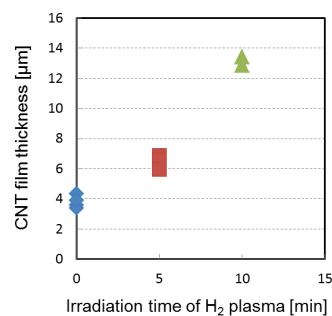


図 2. CNT 長さの H₂ プラズマ照射
時間依存性.

[1] 久保中伸雄ほか,第 60 回応用物理学会春季学術講演会 2013; 27p-G12-14.